

BOHDANECZKY LÁSZLÓNÉ –  
SARKA LAJOS – TÓTH ZOLTÁN

# Kémia tanárok szakmódszertani továbbképzése





DEBRECENI EGYETEM  
TANÁRKÉPZÉSI KÖZPONT

## **Kémia tanárok szakmódszertani továbbképzése**

BOHDANECZKY LÁSZLÓNÉ  
(Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma)

SARKA LAJOS  
(Nyíregyházi Főiskola)

TÓTH ZOLTÁN  
(Debreceni Egyetem)



Debreceni Egyetemi Kiadó  
Debrecen University Press  
2015

## Szaktárnet-könyvek 13.

Sorozatszerkesztő:

**Maticsák Sándor**

Készült  
a SZAKTÁRNET (TÁMOP-4.1.2.B.2-13/1-2013-0009)  
pályázat keretében

Lektorálta:

**Ludányi Lajos**

Technikai szerkesztő:

**Buzgó Anita**

Borítóterv:

**Nagy Tünde**

ISBN 978 963 473 849 7

© A szerzők

© Debreceni Egyetemi Kiadó – Debrecen University Press,  
beleértve az egyetemi hálózaton belüli elektronikus terjesztés jogát is.

Kiadta a Debreceni Egyetemi Kiadó, az 1795-ben alapított  
Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.  
[www.dupress.hu](http://www.dupress.hu)

Felelős kiadó: Karácsony Gyöngyi  
Készült a Kapitális Nyomdában, 2015-ben.

## Tartalomjegyzék

1. A fogalmi megértés problémája a kémiában .....	5
<i>Tóth Zoltán</i>	
2. Képességfejlesztés a kémiaórán.....	21
<i>Bohdaneczky Lászlóné</i>	
3. Kooperatív technikák alkalmazása a kémia tanításában és tanulásában .....	33
<i>Bohdaneczky Lászlóné</i>	
4. A projektmódszer alkalmazása a kémia tanításában.....	45
<i>Bohdaneczky Lászlóné</i>	
5. Számítógépes programok a kémiatanár szolgálatában.....	59
<i>Bohdaneczky Lászlóné</i>	
6. Alkalmazásközpontú kémiatanítás.....	73
<i>Tóth Zoltán</i>	
7. Új lehetőségek a tanórai kísérletezésben.....	95
<i>Tóth Zoltán – Sarka Lajos</i>	
8. Az alapvető kémiai számítások tanításának módszertani kérdései.....	125
<i>Tóth Zoltán</i>	
9. Felkészülés és felkészítés a kémia érettségire .....	155
<i>Sarka Lajos</i>	
10. A tehetséggondozás lehetőségei kémiából.....	177
<i>Bohdaneczky Lászlóné – Sarka Lajos</i>	



### ***A fogalmi megértés problémája a kémiában***

***TÓTH Zoltán***

#### **A fogalmi megértési zavarok tanuláselméleti alapjai**

A fogalmi megértés zavarai (tévképzetekkel) foglalkozó kutatók egyetértenek abban, hogy a tévképzetek kialakulása a tanulás szükségszerű velejárója. Ezért érthető módon a korszerű tanuláselméleti modellek (az információfeldolgozási modell, a konstruktivista tanuláselmélet és a kognitív terhelési elmélet) mindegyikében szerepel a tévképzetekhez vezető tanulás.

##### *Látszólagos illeszkedés*

Az *információfeldolgozási modell* szerint a munkamemóriában feldolgozott új információ hosszútávú memóriában való rögzítése alapvetően négyféle módon (értelmes tanulás, tévképzet kialakulása, lineáris sorban való rögzítés, magolás) történhet. Amennyiben az új információ illeszkedik a már meglévő ismeretekhez, úgy értelmes tanulás jön létre. Előfordulhat azonban, hogy ez az illeszkedés csak látszólagos, ekkor jönnek létre a tévképzetek. Például a középiskolás tanulók jelentős hányada gondolja azt, hogy a béta-sugárzást alkotó elektronok az atom elektronburkából származnak és nem az atom magjából. Az új ismeret (az atomból kilépő egyik sugárzás elektronokból áll) és a már meglévő ismeret (az atom atommagból és elektronburokból áll, ez utóbbi tartalmazza az elektronokat) látszólag jól illeszkedik egymáshoz, a tanuló azt hiszi, hogy a meglévő ismeretei alapján helyesen értelmezi a béta-sugárzás eredetét.

##### *Meghamisítás és kreatív mentés*

A *konstruktivista tanuláselmélet* szerint a tanulás kimenetele és fajtája szempontjából döntő annak a kérdésnek a vizsgálata, hogy az új ismeret és a már meglévő ismeretek (kognitív értelmező rendszer) között van-e ellentmondás. Ennek a kérdésnek a részletes vizsgálata alapján lehet levezetni a tanulás hétféle kimenetelét (közömbösség, problémamentes tanu-

lás, kizárás, magolás, meghamisítás, kreatív mentés, fogalmi váltás). Ebben a modellben a tévképzetek a meghamisítás és a kreatív mentés esetén jönnek létre. Vegyük példaként a tanulóknak az anyag szerkezetére vonatkozó ismereteit. Felmérések bizonyítják, hogy a tanulók még iskolai tanulmányaik vége felé is döntően a folytonos anyag modelljéből próbálják értelmezni az anyagok tulajdonságait és változásait. Mi történik, ha egy ilyen folytonos anyagképpel rendelkező tanuló szembe találja magát azzal az új információval, hogy az anyag apró részecskékből (atomokból, ionokból, molekulákból) épül fel? Hogyan rögzítheti ezt az eddigi anyagképének ellentmondó új információt? Előfordulhat, hogy nem fogadja el, azaz nem tanulja meg és nem hajlandó ezt az új ismeretet használni. Ezt nevezük kizárásnak. Az érzékelhető ellentmondás ellenére is megtörténhet a rögzítés (feldolgozás) például azért, mert meg kell tanulni és az iskolában „vissza kell adni” ezt az új ismeretet. Ezt nevezük magolásnak. További lehetőség, hogy a tanuló megpróbálja ezt a két dolgot egymással összekapcsolni („lehorgonyzás”). Ez csak úgy lehetséges, ha valamelyik ismeret megváltozik. Amennyiben az információ változik meg, létrejön egy tévképzet, és ezt a tanulást a modell meghamisításnak nevezi. Ilyen lehet például az, hogy a tanuló elfogadja ugyan, hogy az anyag apró részecskékből áll (pl. cseppekből, szemcsékből), de ezeket ugyanolyan tulajdonságokkal (színnel, sűrűséggel, keménységgel) ruházza fel, mint magát az anyagot. A fogalmi fejlődés magasabb fokát jelenti a kreatív mentés, ami akkor jön létre, ha a belső értelmező rendszerben történik változás, bár ez nem alapvető változás. Például a tanuló elfogadja, hogy az anyag kémiai részecskékből (atomokból, molekulákból, ionokból) épül fel, és ezeknek a részecskéknak a tulajdonságai nem egyeznek meg az anyagi rendszer tulajdonságaival, de feltételezi, hogy a részecskék között valamilyen folytonos anyag (pl. levegő) található.

*Fejlődésben megrekedt hétköznapi sémák*

A pszichológiában széles körben elfogadott az a megközelítés, hogy az embereknek a világról összegyűjtött tudása ún. sémákban tárolódik. Ezek a sémák a gondolkodás vagy cselekvés olyan szervezett mintázatai, amelyek tapasztalatainkat azonnal előhívható és a felhasználás szempontjainak megfelelő formában tárolják. A tanulás ebben a fogalomrendszerben nem más, mint a meglévő sémákból újabb, átfogóbb sémák létrehozása. Egy adott témakör szakértőit az különbözteti meg a kezdőktől, hogy a témakörrel kapcsolatos sémakészletük sokkal gazdagabb és sokkal integrál-



tabb is. A tanulás egyik legfontosabb kognitív színtere a munkamemória, amelyben az információ feldolgozása, vagyis az új, integrált sémák létrehozása történik. Ennek a folyamatnak a hatékonysága attól függ, hogy a feldolgozandó sémák száma hogyan viszonyul a munkamemória meglehetősen kicsi és korlátozott kapacitásához.

A *kognitív terhelési elmélet* kiindulópontja az a tény, hogy az emberek munkamemóriájának kapacitása erősen korlátozott:  $7 \pm 2$  információegység – és ebben a tekintetben nincs nagy különbség az egyes emberek között. Mivel azonban a kicsi és az óriási sémák is ugyanúgy egy információegységnek számítanak – ugyanannyi helyet foglalnak el a munkamemóriában –, ezért azok szellemi teljesítménye lesz jobb, akiknek nagyobb, jobban integrált sémáik vannak. A kognitív terhelési elmélet szerint valójában 2-3 információs sémát tudunk egyidejűleg feldolgozni, mert a feldolgozó mechanizmusok maguk is sémák, melyek szintén foglalják a helyet a munkamemóriában. Az elmélet alapvető célkitűzése, hogy meghatározza azokat a tanulási körülményeket, amelyek minimalizálják a munkamemória terhelését, és ezáltal hatékonyabbá teszik a tanulást.

Sémáinkat mindaddig megőrizzük, amíg a tapasztalat rá nem ébreszt bennünket használhatóságuk korlátaira. Ez azonban nem jelenti a sémák kidobását, csupán azok módosítását és bővítését, ami egy bizonyos szint fölött már fogalmi váltást eredményezhet. Az oktatás gyakran esik abba a hibába, hogy a régi sémákat figyelmen kívül hagyja, vagy le akarja cserélni az újra, ahelyett, hogy bővítené és hozzá kapcsolná az új ismereteket. Különösen gyakori ez akkor, ha a régi séma hétköznapi tapasztalatokon alapszik, míg az új a tudomány nyelvén van megfogalmazva. Ilyen esetekben a régi és az új séma egymás mellett létezik, és kritikus – általában nem tipikus iskolai – helyzetben a régi győzedelmeskedik, mivel az mélyebben gyökerezik, mint az új séma. Az ilyen, fejlődésben megrekedt hétköznapi sémák állnak a tévképzetek többsége mögött.

A kémiai fogalmak megértési zavarainak kialakulása alapvetően két okra vezethető vissza: a kizárólagosan a mindennapi tapasztalatokon alapuló gondolkodásra és a kémiai fogalmak néhány sajátosságára. Ezeknek a tényezőknek az alapos ismerete nem csak a tévképzetek kialakulásának megértését segíti elő, hanem lehetővé teszi azok bizonyos mértékű előrejelzését is.

## A mindennapi tapasztalatokon alapuló gondolkodás veszélyei

### *A Talanquer féle modell*

Amint arra Talanquer tanulmányában rámutat, a kémiát tanuló emberek fogalmi nehézségei általában a hétköznapi módon való, a józanész táplálta gondolkodásból erednek. Az emberek gondolkodására egyfajta naiv realizmus jellemző, amely vakon bíz az észlelésben.

A józanésszel (hétköznapi módon) gondolkodó ember értelmező rendszerében számtalan, a körülöttünk lévő világ megtapasztalásából származó hiedelem található. Összefoglaló néven ezeket hívjuk *tapasztalati feltételezések*nek. A tapasztalati feltételezéseknek öt eleme van: a folytonosság, az anyagiság, a lényegiség, az ok-okozatiság és a teleológia.

A *folytonosság* annak feltételezése, hogy az anyag fokozatosan egyre kisebb részekre bontható, és ezek a részek ugyanolyan tulajdonságúak, mint maga az anyag. A folytonosság, mint tapasztalati feltételezés áll az olyan tévképzetek mögött, mint például „A rézatomok vörösek, a szénatomok feketék, a kénatomok sárgák.”, vagy „A szilárd anyagok molekulái nehezebbek, a gázoké könnyebbek, mint a folyadékoké.”, vagy „A savak részecskéi szúrósak, a bázisok viszont puha, sima részecskékből állnak.”, illetve „Hőtágulás során megnő a részecskék mérete”. Sajnos, a kémia oktatása során gyakran használt szerkezeti modellek (pálcikamodel, kalotta-modell) megerősíthetik ezeket a tévképzeteket, hiszen azokban az atomokat szimbolizáló golyók jellemző színűek, például a szén fekete, a kén sárga. A folytonosság képzete nagyon rezisztens az oktatással szemben. A tanulók másként használják a részecskemodellt a jelenségek leírására, értelmezésére, mint ahogy azt a tudósok teszik. Ahelyett, hogy a részecskék (atomok, molekulák, ionok) egyedi tulajdonságaiból és a közöttük ható kölcsönhatásokból kiindulva értelmeznék az anyag tulajdonságait, az anyagi rendszer makroszkópos jellemzőit vetítik le az alkotó részecskékre.

Az *anyagiság* azt jelenti, hogy hajlamosak vagyunk az elvont fogalmaknak és folyamatoknak is anyagi természetű jellemzőket tulajdonítani. Ebből adódnak a következő tévképzetek: „A hó a folyadékokhoz hasonlóan viselkedik, pl. áramlik.”, „A kémiai kötések mechanikailag létező anyagi kapcsolatok”, „Az égéshő benne van az éghető anyagban.”, vagy „Az energiaváltozás – pl. a párolgáshő – az anyag tulajdonsága, nem a folyamat velejárója.”

A *lényegiség* szerint az anyagok rendelkeznek tőlük elidegeníthetetlen tulajdonságokkal, melyek akkor is megmaradnak, ha az anyag megváltozik. A józanésszel gondolkodó diák ezért gyakran azt hiszi, hogy az elemek megtartják alapvető tulajdonságaikat vegyületeikben is. Például „A rozsdá nem más, mint a vas egyik típusa.”, „Az ezüst-nitrát nem reagál sósavval, mert az ezüst sem lép reakcióba a sósavval.”, „Az alkálifémek oxidációs száma +1.”, vagy „A salétromsav minden körülmények között csak savként viselkedhet.”

Az *ok-okozatiság* annak hite, hogy bármilyen változás valamilyen külső beavatkozás eredménye, így például a kémiai reakciókat aktív ágensek okozzák passzív ágenseken. Az ehhez kapcsolható legfontosabb tévképzetek: „Ha egy sav megtámad egy fémeket, akkor a fém megváltozik, de a sav változatlan marad.”, „A katalizátor nem vesz részt a reakcióban, pusztán jelenlétével gyorsítja meg azt.”, vagy „Az egymással reakcióba lépő anyagok nem egyenértékűek, például égés során az éghető anyag fontosabb, mint az oxigén.”. Azt a helytelen nézetet, hogy egy kémiai reakcióban az egymással reagáló anyagok nem egyenértékűek (vannak köztük fontosabbak és kevésbé fontosak) a szerves kémiában gyakran használatos reakcióegyenlet-írás is megerősíti. A szerves kémikusok ugyanis csak a számukra fontos szerves vegyületek szerkezeti képletét szerepeltetik a reakcióegyenletben, az „egyéb” reagenseket (pl. HCl, AlCl<sub>3</sub> stb.) csak a folyamatot szimbolizáló nyílra írják rá, általában a vizsgált szerves vegyület képletéhez képest sokkal kisebb betűmérettel.

A *teleológia* – mint a tapasztalati feltételezések ötödik kategóriája – szerint, ha egy változásban nem tudjuk megadni a változást okozó reagenst, akkor feltételezzük, hogy a folyamatok valamilyen cél megvalósítása vagy szükségletek kielégítése miatt mennek végbe. Az ebből fakadó tévképzetek például: „Az atomok vegyüléskor nemesgáz-szerkezetre törekszenek.”, „A rendszer mindig kitér a külső hatás elől.”, vagy „Az anyagok azért lépnek reakcióba, hogy az energiájukat minimálisra csökkentsék.” A nemesgáz-szerkezetre „törekvés” elve jó magyarázó keret lehet a második periódusbeli elemek reakciójának értelmezésére. Túlzott hangsúlyozása vezet például ahhoz, hogy még az egyetemi tanulmányaik végén járó kémiatanár-szakos hallgatók többsége szerint is a gázállapotú nátriumion stabilisabb, mint a gázállapotú nátriumatom, „mivel a nátriumionnak nemesgáz-szerkezete van”. Pedig tudják/tanulták, hogy a gázállapotú nátriumatomból energiabefektetéssel (ionizációs energia) lehet lét-

rehozni a gázállapotú nátriumiont. Egy rendszer pedig csak akkor „tér ki” a külső hatás elől, ha dinamikus egyensúlyban van, és ez a külső hatás a koncentráció, a hőmérséklet vagy a nyomás megváltozása.

A *reflexgondolkodások* vagy más néven a józanész heurisztikái olyan rövidített gondolkodási sémák, amelyeket gyakran alkalmazunk információk közötti keresgélésben és kiválasztásban, valamint a gyors döntéshozatalban. A reflexgondolkodás legfontosabb elemei az asszociáció, a redukció, a leragadás és a lineáris sorrendiség.

Az első kategória az *asszociáció*, ami azt jelenti, hogy mindennapos asszociációk alapján megalkotott szabályokat alkalmazunk a folyamatok kimenetelének jóslására. Ilyenek például: „Sav és bázis reakciója semleges oldatot eredményez.”, „A természetes anyagok egészségre ártalmatlanok, a mesterséges anyagok egészségkárosítók.”, vagy „Az atomokat mikroszkóppal láthatóvá tehetjük.”

A *redukció* a fogalmak és jelenségek leegyszerűsítése annak érdekében, hogy minél kevesebb tényezőt kelljen figyelembe venni. A redukció eredménye például a következő néhány tévképzet: „Az atom méretét az elektronok száma határozza meg.”, „Az atomban a protonok száma megegyezik a neutronok számával.”, vagy „Az aromás szénhidrogének általános képlete:  $C_nH_n$ , mivel a benzol képlete  $C_6H_6$ .”

A *leragadás* azt jelenti, hogy bizonyos elveket, stratégiákat és értelmezéseket automatikusan alkalmazunk anélkül, hogy a probléma természetének sajátosságaira tekintettel lennénk. A leragadás figyelhető meg a következő tévképzetekben: „Minden vegyület molekulákból áll.”, „A sósav mindig erős savként viselkedik.”, Galvánelemet csak két különböző fém-ből és elektrolitból készíthetünk.”, vagy „Bármely reakció sebességi egyenlete felírható a reakcióegyenlet alapján.”

A *lineáris sorrendiség* szerint bármely rendszer változásait események lineáris soraként értelmezhetjük. Az ebből fakadó tévképzetek: „Egy többlépéses reakcióban a megelőző lépésnek teljesen be kell fejeződnie ahhoz, hogy a következő lépés elkezdődjön.”, vagy „Egyensúlyi folyamatokban az átalakulás befejeződése után indul meg a termékek visszaalakulása.”

*A p-primek*

A Talanquer féle modell mellett számos esetben jól használhatóak a kémiai tévképzetek megértésében az ún. *p-primek* (fenomenologikai primitívek). Ezek olyan tapasztalatokon nyugvó naiv axiomák, melyek igazságtartalmát gondolkodás nélkül elfogadjuk. (A fogalmat diSessa vezette be a tanulók fizikai fogalmakkal kapcsolatos megértési problémáinak és hibás feladatmegoldásainak értelmezésére.) A *p-prim* nem egy tanult fogalom, hanem a mindennapi tapasztalatból levont következtetés, amely egy-egy jelenséget ír le. Amikor egy természettudományos problémát kell megoldanunk, akkor gyakran nyúlunk ezekhez a rövidített gondolkodási sémákhoz – nem ritkán sikerrel. A *p-primek* egyik nagy haszna, hogy gyors döntést, válaszadást tesznek lehetővé. Ugyanakkor, mivel gondolkodás nélkül elfogadjuk őket, számos esetben helytelen döntésre jutunk, ha nem elemezzük a megoldandó probléma finom szerkezetét. A következőkben áttekintjük a legismertebb, leggyakoribb *p-primeket*, és megnézzük, hogyan befolyásolhatják ezek természettudományos (főleg kémiai) jellegű problémákra adott válaszainkat.

*A több az jobb (hatékonyabb).* Sok mindennel úgy vagyunk, hogy ha több van belőle az jobb, mintha kevesebb lenne. Gondoljunk például a pénzre, a tudásra, a munkaerőre, a technikai felszereltségre stb. Vegyünk egy (inkább) fizikai, mintsem kémiai példát: „Mikor lesz melegebb a víz, ha 5 percig forraljuk, vagy ha 15 percig forraljuk?” A tipikus hibás válasz: Ha 15 percig forraljuk a vizet, akkor melegebb lesz, mintha csak 5 percig forralnánk. A helyes válasz viszont az, hogy a hosszabb forralás nem változtatja meg a víz hőmérsékletét. Az valóban igaz, hogy ha tovább melegítjük a vizet, akkor valószínűleg a hőmérséklete magasabb lesz, mintha csak rövid ideig melegítjük. De forrás során a folyadék (és így a víz) hőmérséklete nem változik. Tehát fölösleges energiapazarlás a vizet forrás után is tovább forralni. És most nézzünk egy kifejezetten kémiai problémát: „Melyik erősebb bázis: a piridin vagy a pirimidin?” A tipikus hibás válasz: A pirimidin, mert abban két nitrogénatom is van. A helyes válasz viszont: A piridin. Ugyanis a báziserősség attól függ, hogy a nitrogénatomon található nemkötő elektronpár mennyire lazán kötött. A pirimidinmolekulában a két nitrogénatom miatt a nemkötő elektronpárok erősebben kötöttek, mint a piridinmolekulában. Ezért a piridin az erősebb bázis. Hasonló okokra vezethető vissza, hogy „a foszforsav erősebb sav, mint a kénsav”.

*A több az nagyobb.* Ha több almánk, könyvünk, ruhánk van, az nagyobb kupac alma, könyv és ruha. Ez mindennapi tapasztalat. „Hogyan változik az atomok mérete a rendszámmal a periódusokban az s- és a p-mezőben?” A tipikus hibás válasz: Mivel a rendszámmal nő az atommagban található protonok száma, valamint az elektronburokban lévő elektronok száma, azért az atomok mérete a rendszámmal nő. Ezzel szemben a helyes válasz: Az atomok mérete csökken. Valóban nő az atommagban lévő protonok és az elektronburokban található elektronok száma. Azonos periódus esetén azonban ezek az elektronok ugyanazon az elektronhéjon találhatóak. A rendszám növekedésével tehát egyre több pozitív töltésű és negatív töltésű részecske közötti vonzás érvényesül, ami az atom méretének csökkenését vonja maga után. Ide tartozó további tévképzet: „a savasabb oldatnak nagyobb a pH-ja”.

*A keményebb stabilisabb.* Számos tapasztalatunk van arról, hogy egy tárgy keménysége és stabilitása gyakran együtt járó fogalmak. Ráadásul a hétköznapi értelemben vett stabilitás inkább az állandóságra, a változásokkal szembeni ellenállásra vonatkozik, és nem annyira a termodinamikai stabilitásra. Kérdés: „A szén két kristályos módosulata közül, a gyémánt és a grafit közül, melyik a stabilisabb?” A tipikus hibás válasz: A gyémánt, mivel az a legkeményebb ásványi anyag. A helyes válasz: A grafit belső energiája kisebb a gyémánténál, ezért – szokásos körülmények között – a grafit a stabilisabb módosulata a szénnek.

*A nedves nehezebb.* Szintén hétköznapi tapasztalataink alakítják ki ezt a naiv axiomát. A nedves homok, a nedves ruha, a nedves fa valóban nehezebb, mint a száraz homok, ruha vagy fa. „Melyik a nehezebb? Az azonos térfogatú, hőmérsékletű és nyomású száraz levegő vagy nedves levegő?” A tipikus hibás válasz: Mivel a nedves levegőben víz is van, ezért az a nehezebb. Ezzel szemben a helyes válasz a következő: Mivel a két gáz állapota megegyezik, ezért – Avogadro törvénye értelmében – bennük a molekulák száma is megegyezik. A vízmolekulák tömege viszont kisebb, mint az oxigénmolekulák vagy a nitrogénmolekulák tömege, tehát a száraz levegő a nehezebb.

*A természetes egészséges.* Számos tapasztalat és különösen reklám alakítja ki bennünk ezt a naiv axiomát. Mintha az életerő-elmélet modern változatával állnánk szemben. Az élő szervezet által előállított anyagokban van valami plusz, ami a mesterséges anyagokból hiányzik. Kérdés:

„Melyik az egészségesebb: a paprikából kivont C-vitamin, vagy a gyógyszergyárban szintetikus előállított C-vitamin?” A tipikus hibás válasz: A paprikából kivont C-vitamin, mivel az természetes eredetű. A helyes válasz: Amennyiben mindkét különböző forrásból származó C-vitamin kellően tiszta, akkor élettani hatásukban semmiféle különbség nincs. Ha a kérdést úgy tesszük fel, hogy „melyik az egészségesebb: C-vitaminszükségletünket zöldségek és gyümölcsök fogyasztásával fedezni, vagy C-vitamin-tabletták szedésével pótolni?” – akkor már árnyaltabb a kép. A zöldségekkel és gyümölcsökkel ugyanis nem csak C-vitamint viszünk be a szervezetünkbe, hanem egyéb, létfontosságú anyagokat (ásványi anyagokat, antioxidánsokat). Persze, ebben az esetben is van egy kockázati tényező, mégpedig az, hogy vagy a növénytermesztés során nem szakszerűen használt növényvédőszer, műtrágyák és bomlástermékek is jelen lehetnek a fogyasztott zöldségben, gyümölcsben, vagy éppen a növényvédelem elmaradása miatt elszaporodott gombák toxinanyagai okozhatnak ebben az esetben egészségkárosodást. A szintetikus előállított C-vitamint tartalmazó tabletták pedig – kis mennyiségben – tartalmazhatnak olyan, a gyártás során képződött köztitermékeket, amelyek tartós fogyasztás esetén egészségkárosító hatásúak lehetnek.

*Az egyensúly egyenlőség.* A hétköznapi gyakorlatban gyakran egyenlőségjelet teszünk az egyensúly és az egyenlőség közé. Például a mérleg akkor van egyensúlyban, ha a serpenyőiben egyenlő tömegű anyag van. Kérdés: „Hogyan változik egy egyensúlyra vezető folyamatban a kiindulási anyagok és a termékek koncentrációja?” A tipikus hibás válasz: A kiindulási anyagok koncentrációja csökken, a termékeké nő, és egyensúlyban a koncentrációk megegyeznek. A helyes válasz: A dinamikus egyensúly jellemzője, hogy az oda- és visszaalakulás sebessége egyezik meg, de az anyagok koncentrációja nem (vagy legalábbis nem feltétlenül). Az egyensúly szemléltetésére ezért nem jó példa a mérleges analógia. Sokkal jobb például az, hogy a földalatti alagútja és a felszín között akkor van egyensúly, ha időegység alatt ugyanannyi utas megy a felszínre, mint amennyi lemegy az alagútba. De ez nem jelenti azt, hogy a felszínen és az alagútban ugyanannyi ember lenne. Vagy egy másik hasonlat: a zsonglőr produkciója közben időegység alatt ugyanannyi labdát dob a levegőbe, mint amennyit elkap. De a levegőben lévő és a kezében lévő labdák száma nem szükségképpen egyezik meg.

*A káros (az ártalmas) az csúnya.* Gyerekmesékben, romantikus történetekben a gonosz általában csúnya. A csúnya élőlényektől az emberek többsége fél, azokat félelmetesnek tartja. „Mi lehet az ún. méregtelenítő lábfürdőkben képződő csúnya, barna színű csapadék?” Tipikus hibás válasz: A szervezetünkben kiáramló méreganyag. A helyes válasz: A lábfürdőben külső egyenáramú áramforrás és vas anód esetén képződő vas(III)-hidroxid csapadék. Ezt a trükköt – nyugodtan nevezhetjük csalásnak is – alkalmazzák a víztisztító-berendezésekkel házaló ügynökök is. Az általunk használt ivóvízbe elektródokat – köztük vasból készült anódot – helyeznek, majd egyenáram hatására beindul az elektrolízis, melynek során az anódon a vas oxidálódik, a katódon pedig hidroxidionok képződnek. Ezek eredményeként alakul ki a barna színű vas(III)-hidroxid csapadék. Ez tehát nem a víz szennyezettségére utal!

### **A kémiai fogalmak sajátosságai**

Jelentős hozzájárulása van a kémiai fogalmakkal kapcsolatos megértési problémákhoz a kémiai fogalmak néhány sajátos vonásának. Ilyen sajátos vonások, hogy a kémia alapfogalmai tudományos fogalmak; a kémia az anyagokat és jelenségeket egyszerre három szinten értelmezi; számos kémiai fogalomnak megváltozott a jelentése, de az elnevezése megmaradt; a kémiai fogalmak jelentős része nem jól definiált, jelentése kontextusfüggő; és a kémiában gyakran használunk többszörös elméleti modelleket.

*A kémia alapfogalmai tudományos fogalmak.* A kémia legfontosabb alapfogalmai (atom, molekula, ion; elem, vegyület, keverék; fizikai változás, kémiai változás; az anyagmennyiség) *nem természetes fogalmak*, tehát ezekkel a legtöbb tanuló az iskolában találkozik először. Az ilyen, ún. mesterséges fogalmak megértése, tanulása azért nehéz, mert nem kötődnek hozzá mindennapi tapasztalatok.

*Az anyagok és jelenségek többszintű értelmezése, leírása.* A kémiai fogalmak másik sajátossága azok többszintű (makro-, részecske- és szimbólumszintű) értelmezése. Az anyagok és jelenségek háromszintű leírása, értelmezése különösen nagy gondot okoz azokban az esetekben, amelyekben a makro- és a részecskeszintű értelmezés nem esik egybe. Ez a probléma nehezíti a kémia egyik alapfogalmának, a kémiai változás fogalmának tanítását, különösen a kémiai tanulmányok kezdetén. A kémiai változás általában új anyag keletkezésével jár. Makroszinten ezen új tulajdo-



nságú anyagot, részecskeszinten pedig új kémiai részecske (ion, molekula, atom) megjelenését értjük. Ez a kétféle értelmezés néhány esetben (például: az oldásnál) nem esik egybe. A tanulók gyakran nem érzékelik a különbséget az anyag makroszintű jellemzői és a mikroszintű jellemzők között. Ez leggyakrabban abban nyilvánul meg, hogy a halmaz tulajdonságait azonosítják a részecskék tulajdonságaival (például: “A gáz melegítés hatására kitágul, mert a részecskék térfogata megnő.”, “A szén fekete színű, ezért a szénatomok is feketék.” stb.) A kémia jellemző szimbólumrendszerének (vegyjel, képlet, reakcióegyenlet) tanítását pedig megnehezíti az a tény, hogy a tankönyvek általában egyszerre vezetnek be azokat makro- és részecskeszintű, illetve minőségi és mennyiségi jelentését, például: az “Fe” vegyjel jelenti a vasat, a vasatomot, 1 mól vasat, 56 g vasat,  $6 \cdot 10^{23}$  darab vasatomot.

*Régi elnevezés – megváltozott jelentés.* A legtöbb kémiai fogalom jelentése a tudomány fejlődése során megváltozott, de az elnevezés, amely továbbra is az eredeti, általában a makroszintű értelmezéshez kötődik, megmaradt. Ilyen fogalmak például: az elemek periódusos rendszere, az oxidáció, a relatív atomtömeg, a homogén reakció, az aromás vegyület, a sav, az optikai izomer, a szénhidrát.

*Kontextusfüggő jelentés.* A kémiai fogalmak egy része korántsem olyan jól definiált, mint ahogy azt a tudományos fogalmaktól elvárjuk. Ez részben kapcsolatos bizonyos fogalmak (például: mól, pH, geometriai izoméria, alkohol, alkén, aromás vegyület) definíciójának didaktikai szempontból indokolt leegyszerűsítésével, a már említett kétszintű értelmezéssel (például: elem/vegyület, atom/molekula, fizikai/kémiai változás), egyes fogalmak szűkebb és tágabb értelmű jelentésével (például: koncentráció, proton, polimerizáció, hidrogén), az anyagok többféle (hagyományos és hivatalos) elnevezésével (például: aceton, dimetil-keton, 2-propanon, propán-2-on), valamint a kémia következtelen jelölésrendszerével, például: mást értünk a rendűség fogalmán az alkoholoknál és az aminosavaknál, mást az  $\alpha$ - és  $\beta$ -izomereken az aminosavaknál és a cukroknál, másként jelöljük a kétatomos és másként a kettőnél több atomos elem-molekulákat. Ezeknek a fogalmaknak a tanítása során különösen nagy gonddal kell eljárunk. Minden egyes témakör tárgyalása előtt tisztázni kell az adott fogalom jelentését, például: a sav-bázis reakcióknál hangsúlyozni kell, hogy az a proton, amely a savról a bázisra kerül át, az nem

valamelyik alkotó atom magjából származik, hanem az elektronjától megfosztott hidrogénatomot (hidrogéniont) jelenti.

*Többszörös elméleti modellek.* A kémia elméleti rendszerére jellemző a jelenségek többszörös modellekkel történő értelmezése. Így például nemcsak a kémia tananyagában, hanem magában a kémia tudományában is megtaláljuk és használjuk a savak és bázisok Arrhenius féle, Brønsted féle és Lewis féle elméletét, vagy a redoxireakciók oxigén/hidrogénátadással, elektronátadással és oxidációs szám-változással történő értelmezését. Ezek egymás mellett élő, sok szempontból egymást kiegészítő modellek, mindegyiknek megvannak a maga alkalmazási területei és alkalmazhatóságának korlátai is.

### **A fogalmi megértési problémák feltárása, kezelése**

Bár a *tévképzeteket* nagyon nehéz megváltoztatni, a tanulás-tanítás értelmét, a fogalmi fejlődés és váltás lehetőségét kérdőjeleznénk meg, ha lemondanánk korrekciójukról. Milyen feltételeknek kell teljesülniük ahhoz, hogy esélyünk legyen a tévképzetek megváltoztatására?

A sikeres korrekciónak két feltétele van:

1. A tanulók tévképzeteinek ismerete, esetleg feltárása.
2. Megfelelő tanítási stratégia alkalmazása.

#### *A tanulók tévképzeteinek ismerete, feltárása*

Mára már a legtöbb természettudományos tantárgyban – így a kémiában is – léteznek olyan összefoglaló munkák, amelyek tematikus gyűjteményét adják a tanulók jellemző tévképzeteinek. Bár a pedagógus jó, ha ismeri tanítványai várható tévképzeteit, az adott témakörrel kapcsolatos tévképzetek feltárása alapvető fontosságú a hatékony tanítás szempontjából. A tévképzet-feltárásnak számos technikája létezik, de szinte mindegyik esetben alapvető, hogy ne az iskolai tananyag reprodukcióját kérjük tanulóinktól, hiszen többségük tudja, hogy milyen választ várunk, és azt is adja nekünk, annak ellenére, hogy valójában nem úgy gondolkodik a dologokról, ahogy azt feleletében mondja. A következőkben röviden áttekinthetünk néhány olyan technikát, amit eredményesen lehet használni a tévképzetek feltárásában, azonosításában.

A tévképzetek feltárásának talán leghatékonyabb eszköze az *interjú*, pontosabban a strukturálatlan interjú. A strukturálatlan interjú során az in-

terjú készítője (a tanár) attól függően fogalmazza meg kérdéseit, hogy az azt megelőző kérdésekre milyen választ kapott a tanulótól. Az interjú lebonyolítása időigényes, és a strukturálatlan interjú alapos szakmai, módszertani és pszichológiai felkészültséget, valamint gyors helyzetértékelő képességet igényel a tanártól. Használata ezért inkább tudományos igényű vizsgálatoknál célszerű.

Az egyes tanulók tévképzeteinek felmérésére alkalmas, viszonylag egyszerű és gyors eljárás a *fogalmi térkép* alkalmazása. A fogalmi térkép egy témakör legfontosabb fogalmainak kapcsolati rendszerét jeleníti meg. Az egymáshoz valamilyen módon közvetlenül kapcsolódó fogalmakat nyilakkal, a köztük lévő kapcsolatot a nyilakra írt rövid szöveggel fejezzük ki. A tévképzetek feltárására leginkább azt a változatot célszerű használni, amikor a tanulónak egy adott fogalomkészletet kell fogalmi térképbe rendezni. A fogalmak közötti helytelen kapcsolat vagy a kapcsolat hibás leírása utalhat tévképzetre. (A fogalmi térképeknek fontos szerepük lehet a fogalmak közötti kapcsolati háló vizuális megjelenítésében, valamint a hiányos fogalmi hálók kitöltésének a fogalmak hatékony tanításában.)

Mind egyéni, mind csoportos tévképzet-feltáráshoz alkalmas a *szóasszociációs módszer*. A módszer lényege az, hogy bizonyos témakör kulcsfogalmait, mint hívószavakat alkalmazva, azt vizsgáljuk, hogy adott idő alatt a tanuló milyen más szavakra asszociál. Az egyes alapfogalmak közötti kapcsolat erősségére a közös válasz-szavakból tudunk következtetni. A hívószavak indokolatlan elszigeteltsége egymástól, vagy hibás kapcsolata tévképzetre utalhat. Tanulócsoporthoz szintén azt is érdemes megvizsgálni, hogy az egyes hívószavakhoz melyek a leggyakrabban társuló válaszok.

Bár a tévképzetek hatékony feltáráshoz elsősorban a nyílt végű feladatok, ezek közül is leginkább a problémafeladatok alkalmasak, a *zárt végű feladatok* megfelelő szerkesztésével is nyerhetünk információkat tanulóink tévképzeteiről. Az egyszerű választásnál például arra kell törekedni, hogy a helyes válasz mellett szereplő disztraktorok lehetőleg a témakörrel kapcsolatban várható tévképzetekre utaljanak. A tévképzet-kutatásban előszeretettel használják az ún. összekapcsolt feleletválasztásos teszteket. Ezeknek az a lényege, hogy az első kérdés 2-3 lehetséges válaszában elemzése után a tanulónak ki kell választani az adott válaszhoz tartozó indoklások közül is a helyeset. Ilyen kérdéseket viszonylag könnyen lehet

készíteni az ún. relációanalízis (összefüggéselemzés) típusú zárt végű feladatokból.

*Megfelelő tanítása stratégia alkalmazása*

A hagyományos, tudásátadason alapuló tanítási stratégiák (előadás, kérdeve kifejtés) nagyon kis hatékonyságúak a tévképzetek korrekciójában. Sokkal több eredmény várható azoktól a tanítási módszerektől, amelyek fokozottan igénylik a tanulók kognitív értelmező rendszerének mozgósítását.

Különösen a problémamegoldás területén nagyon jól használható a *kognitív konfliktus* módszere. Ennek lényege, hogy a tanulót olyan probléma megoldása elé állítjuk, amelynek megoldására a várható tanulói tévképzet nem alkalmas. Ha például a tanulónak az a tévképzete, hogy égés csak oxigénben (levegőben) lehetséges, akkor kérjük meg, hogy értelmezze az acetilén és klórgáz víz alatt végbemenő, lángjelenséggel és koromképződéssel járó reakcióját.

Hatékony lehet a *kooperatív (csoportos) tanulás* is a tévképzetek korrigálásában. Hatékonysága abban rejlik, hogy a tanuló megismerheti vele egykorú társai véleményét a jelensegekről, és ha azt tapasztalja, hogy a tanulótársak másként értelmeznek bizonyos dolgokat, mint ő, akkor nagyobb esélye van annak, hogy a saját értelmező rendszerében változás következik be, mintha csak annyit tapasztal, hogy a tanár másként vélekedik bizonyos dolgokról, mint ő. A kooperatív technika egyik érdekes megvalósítási formáját, az ún. egymás tanítás módszerét („peer instruction”) dolgozta ki és alkalmazza Mazur. Egy-egy természettudományos probléma felvetése során – szavazóegység segítségével – felmérte hallgatóságának előzetes válaszát, majd – nem elárulva a helyes megoldást – arra kérte a hallgatóságot, hogy 5 percig szabadon beszéljék, vitassák meg szomszédjaikkal a lehetséges megoldásokat. Utána újra felmérte a válaszokat, majd elárulta és elmagyarázta a helyes választ. Általában az volt a tapasztalat, hogy a tanulótársakkal való konzultáció után sokkal többen jelölték meg a helyes választ, mint a konzultáció előtt. Ez mutatja, hogy a tanulók mennyire hatékonyan képesek egymás tanítására, meggyőzésére.

A mindennapi tapasztalatokon alapuló tévképzetek egy része hasonlóságot mutat a tudomány történetének korábbi korszakaiban jellemző elképzelésekhez. Ilyen esetekben hatásos lehet a *tudománytörténeti vonatkozások tanítása*, melynek során a tanuló szembesül azzal a ténnyel, hogy az ő elgondolásai egy mára már idejét múlt elgondoláshoz hasonlóak.

Végül, de nem utolsó sorban fontos a tanulók *metafogalmi tudásának kialakítása*. Ezt a célt szolgálják tantárgy fogalmi megértést nehezítő körülményeinek tudatosítása, illetve az ún. fogalmi megértést elősegítő tankönyvi szövegek, amelyekben akár explicit módon megjelennek a közismert tévképzetek. A fogalmi váltást elősegítő, a metafogalmi ismereteket is tartalmazó, azokat hangsúlyozottan tárgyaló tankönyvi szövegek sikerességét és kedvező tanulói fogadtatását tudományos igényű pedagógiai kísérletek igazolják.

Ugyanakkor tudományos igényű – külföldi – vizsgálatok bizonyítják, hogy a tanároknak is vannak tévképzeteik, és ezek gátjai lehetnek a fogalmi megértési problémák orvoslásának. Ezeket nevezzük *didaktogén* tévképzeteknek. Ezért is alapvető fontosságú, hogy mind a tanárképzés, mind a tanártovábbképzések programjában kellő súllyal szerepeljenek ilyen jellegű ismeretek.

### Ajánlott irodalom

- Eysenck, M. W., Keane, M. T. (1997): *Kognitív pszichológia*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Habók Anita (2008): Fogalmi térképek. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 63 (3), 519–546.
- Johnstone, A. H. (2000): A kémia természete. *Magyar Kémikusok Lapja*, 55 (8–9), 298.
- Kiss E., Tóth Z. (2002): Fogalmi térképek a kémia tanításában. In: *Módszerek és Eljárások*, 12. (Szerk.: Tóth Z.), DE TTK Kémia Szakmódszertani Részleg, Debrecen, 63–69.
- Kluknavszky Á., Tóth Z. (2009): Tanulócsoportok levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmainak vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Magyar Pedagógia*, 109 (4), 321–342.
- Korom E. (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Nahalka I. (1998): Konstruktivista pedagógiai – egy új paradigma a látáshatáron I–III. *Iskolakultúra*, 7 (2), 21–33. 7 (3), 22–44. 7 (4), 3–20.
- Nahalka I. (2002): *Hogyan alakul ki a tudás a gyerekekben?* Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest.
- Neisser, U. (1984): *Megismerés és valóság*. Gondolat Kiadó, Budapest.

- Radnóti K. (szerk.) (2014): *A természettudomány tanítása*. Szakmódszertani kézikönyv és tankönyv. Mozaik Kiadó, Szeged.
- Revákné Markóczi I., Nyakóné Juhász K. (szerk.) (2011): *A természettudományok tanításának elméleti alapjai*. RE-PE-T-HA könyvek, DE TEK, Debrecen.  
[http://reptha.detek.unideb.hu/media/documents/online\\_atermszettudomnyok\\_tantsnak\\_elmleti\\_alapjai.pdf](http://reptha.detek.unideb.hu/media/documents/online_atermszettudomnyok_tantsnak_elmleti_alapjai.pdf) (Utolsó látogatás: 2015. 01. 06.)
- Tóth Z. (1999): A kémia tankönyvek mint a tévképzetek forrásai. *Iskolakultúra*, 9 (10), 103–108.
- Tóth Z. (2000): „Bermuda-háromszögek” a kémiában. *Iskolakultúra*, 10 (10), 71–76.
- Tóth Z. (2001): A kémiai fogalmak tanításának tartalmi és módszertani kérdései. *A Kémia Tanítása*, 9 (2), 3–7.
- Tóth Z. 2008: Kémia józan ésszel (Egy modell a tévképzetek megértésére). *A Kémia Tanítása*, 16 (5), 3–6.
- Tóth Z. (2013): Janus-arcú axiómáink: a p-primek. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 40 (4), 297–304.
- Tóth Z., Ludányi L. (2011): *Út a tudáshoz: Kémia 9*. Maxim Könyvkiadó, Szeged.
- Tóth Z., Ludányi L. (2012): *Út a tudáshoz: Kémia 10*. Maxim Könyvkiadó, Szeged.
- Tóth Z., Sójáné Gajdos G. (2012): Tanulócsoportok energiaforrásokkal kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 39 (1), 58–69.

### ***Képességfejlesztés a kémiaórán***

***BOHDANECZKY Lászlóné***

#### **A képesség fogalma**

Az iskolai oktatás-nevelés tanterveiben a tananyagtartalmak meghatározása mellett hangsúlyt kap a képességek fejlesztése. A jelenleg érvényben levő Nemzeti Alaptanterv és a Kerettantervek a természettudományos kompetenciák fejlesztését határozzák meg.

*„A természettudományos kompetencia készséget és képességet jelent arra, hogy ismeretek és módszerek sokaságának felhasználásával magyarázatokat és előrejelzéseket tegyünk a természetben, valamint az ember és a rajta kívüli természeti világ közt lezajló kölcsönhatásban lejátszódó folyamatokkal kapcsolatban magyarázatokat adjunk, előrejelzéseket tegyünk, s irányítsuk cselekvéseinket. Ennek a tudásnak az emberi vágyak és szükségletek kielégítése érdekében való alkalmazását nevezzük műszaki kompetenciának. E kompetencia magában foglalja az emberi tevékenység okozta változások megértését és az ezzel kapcsolatos, a fenntartható fejlődés formálásáért viselt egyéni és közösségi felelősséget.”*

A képesség az egyszerű köznapi fogalom szerint valamely tevékenységre való alkalmasságot jelent. A meghatározás alapján annyiféle képesség van, ahány tevékenységet megjelölünk.

A képesség mai tudományos (Nagy József, 2003) meghatározása:

*„a képesség egyszerűbb képességekből, készségekből, rutinokból és ismeretekből szerveződő átfogó funkcionális és pszichikus rendszer, melynek működése tevékenységben, belső és külső produktumokban nyilvánul meg.”*

A legáltalánosabb funkciók szerint léteznek értelmi (kognitív) képességek, szociális képességek, személyes képességek és speciális képességek.

A képesség fejlesztése tehát komplex folyamat, melynek összetevőit nem a tantárgyi keretek határozzák meg. A kémiaórákon a tananyag feldolgozása során sokféle képesség fejleszthető.

Ezt a lehetőséget az ismeretekből kell kibontaniuk a tanítás során a pedagógusoknak. A kézügyességtől az észlelésen, a gondolkodási és kommunikációs képességeken át az együttműködő készségig ível azon képességek köre, melyek következetes fejlesztése a kémia tanításának és tanulásának fontos célja. Ezek közül az egyszerű képességek és készségek közül az egyes kulcskompetenciákhoz kapcsolódóan néhány példát sorolok fel.

Természettudományos kompetencia: összefüggések felismerése, lényeglátás, fogalomalkotás, kreativitás, logikai képességek, környezettudatosság.

Anyanyelvi kommunikáció: szövegértés, szövegalkotás, szabatos nyelvhasználat, vitakészség.

Matematikai kommunikáció: adatok ábrázolása és értelmezése, egyszerű számítások és logikai műveletek.

Digitális kompetencia: elektronikus adatfeldolgozás, internethasználat, szövegszerkesztés, prezentációk készítése.

Szociális és állampolgári kompetenciák: felelősségteljes véleményformálás, csoportos ismeretszerzés és munkavégzés, együttműködés, eredmények megosztása, más kultúrák megismerése, kulturális különbségek tiszteltetésben tartása.

Kezdeményezőképeség és vállalkozói kompetencia: javaslattétel, feladatvállalás, döntés saját tanulási stratégiákban.

Esztétikai-művészeti tudatosság és kifejezőképeség: rajzok, képek készítése, a természet szépségeinek felfedezése.

### **A kreativitás fejlesztése kémiaórán**

Az alábbiakban a természettudományos kompetenciák körén belül a kreativitás, mint képesség fejlesztésének lehetőségeiről mutatok saját tanári gyakorlatomból példákat.

A kreativitás feltételezi bizonyos tárgyi ismeretek meglétét, melynek birtokában a tanulók úgy rendezik át a meglévő tudásuk elemeit, hogy abból valami új, a megszokottól eltérő dolog jöjjön létre.

A kreatív személyiség több olyan tulajdonsággal rendelkezik, melyeket általában nehezen tudunk tolerálni. A tanuló túlságosan kritikus, szeret



mindent más szemszögből nézni, nem akar már megtanult módszerrel problémákat megoldani, szokatlan módon dolgozik, próbálkozásai lehetnek sikertelenek is. Keresi a kihívásokat. Ezekre az attitűdökre a kémiát tanító tanárnak oda kell figyelnie, nem szabad a kreatív személyiséget leértékelnie, és összetévesztenie egy tanulni nem szerető, a munkát visszafogó tanulóval.

A kreatív gondolkodáshoz szükséges képességek fejleszthetőek úgy, hogy a tanulók gondolkodását fejlesztjük a megszokottól eltérő megközelítésben. Az egyik ilyen lehetőség az asszociációs gondolkodás fejlesztése.

### **Az asszociáció fogalma**

Az idegi összeköttetés kialakulásának folyamatát jelentő kapcsolatképzés egyik esete, amelynek során a térben, időben együtt szereplő, hasonló vagy ellentétes tulajdonságú dolgok képei, nevei kölcsönösen felidézhetik egymást.

Az asszociációs kapcsolat a tanulás eredménye. A tanulást úgy is értelmezhetjük, mint kapcsolatképzést. Az asszociáció a verbális tanulás és a gondolkodás folyamatainak egyik legfontosabb alapmozzanata.

Az asszociációs kapcsolatok a megismerés egész folyamatára kihatnak: szerepük van mind az ismeretszerzésben, mind az alkalmazásban, ezért kialakulásukat tudatos pedagógiai tevékenységgel szükséges segíteni.

### **Asszociációs gyakorlatok**

#### *Szóasszociáció*

A feladat kiindulásaként megjelölünk egy kémiai fogalmat, ez lesz a hívó szó, majd megkérjük a tanulókat, hogy folytassák a sort azzal a fogalommal, ami az előzőről eszükbe jut. Célszerű megmondani, hogy hány tagból álljon a gondolatfüzér. Cél lehet a legrövidebb lánc megszerkesztése is. Érdekes megfigyelni, hogy *szabad asszociációval* mennyire különböző megoldásokhoz lehet eljutni.

A tanulói megoldások például:

**égés** → lassú → sebesség → autó → motor

**égés** → szégyenkezés → pironkodás → vörös szín → izzó vas

A fenti asszociációs feladatnál *több megkötetést* is kijelölhetünk. Például: csak kémiai fogalmakat, vagy anyagokat használhatnak fel a tanulók.

**égés** → exoterm folyamat → nátrium-hidroxid oldása → ionkristály  
→ szigetelő

A játék egy másik variációja a „Minden út Rómába vezet” címszó alatt vált ismertté (Fodor E. 2004).

A tanulók két csoportja különböző hívószót kap, de a végső fogalom, amihez meghatározott számú lépésen keresztül kell eljutni, megegyezik. További kritérium, hogy a szólánc tagjait ismerni kell, mert a felelő ezekből (véletlenszerű választással) kapja szóbeli számonkérésének témáját.

**Benzol** → pirrol → purin → adenin → nukleozid → nukleotid → **DNS**

**Le Chatelier elv** → megfordítható folyamat → egyensúly → foszfor-sav észtere → foszfor → ATP → **DNS**

### *Ötletroham*

Hasonló, az asszociációs gondolkodást fejlesztő feladat az ötletroham. Egy olyan csoportban végezhető, széles körben alkalmazott, kreativitást fejlesztő technikáról van szó, mely a tanulói ötletek felszínre hozását teszi lehetővé.

A lépések:

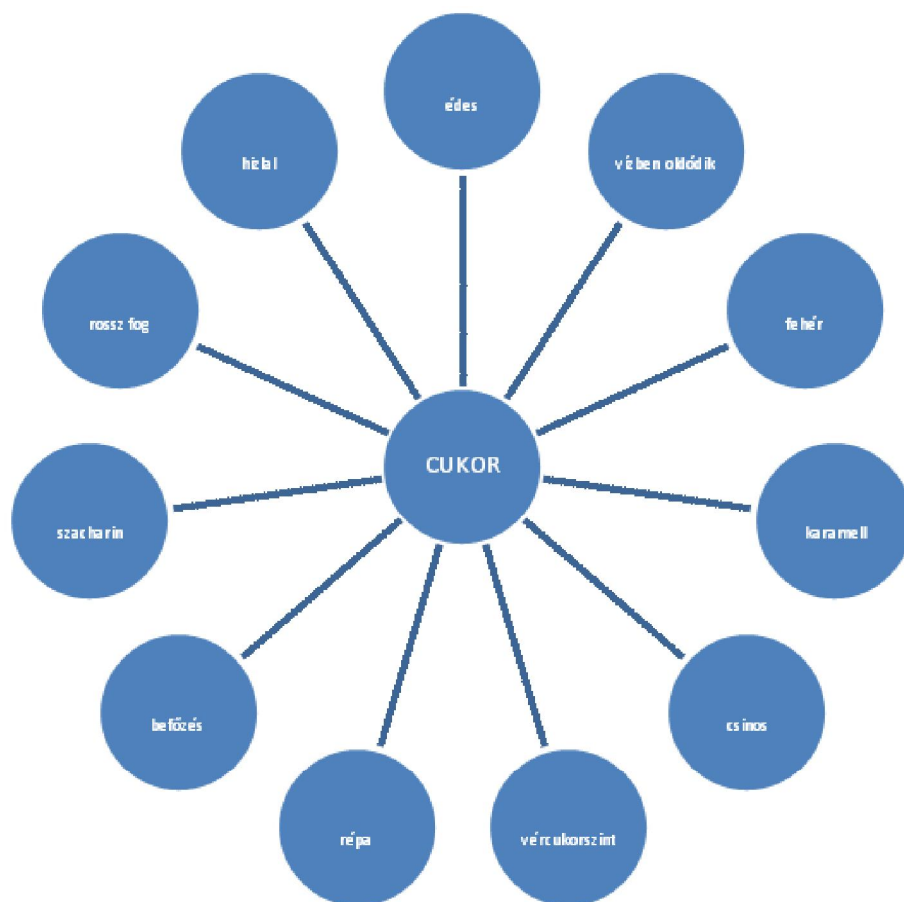
- Először kiválasztjuk a témát. Felírjuk a táblára. Ez a tanár feladata.
- Időkorlátot szabunk (néhány perc csak).
- Feljegyezzük a tanulók ötleteit, ami bármi lehet, a felírt szóval kapcsolatban.
- Rövid szünet után értékeljük a témához kapcsolódó előnyök és hátrányok megfontolásával az ötleteket.

Ne mondjunk ítéletet a javaslatokról!

Mikor és milyen célra használhatjuk a módszert?

- Előzetes ismeretek feltérképezésére. (tévképzetek feltárására)
- Összefoglaló órán.
- Képzelőerő, alkotóképesség (kreativitás) fejlesztésére.
- Tanulói aktivitás növelésére, nyitottságra, csapatszellem kialakítására.

Ilyen *csillag alakban* felírt ábra például a cukrok bevezető óráján készült, mely a tanulók előzetes ismereteinek feltárására alkalmas (1. ábra).



**1. ábra**  
**Tanulói ötleteken alapuló asszociáció (ötletroham)**

A tanár problémák megoldását is kérheti a fenti módszer az ötletroham alkalmazásával (Ordasi 2004.) Például:

- Milyen szerkezeti változások mehetnek végbe a kén megolvadásánál?
- Miért nem lehet vízzel olajfoltot tisztítani?
- Mi lenne a következménye az ózonréteg eltűnésének?

### **A fogalmi háló**

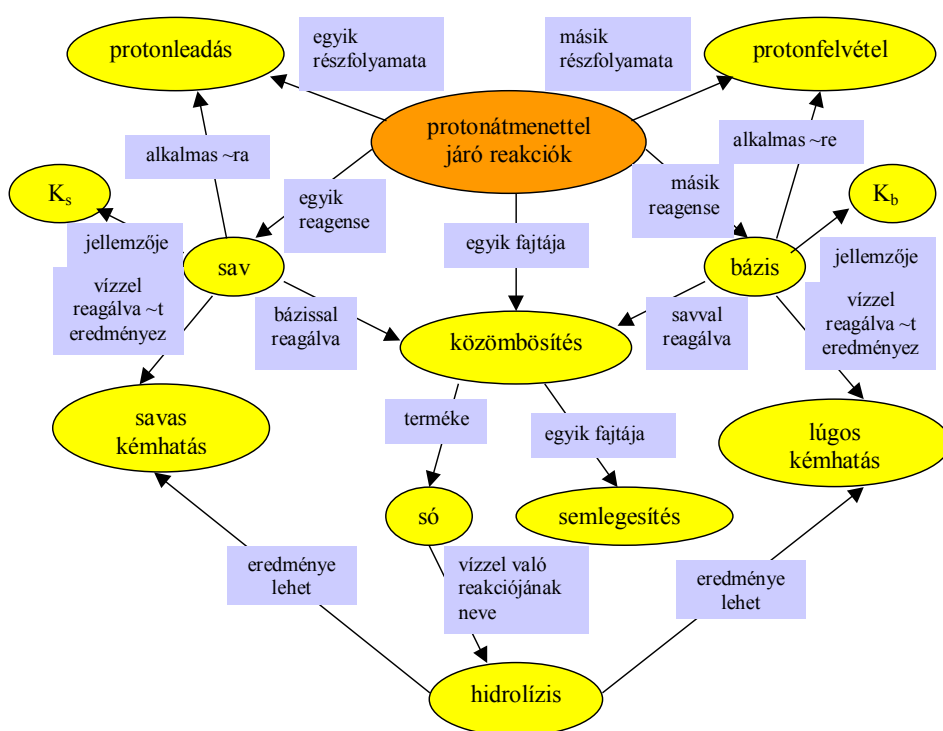
A fogalmi háló lánc és csillagszerűen hálózattá összekapcsolt elemekből áll. A háló az ismeretek rendszerének jobb megértését teszi lehetővé

azáltal, hogy az elemek közötti hierarchikus kapcsolódás jól áttekinthető, valamint az is megmutatja, hogy milyen utakon lehet eljutni egy-egy fogalomhoz.

Az iskolai gyakorlatban összefoglaló, új ismereteket feldolgozó órákon és számonkérések alkalmával jól használhatóak.

A fogalmi háló elkészítése bonyolult feladat. A Debreceni Egyetem kémia tanár szakos hallgatói készítették el az alábbi fogalmi hálót a protonátmenettel járó reakciók témakörében, mely 9. osztályban a sav-bázis reakciók összefoglalásánál jól használható. A fogalmi kapcsolatokat nyílak jelzik, melyekre az összekapcsolódás indoklása is felkerült (2. ábra).

Használhatunk a tanórán úgynevezett lyukas, fogalmi hálót gyakorlásra vagy számonkéréskor, melyet a tanulók egészítenek ki ismereteik alapján.

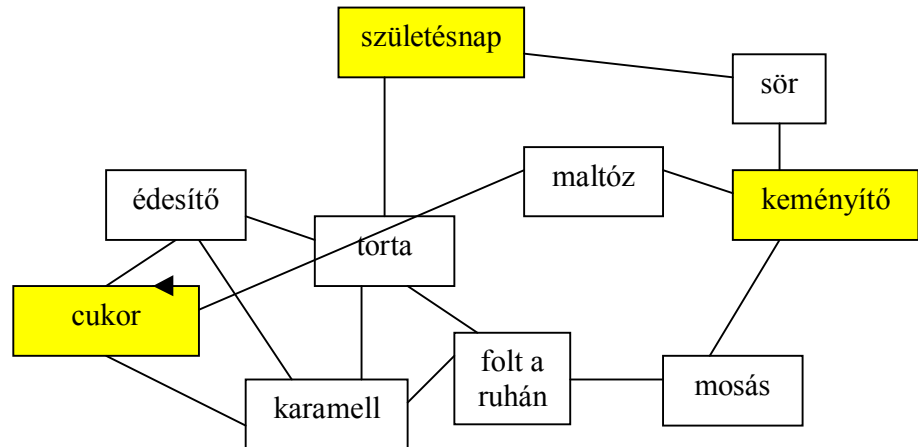


2. ábra

Protonátmenettel járó reakciók fogalmi térképe

*Egyszerűbb fogalmi hálót* tanulók is szívesen állítanak össze. A tanár megad például három fogalmat, melyet a tábla három távoli részére felír és a tanulók lánc, és csillag alakzatban kapcsolatokat keresnek. A kapcsolatok szabad asszociáción is alapulhatnak.

Gondolatébresztőnek lássunk egy egyszerű tizedik osztályban készített fogalmi hálót (3. ábra).



**3. ábra**  
Szabad asszociáción alapuló fogalmi térkép

### Az elvont gondolkodás fejlesztése

A gondolkodás a megismerő tevékenység legmagasabb foka. Lehetővé teszi összefüggések feltárását, azok megértését olyan dolgokról, jelenségekről, amelyek érzékszerveinkkel nem hozzáférhetőek. A gondolkodás lehet *konkrét*, vagy *elvont* (absztrakt). Elvonatkoztatás alatt a lényeges és lényegtelen tulajdonságok elválasztását, a lényeges tulajdonságok kiemelését, a lényegtelenek kihagyását értjük.

Kémiaórán az elvont gondolkodás fejlesztésére többféle játékos módszer lehetséges. Ilyen jól ismert gyakorlat a *közös tulajdonságok* keresése. A diákok által javasolt tulajdonságok felkerülnek a táblára.

Mi a közös a nátriumban és a káliumban?

Válaszlehetőségek:

Mindkettő fém, késsel vághatóak, petróleum alatt tárolják őket, külső héjukon egy elektron található, vízzel hidrogéngáz fejlődése közben reagálnak.....

Lehet kevésbé ismert anyagokkal is megtenni ugyanezt.

Nagyon szeretik a tanulók *tulajdonságlisták* alapján egy ismeretlen anyag kitalálását, az úgynevezett találós kérdéseket.

Egy ilyen lista lehet az alábbi:

- A neve lefordítva bűzöst jelent.
- Erősen mérgező.
- Illékony folyadék.
- Vízben rosszul oldódik.
- A hetedik főcsoport eleme.

Az elvont gondolkodás fejleszhető az előbbiekhöz hasonló játékos formában, úgynevezett *hirdetésfeladással*. Erre láthatunk az alábbiakban a tanítási gyakorlatból vett néhány ötletet (Tóthné – Balogné – Tóth 2014).

– Szirupszerű testem imádja a vizet, gyengéden puhítja fáradt bőrödet.

Nitrálva azonban előtör belőlem az állat, felpezsdíték szívet, szétrobantok gátat.

Jelige: „háromértékű”.

– Jellemem szilárd, a kémhatásom savas, érintésem a fehérjére igen ártalmas.

Hosszasan mellőzve vérvörössé válok, antiszeptikusként bacikat gyilkolok.

Jelige: „aromás”

– Ha izgalmakra vágysz, velem megtalálod. Édes vagyok, mint a méz, de borban halálos.

Oldatban a fényt szépen átengedem, de a víz nehezen fagy meg melletttem.

Jelige: „fagyálló”.

– Álarc mögé bújva orvul becsaplak, az idegeiddel játszva meg is vakíthatlak.

Elegyedek vízzel, oldom az olajat, belőlem fél deci örökre elaltat.

Jelige: „haláli”

Alsóbb évfolyamokon különösen kedveltek az úgynevezett **igaz – hamis** játékok. A tehetséges tanulókat azzal bízunk meg, hogy írjanak törté-

neteket, melyekben a játékosoknak meg kell állapítaniuk a történet igazságtartalmát.

Játékos feladatok, melyek a kreatív gondolkodást fejlesztik és a képzeletőrt is megmozgatják a *keresztrejtvények* vagy a *képrejtvények* egy adott fogalom meghatározására.

Az ilyen típusú rejtvények elkészítéséhez sok segítséget kaphatunk a tankönyvkiadók játékkészítő szoftverjeinek használatával, melyek a kiadók honlapjain megrendelhetők.

### **Kommunikációs képesség fejlesztése**

A kommunikációs készséget és a kreativitást egyidejűleg fejlesztő gyakorlatok lehetnek a különböző *szerepjátékok*. Ezeket a módszereket drámapedagógiának is szokás nevezni. Itt nem arról van szó, hogy előadunk egy színdarabot, vagy műsört szervezünk.

A kémiaórákon olyan dolgokat jeleníthetünk meg, amelyek távol állnak a tanulóktól, azonban meghatározott utasításokat adva el tudják az adott fogalmat, vagy jelenséget játszani.

Eljátszathatunk a gyerekekkel egy-egy nem látható, de jól modellezhető feladatot.

Az alábbiakban egy példát láthatunk olyan modellalkotásra, mellyel a tanulók részecskeszemléletét fejleszthetjük. Meg kell érteniük, hogy a víz molekulákból áll, a hőmérsékletváltozás hatására megváltozik a molekulák mozgása, ezáltal energiájuk is. Szemléletessé tesszük számukra a halmazállapotok (jelenségszint), és a részecskék kölcsönhatásai közötti kapcsolatot.

A *halmazállapot változások* részecske szempontjából történő modellezését előadhatjuk a tanulókkal együtt.

Kijelölünk egy 9-10 főből álló csoportot. A szilárd halmazállapotot úgy játszhatjuk el, hogy a tanulók rendezett sorokban egy helyben mozognak, azaz rezgő mozgást végeznek. A tanár egy szimbolikus gyufa meggyújtásával energiát közöl. A tanulók elhagyják a helyüket, egymással ütközve, rendezetlen alakzatot vesznek fel, eljátszva az olvadás folyamatát. További energiaközlésre nagyobb sebességgel mozognak és a rendelkezésre álló teret teljesen betöltik (Balázs K. 2005).

A játékhoz természetesen a látottak értelmezése a megbeszélés is hozzátartozik. Mit mondhatunk el a részecskék mozgásáról a különböző hal-

mazállapotokban? Mit mondhatunk el a folyadék és gáz határán létrejövő részecskemozgásokról?

Hasonló szerepjáték például a **megszemélyesítés**.

Ki vagyok én? Két tanuló megszemélyesíthet egy-egy anyagot. Az a feladatuk, hogy találkoznak egymással és beszélgetni kezdenek úgy, hogy az adott anyag tulajdonságai alapján jellemzik önmagukat.

A jelenlevő osztálytársaknak kell kitalálniuk, hogy kik is ők valójában.

Például az egyik tanuló a szén, a másik a kén. A két anyag úgy találkozik, mint régi iskolatársak. (A dialógust a két tanuló állítja össze.)

A következő párbeszéd alakulhat ki közöttük.

- Szervusz! Régen láttalak. Sárgulok az irigységtől, olyan jól nézel ki.
- Azért vagyok fekete, mert egész nyáron a tengerparton nyaraltam.
- Szilárd vagyok abban az elhatározásban, hogy egyetemre megyek.
- Jó neked én nem bírom a meleget. Már alacsony hőmérsékleten is megolvadok.

A játék lényegén nem változtatva a feladat egy népszerű tévéműsor mintájára is szervezhető. Ki vagyok én?

Egy játékos kimegy. A bennmaradók megállapodnak egy anyagnévben. Pl. a kintlevő legyen a széndioxid gáz. Amikor bejön a diák, az osztály tagjai tulajdonságokkal ruházzák fel, melyek alapján ki kell találnia ki is lehet ő.

Például: Könnyen átlátok rajtad, amolyan végtermék vagy, borospincék körül kóborolsz...

A gyerekek fantáziájától függően folytatható a párbeszéd.

A képességfejlesztő módszerek alkalmazása színessé és érdekessé teszi a diákok számára a tanítási órákat. Felkeltik a tanulók érdeklődését a kémia iránt, miközben kreativitásuk játékos formában fejleszhető.



**Ajánlott irodalom**

- J. Balázs Katalin (2005): Szemléletformáló módszerek a kémiatanításban. *KÖKÉL* 2005/4. 340–345.
- J. Balázs Katalin (2006): Szakmai szókincsfejlesztő játékos feladatok a kémia tanításában. *Kémia Tanítása* 2006/3. 22–24.
- H. Fodor Erika (2004): Módszertani ötletparádé. *Kémia Tanítása* XII. évfolyam 2.
- Nagy József (2003): Az eredményesebb képességfejlesztés lehetőségeiről és eredményeiről. *Iskolakultúra* 8. 40–52.
- Nemzeti tankönyvkiadó: *Feladatkészítő szoftver* 2014 <http://www.ntk.hu/-tartalom/list/24538824>
- Ordasi Betti (2004): Új módszerek a kémiaoktatásban. *Kémia Tanítása* XII. 2004. 20–24.
- Radnóti K. (szerk.) (2014): *A természettudomány tanítása*. Szakmódszertani kézikönyv és tankönyv. Mozaik Kiadó, Szeged.
- Rawlinson, J. Geoffrey (1989): *A kreatív gondolkodás és az ötletbörze*. Novotrade, Budapest
- Tóth Albertné, Baloghné Vámos Mária, Tóth Magdolna (2014): *Kompetenciák fejlesztése a kémiaórákon*. Előadás 2014. Debrecen Workshop (kémiatanári szekció).



### 3. FEJEZET

---

## ***Kooperatív technikák alkalmazása a kémia tanításában és tanulásában***

***BOHDANECZKY Lászlóné***

A tanórai munka egyik fontos ismeretátadási és ismeretszerzési lehetősége a tanulói együttműködés. A kooperatív tanulási forma a tanulók kis-csoportos tevékenységén alapul. A csoporton belüli ismeretelsajátítás alkotó módon történik, melynek során a hangsúly a közös munkára tevődik.

A kooperatív technikáknak fontos szerepe van a tanulókhöz alkalmazkodó, differenciált oktatásban, valamint a tehetségfejlesztésben is. Kooperáción alapulnak a különböző képességfejlesztő gyakorlatok, a drámapedagógiai és a 4. tématerületen tárgyalt projekt módszer is.

#### **A kooperativitást megvalósító elvek**

A csoportokban végzett munka akkor válik igazán kooperatív tanulás-sá, ha az alábbi *elvek* érvényre jutnak a tananyag-feldolgozás során.

- A csoport tagjainak egymásra utaltsággal kell végezni feladatait, mivel az egyéni eredmények járulnak hozzá a csoport sikeréhez, illetve azon alapulnak.
- Egyenlő részvételi lehetőséget szükséges a tagok számára biztosítani. Mindenkinek a feladatok nehézségi fokát tekintve a neki legmegfelelőbbet kell kapnia. A csoporton belül munkamegosztást lehet kialakítani, lehetőséget adva egymás segítésére, a jobb együttes teljesítmény elérésére.
- A munkavégzés ideje alatt az egyidejű feladatvégzést is biztosítani kell.
- A csoport munkáját egyéni teljesítmény alapján kell értékelni.

### **A kooperatív tanulás előnyei**

A csoportmunka előnyeit az alábbiakban összegezhetjük.

- A tanulók megismerik a közösen végzett tevékenységi formákat az ismeretszerzés folyamatában, megtanulják a gyakorlati életben is fontos szerepet játszó team munka módszerét.
- Csoportmunkában a tanulók önállóan és közösen is oldanak meg feladatokat, így lehetővé válik képességeik sokirányú kibontakoztatása, ötleteik megvalósítása.
- A csoportmunkára nem jellemző a tagok közötti versengés, nem akarják egymást túlszárnyalni. Az együttműködés és a jó teljesítmény elérése válik fő motiváló erővé.
- A diákok elgondolásaikat megbeszélhetik társaikkal, segíthetik egymást a problémák megértésében és megoldásában, miáltal a tanulók aktivitása jelentősen megnő az órai munka során.
- Lehetővé válik számukra a szereplés, a megoldások szóbeli kifejtése.
- A csoport együttes munkája oldottabb légkört teremt a gátlásosabbak számára.

### **Csoportosítás a feladatok összetétele alapján**

- Egyszerű csoportmunka *azonos* feladattal.
- Kombinált csoportmunka *különböző* feladattal.

### **Tanulói csoportok szervezése és helyszíne**

A csoportok szervezését megelőzően fontos tanári munka annak elérése, hogy minden tanuló számára *érthető* legyen az *óra menete*, az *időbeosztás* és a *konkrét feladatok*.

A tanár számára a kooperatív módszerrel történő tanítás egyik legnagyobb körültekintést igénylő feladata és legelső lépése a *csoportok szervezése*.

A *csoportlétszám* meghatározásánál biztosítani kell a gyerekek egymás közötti kommunikációjának lehetőségét, ne legyen olyan tanuló, aki a háttérben tud maradni. Egy osztályban nem célszerű sok csoportot létrehozni. A létszámtól függően ideálisnak mondható a 4-6 fős csoport.

A másik fontos tényező a munka helyszínének kialakítása, a *terem berendezése*. A csoportokat elkülönülten célszerű elhelyezni. Jó megoldás

például a padok átrendezése. Ha ez nem lehetséges, akkor az egymáshoz közeli gyerekek egy csoportba sorolása jelentheti a megoldást.

### **A csoportok tanulói összetételének meghatározása.**

Kialakíthatunk *homogén* összetételű csoportokat, melyekbe az azonos képességű tanulók kerülhetnek. Fennállhat ilyen esetben az a veszély, hogy nem érvényesül a jó képességű tanulók pozitív, gyengébbekre gyakorolt, fejlődésüket segítő hatása.

Tudatosan alakíthatunk ki *heterogén* összetételű csoportokat. Úgy célszerű a tanulókat összeválogatni, hogy legyen bennük olyan személy, aki jól rajzol, vagy jó szervező, jó kommunikációs képességű, vagy jól tudja a kémiát. Mindezen tulajdonságok erősítik a különböző képességek kibontakoztatását és fejlesztését.

Sok esetben a tanulók hozzáállása alapján szervezhetünk úgynevezett *attitűdcsoportokat*. Lehetőség van olyan tagokból álló csoport kialakítására, akik manuálisan szeretnek tevékenykedni, vagy szeretnek elméleti anyagot feldolgozni, vagy egyéb az óra anyagához igazodó feladatokat vállalni.

A csoportok kialakítása történhet a tanulók választása, egyszerű *szimpátia* alapján. Ezen megoldás mellett az szól, hogy a tanulók számukra pozitív, baráti környezetben tevékenykedhetnek. Így oldottabb légkörben dolgozhatnak, mely segíti a gátlások feloldását, a jobb eredmények elérését.

Ennek a szervezési módnak az a veszélye, hogy lesznek olyan tanulók, akiket társaik nem választanak ki.

A csoportszervezés lehet *véletlenszerű*. Ennek lényege, hogy egy játékos feladatban kerülnek össze a csoporttagok. Pl. Az egy csoportba kerülők azonos színű kártyát húznak. Ezt a módszert akkor érdemes alkalmazni, ha a feladatmegoldás szempontjából nincs jelentősége a csoport személyi összetételének, és egyszeri alkalomról van szó.

Ha alkalomszerűen (ritkábban) élünk a csoportalakítás lehetőségével, akkor *ülésrend szerint* is szervezhetjük a tanulókat. Akik közelebb vannak egymáshoz, azok alkotják a csoportot.

Természetesen sok *más* szempont alapján is dönthet a tanár, melyet az adott téma határoz meg.

### **Csoporton belüli szerepek**

A munka hatékonyabbá és a diákok számára érdekesebbé tehető az úgynevezett *csoportszerepek* kiosztásával. A szerepek a feladatok jellegetől függenek, így lehet egy csoportban jegyző, felolvasó, kísérletező, szóvivő, szakértő stb. Fontos, hogy ezek a kijelölések ne állandósuljanak. Mindenkinek ki kell próbálni, meg kell tapasztalni a különböző szerepek tartalmát és funkcióját.

### **A tanári funkciók**

Megváltozik a tanár feladata. A hagyományos, az óra menetét leíró vázlat helyett ebben a szituációban az egyes csoportok számára kijelölt tananyagrészből konkrét feladatokat szükséges összeállítania. Ezek a tanulói segédletek lehetnek olvasmányok, feladatlapok, képek, grafikonok, vagy kísérleti eszközök, modellek.

A tanóra vezetésénél a tanár feladata a segítségadás, a munka folyamatos kontrollálása.

Oda kell figyelnie arra, hogy a domináns szerepet vállaló tanulók miatt egyesek ne kerüljenek passzivitásba, mindenki kapjon lehetőséget a különböző megnyilatkozásokra.

Az időbeosztás tervezése, a csoportmunka haladási ütemének, az időkorlátok betartásának biztosítása szintén fontos tanári feladat.

A tanórai fegyelem is megváltozik a megszokotthoz képest. Az osztályterem nem lesz csendes, hiszen a tanulók beszélhetnek egymással, vagy különböző manuális feladatot végezhetnek. Meg kell tanulniuk úgy dolgozni, hogy ne zavarják egymást, vagy a másik csoport munkáját. Jelenlétével a tanár egyúttal a fegyelmet is biztosítja.

Számítani kell arra is, hogy az ismeretelsajátítás a megszokottnál hosszabb időt vesz igénybe. Lassabban lehet haladni az anyaggal. Fontos tehát a megfelelő óraszámok kijelölése, a tananyag időben történő elvégzésének biztosítása.

**A csoportmunkák lehetséges tartalmai, a tananyag kiválasztása**

A tanárnak gondosan kell kiválasztani azokat a tantárgyi területeket, melyeket kooperációs technikával szeretne feldolgozni. Nem minden tananyagrészt alkalmas a csoportos feldolgozásra!

- Legtöbbször nem új ismeretek feldolgozására, hanem már a *meglévő tudásra építve* alkalmazzuk a kooperatív módszert. Ilyen lehet egy témakör összefoglalása vagy a gyakorló óra. A tanulók egyéni ötletekkel bővíthetik a saját, illetve társaik tudását. Ezen ismeretek összegyűjtése fejleszti asszociációs képességüket, a témához tartozó ismereteiket. A tanár is tanulhat, ugyanis a produktumok által tárhatja fel a gyerekek tudásbázisát, esetleges téves képzeteiket.
- *Új ismeretek* feldolgozásakor a csoporttagok számára a témának megfelelő elolvasandó anyagot adunk, melyet meghatározott szempontok szerint a tanulóknak fel kell dolgozni, és azokból következtetéseket kell levonni. A feladatok nem egyeznek meg, ez egyéni munka. A szintézis lehetőségét a feladatok egyéni megoldása után az összegzés adja. Az eredmény megjelenhet egy táblázat, egy tabló, egy rajz vagy más produktum formájában.
- Csoportos ismeretszerzés lehet *kutatás* is. A tanulók már a feladatkijelöléskor szétosztják a munkát és a végeredményt a részmegoldások szintéziséből állítják össze. Az ilyen jellegű munkák általában tanórán kívül végezhetőek el. Feladat lehet például egy kísérlet megtervezése és végrehajtása. Ehhez első lépésként a szakirodalmat szükséges felkutatni, eszközöket kiválasztani, majd a kísérletet végrehajtani, az eredményeket értékelni.
- Lehet kooperatív csoportmunkát szervezni egy *konkrét probléma* megoldására is. Környezetkémia órán jól alkalmazható a módszer. Probléma lehet például egy szélerőmű üzembe helyezésének kérdése. A tanulók feladata lehet érvelés a megépítés mellett, valamint az ellenérvek összegyűjtése, kiadott anyagok áttanulmányozása kapcsán.

### **A szóbeli beszámoló**

A csoportmunkák legfontosabb feladata az eredmények összegzése és közzététele, a *szóbeli beszámoló*.

Ebben a munkafázisban az egész osztály figyelme a legszükségesebb tényező. El kell érniük, hogy a csoporttagok egymás beszámolóit meghallgassák.

Vigyáznunk kell arra, hogy a beszámolókra időkorlátokat adjunk azért, hogy a kitűzött feladatok megoldását minden csoport ismertetni tudja.

A prezentáció történhet elektronikus anyag bemutatásával, konkrét tárgyi bemutatással. (rajzok, modellek, tablók, jegyzetek...)

#### *Problémák a beszámolók kapcsán*

Problémát okozhat, ha a szóvivő olyan személy, aki csoportjában a legtöbbet dolgozott, miáltal beszámolójában többségében saját eredményeit mutatja be. Ennek megelőzésére a szóvivő személyének kiválasztását a tanárnak szükséges irányítani.

Gondot jelent, ha a tanulók nem figyelnek a beszámolóra. Ez a probléma általában akkor lép fel, ha a feladat nem motiválta őket, nem keltette fel érdeklődésüket. A problémát kiküszöbölendő, már az óra kezdetén érdemes közölni a tanulókkal, hogy a témát számon fogjuk kérni.

Sok esetben előfordulhat, hogy a beszámolók túlságosan hosszúak. Ennek elkerülésére időkorlátok adhatók, melyek betartásához ragaszkodnia kell a tanárnak. Figyelmeztetni szükséges a tanulót még az idő lejártá előtt, valamilyen nem bántó jelzéssel. (kézfeltartás, kopogás...stb)

### **Értékelés**

A csoportmunkák értékelésének jellemzője, hogy *több szinten* történik, a pedagógus szerepe ebben is megváltozik. Új eszközöket, módszereket alkalmaz és bevonja diákjait is a munkába.

Az értékelés főbb szintjei az alábbiak.

#### *Csoporton belüli értékelés formái*

*Önellenőrzés.* A csoporttagok saját munkájukat értékelik azáltal, hogy javítják a rossz válaszaikat, kiegészítik a hiányosságokat. Így saját tevékenységükről a maguk számára pozitív vagy negatív visszajelzést kapnak.



*Egymás munkájának értékelése.* Jellemzője, hogy minden tanulói megnyilvánulás kötetlenül történik, melyre a munka során mindenkinek lehetősége van. Ilyenek a dicsérő szavak, kisebb elmarasztalások, egymás hibáinak szóbeli javítása.

*Tanári értékelés.* A tanár felméri az egyéni előrehaladás ütemét, csoporton belül pedig személyre szabottan értékeli. Rákérdez a megoldás részleteire, biztat, esetenként rámutat a hibákra. Mivel véleményét más csoportok tagjai nem hallják, a légkör nyíltabb és őszintébb tanár és diák között.

#### *Csoporton kívüli értékelés formái*

*Az egyes csoportok munkájának értékelése.* A diákok az egész osztály előtt értékelik egymás munkáját, amit az előadások meghallgatása után tudnak megtenni. Az értékelés szempontjai lehetnek az előadás érthetősége, az előadó stílusa, felkészültsége, a beszámoló tartalma.

*Tanári értékelés.* A tanár részéről az egész osztály, a csoportok és az egyének értékelése történik meg. Fontos eleme az értékelésnek, hogy a csoportokat *nem érdemjeggyel* minősíti, mert az nem lenne igazságos arra való tekintettel, hogy a csoporttagok feladatvállalása nem azonos értékű. Tartalmában a tanár értékeli a feladatmegoldás sikerességét, a csoportmunkában mutatott aktivitást, szervezethez. Kitér a bemutatott feladat tartalmi megoldásának sikerességére, javítja a hibákat, és minősíti a csoportvezető tevékenységét. Fontos megemlíteni, hogy a tanár véleményalkotása mindig előremutató és ösztönző kell legyen.

Tanulónkénti érdemjegyadásra csak egy későbbi órán kerülhet sor szóbeli vagy írásbeli felelet alapján.

Az alábbiakban néhány kooperatív technikát alkalmazó, csoportmunkában végzett ismeretfeldolgozást mutatok be. A módszerrel sok esetben a környezetkémiai problémák eredményesen taníthatóak.

### **Óraterv** (rövidített változat)

*Téma:* A levegőszennyezés okozta környezeti problémák

*Évfolyam:* gimnázium 9. osztály

*Az óra módszere:* kooperatív csoportmunka

*Célok és feladatok:* Légszennyező anyagok kémiai tulajdonságainak, szennyező forrásainak, azok környezetre gyakorolt hatásainak megismerése. Csoportmunkában tanulmányozzák a levegő szennyezéséből adódó környezeti problémák –szmog, savas eső, üvegházhatás, ózonréteg elvékonyodás- jelenségét, mechanizmusát, okozóját, következményeit. A környezetre gyakorolt lokális, regionális, globális méretű hatását, a problémák megoldási lehetőségeit.

*Fejlesztési követelmények:* Tudatosítani kell a tanulóknak a légszennyező anyagok káros hatását, a környezetet károsító gázkibocsátás csökkentésének szükségességét környezetbarát elvek, módszerek, formák előtérbe helyezésével. Fel kell hívni a figyelmet a levegőtisztaság jelentőségére, védelmére, a környezettudatos életmód fontosságára.

*Koncentrációs lehetőségek:*

*Kémia:* A levegőszennyezők kémiai tulajdonságainak átisméltése

*Biológia:* A levegőben felhalmozódott gázok élővilágra, az emberi szervezetre gyakorolt hatása.

*Földrajz:* A levegőszennyezés éghajlati hatásai. ( A szennyezés nem ismer országhatárokat)

*Az óra menete:*

*Isméltés:*

A tanulók frontális osztálymunkában összegzik a légszennyező gázok legfontosabb tulajdonságait az alábbi táblázat kitöltésével.

	szén- monoxid	szén-di- oxid	metán	nitro- gén- dioxid	kén- dioxid	ózon	freonok
<b>képlete</b>							–
<b>színe</b>							–
<b>szaga</b>							–
<b>forrás</b>							
<b>élettani hatás</b>							
<b>környezeti hatása</b>	szmog	üveg- ház- hatás	üveg ház- hatás	szmog, savas eső	szmog, savas eső	szmog	ózon réteg káro- sító

*Új ismeret feldolgozása:*

A tanulók a továbbiakban a táblázat alsó sorában található környezeti hatásokkal foglalkoznak csoportmunkában.

A tanár 6 fős csoportokra osztja az osztályt, ülésrend szerint. A magas osztálylétszám miatt a különálló csoportok száma is 6, melyekben kijelöl egy szóvivőt. Választása véletlenszerűen történik.

A szóvivők a fenti környezeti problémákra utaló fényképet húznak, és a környezeti hatás kitalálása után kapják a feladataikat.

1. üvegházhatás
2. savas eső
3. ózonréteg elvékonyodása
4. szmog
5. savas eső
6. üvegházhatás

Minden csoport a témával kapcsolatos olvasmányt kap, személyenként ugyanazt, melyet az alábbi szempontok alapján kell megbeszélniük, ill. feldolgozniuk. A válaszokat rögzítik a saját füzetükbe.

A megoldáshoz 15 perc áll rendelkezésre.

Környezeti probléma	Üvegházhatás	Savas eső	Szmog	Ózonréteg vékonyodása
Szennyezési szint				
A jelenség mechanizmusa				
A jelenséget okozó gázok				
Következmény(ek)				
Megoldás				

*Beszámolók:* Minden csoportszóvivő a fenti szempontok alapján beszámol az olvasottakról. Időkeret: 2 perc.

A táblázatot a tanár irányításával töltik ki a tanulók (fóliaábrán vagy a hagyományos táblán), melyet végleges formában a füzetükben is rögzítenek.

A tanár röviden értékeli a csoportok munkáját a megoldások szakmai helyessége, az előadás kivitelezése szempontjából.

*Házi feladat:* Tegyük fel, hogy te vagy Magyarország környezetvédelméért felelős minisztere, és csökkenteni szeretnéd országod légszennyezését. Milyen intézkedéseket hoznál?

### **A csoportmunka alkalmazása a kémia órákon, tanári tapasztalatok megjelenése a téma szakirodalmában.**

Az alábbiakban a nitrogéncsoport elemeinek tanításáról kaphatunk képet, egy általános iskola nyolcadik osztályában megvalósított csoportmunkáról (Németh, Gebei 2007).

Az előkészítő munka rendkívül körültekintően történt. A szakmai célok kijelölése mellett megtörtént a fejlesztési feladatok gondos megfogalmazása.

#### *Az óra előkészítésének és a szervezés fázisainak bemutatása*

A témakört 5 altémára osztották. (Elemi nitrogén, ammónia, nitrogén-oxidok, salétromsav és szmogok.)

Az órai kompetenciafejlesztés területei:

Kognitív, szociális, személyes és speciális kompetenciák.

*Előkészítő munka:*

10 feladatlap, mely csoportonként tovább bontható volt.

Az ismeretfeldolgozás a tanulói aktivitást segítette. Pl. Kísérletezés, rajzos feladatok, könyvtárhasználat, modellhasználat, táblázatkitöltés, grafikonelemzés, szövegértési feladatok.

Kiemelten foglalkoztak a környezetvédelmi problémákkal, egészségnevelési vonatkozásokkal.

Kapcsolódási pontokat kerestek különböző tantárgyakkal.

A tanulási környezetet az órakezdesre biztosították.

*Végrehajtás:*

Csoportok létszáma: 4-5 fős

Szerveződés alapja: szimpátia

A munka időtartama: 3+1 tanítási óra

A munka megkezdése előtt a tanulók pontos ismertetést kaptak a feladatokról.

Az anyag feldolgozására 40 perc állt rendelkezésre.

Az óra végére vázlat készült, melyet kijavítva a tanuláshoz használhattak fel.

Az értékelési szempontokat gondosan megfogalmazták, és a tanulók és tanáruk egyaránt elmondták véleményüket. Az egyéni teljesítmények értékelésére egy gyakorló óra után került sor.

*A tanári tapasztalatokról:*

A csoportmunka előkészítése rendkívül időigényes.

Az időbeosztás alapos tervezést igényel.

Egy témakör a hagyományos órabeosztásnál több tanórát igényel.

Több témakört felölelő csoportmunkánál gond a hiányzások kezelése.

Pályakezdő években a módszert kevésbé ajánlják kollégáiknak.

Olyan kompetenciák is fejleszthetőek, mint az önálló információkeresés, lényegkiemelés.

Nagy a fénymásolás anyagköltsége.

*Magas volt az órák tetszési indexe.*

A tanár partnerként jelenik meg az órán, javul a tanár-diák viszony.

Kevés a kimunkált és kipróbált tanári segédanyag.

A tanításban változtatni kell az egyes módszereket, mert egyféle módszer alkalmazása unalmassá válna a diákok körében.

A módszertani folyóiratokban sok tanár számol be sikeres csoportmunkáról, melyek más tanárok számára is eredményesen használható ötleteket adnak, színesítik a kémiaoktatást. Jogosan merül fel az igény egy kimunkált és a tanításban kipróbált segédkönyv elkészítésére.

### Ajánlott irodalom

- A hagyományos és kooperatív technikák összehasonlítása [http://janus-ttk.pte.hu/tamop/tananyagok/koop\\_tech\\_oj/a\\_hagyomnyos\\_s\\_a\\_kooperativ\\_tanuls\\_sszehasonltsa.html](http://janus-ttk.pte.hu/tamop/tananyagok/koop_tech_oj/a_hagyomnyos_s_a_kooperativ_tanuls_sszehasonltsa.html)
- Arányiné Haman Ágnes (2004): *Kooperatív tanulási és tanítási technikák alkalmazása a kémiaoktatásban*. Budapest Flaccus Kiadó, 2004.
- Benda József (2002): A kooperatív pedagógia szocializációs sikerei és lehetőségei Magyarországon I. és II. *Új Pedagógiai Szemle*, 2002. szeptember és október. <http://epa.oszk.hu/00000/00035/00063/2002-09-ta-Benda-Kooperativ.html>, <http://epa.oszk.hu/00000/00035/00064/2002-10-ta-Benda-Kooperativ.html>
- Demeter Zita, Tóth Györgyné, Szászi Beatrix Henrietta (2009): Csoportmunka 25 perc alatt. *A Kémia Tanítása* 2009/5. szám 8-13
- Gabnai Edit, Németh Veronika (2007): A kőolaj és földgáz tanítása csoportmunkával. *A Kémia Tanítása*, 2007. 5. szám
- Knausz Imre: Kooperatív tanulás. In: *A tanítás mestersége*. <http://mek.oszk.hu/01800/01817/01817.htm#16>
- Kooperatív tanulási technikák*. [http://fejlesztok.hu/images/modszerek/-kooperativ\\_technikak.pdf](http://fejlesztok.hu/images/modszerek/-kooperativ_technikak.pdf)
- Németh Veronika, Gebei Laura (2007): Tapasztalatok a csoportmunkáról. *A Kémia Tanítása*, 2007. 1. szám
- Óhidy Andrea (2005): Az eredményes tanítási óra jellemzői. Kooperatív tanulási formák a gyakorlatban. *Új Pedagógiai Szemle*, 2005. december <http://www.oki.hu/upsz>
- Dr. Spencer Kagan (2001): *Kooperatív Tanulás*. Önkonet Kft., Budapest.
- Zágon Bertalan, Nagy Ilona: A kooperatív módszer. In: *Tanári kézikönyv. Szociális kompetencia 1–12. évfolyam*.

### *A projektmódszer alkalmazása a kémia tanításában*

**BOHDANECZKY Lászlóné**

#### **A projektmódszer**

A jelenkori tanítás módszertanában a tanulói projektek készítését a reformpedagógiával hozzák kapcsolatba. A szó latin eredetű, tervet, tervezetet, javaslatot jelent. Tudnunk kell azonban, hogy ennek a módszernek a kialakulását, az alapokat az 1800-as évek második felében szükséges keresnünk. Több XIX. századi pedagógus, köztük J. Dewey, majd W. H. Kilpatrick vezette be, illetve alkalmazta a módszert pedagógiai gyakorlatában projekt néven. A projekt lényegét komplex, tervszerű, cselekvő együttműködésen alapuló tevékenységként értelmezték. Projektkészítésükben fontos tartalomként említendő meg a gyakorlati alkalmazás, a problémaközpontúság, és az egyéni tapasztalatszerzés, mely csak konkrét tanulási környezetben valósulhatott meg. A projekteknek életszerű tudást kellett közvetíteniük a diákok számára. A pedagógusszerepek változása, miszerint a tanár nemcsak ismereteket ad át, hanem együttműködik tanítványaival nem új keletű felvetés a pedagógiában.

A projekt mai meghatározása (Pedagógiai Lexikon):

*„Olyan oktatásszervezési eljárás, amely az oktatás menetét gyakorlati problémák megoldása köré csoportosítja.”*

A jelenkori pedagógia is alkalmazza a projektkészítést, mint tanítási stratégiát, az irányzatot projektpedagógiának szokás nevezni. Pontosabban a projektpedagógia szűkebb értelmezésben egy téma körüljárását jelenti. Tágabb értelmezésben; minden intenzív, a szokásos tanítási formákat elhagyó, nem pusztán egy tananyag elsajátítását megvalósító tanulási tevékenység.

A projektoktatás egy tartalmában pontosabb megfogalmazását Hege-dűs és munkatársai (2002) adják, akik szerint

„egy **tanulási-tanítási stratégia**, a tanulók által elfogadott vagy kiválasztott probléma, téma feldolgozása,

- amely egyénileg vagy csoportban történik, megszüntetve, feloldva a hagyományos osztály-tanóra kereteket; a végeredmény minden esetben egy bemutatható szellemi vagy anyagi alkotás, produktum,
- és az alábbi jól elkülöníthető szakaszokból áll:
  - témaválasztás,
  - tervkészítés (célok és feladatok megfogalmazása),
  - szervezés,
  - adatgyűjtés,
  - a téma feldolgozása,
  - a produktum összeállítása, bemutatható formában,
  - a projekt értékelése, korrigálás,
  - a produktum bemutatása, nyilvánossá tétele,
  - a projekt lezárását követő tevékenységek.”

A pedagógiai szakirodalom a *projektoktatás kritériumait* az alábbiakban fogalmazza meg.

A kiindulópont a tanulók problémafelvető kérdése legyen, a tervezés közösen történjen.

A projekt megoldása tevékenységen keresztül kapcsolódjon a valóságos helyzetekhez.

Adjon módot individualizált munkára.

Kidolgozása összefüggő, hosszabb időtartamra nyúljon el.

A cél az iskolán kívüli helyzet megismerésére vagy megváltoztatására vonatkozzék.

Interdiszciplinaritás jellemezze.

A pedagógusok és a tanulók egyenrangú, ám különböző kompetenciákkal rendelkező partnerekként dolgozzanak együtt.

A tanulók önállóan döntsenek, és legyenek felelősek saját döntéseikért.

A pedagógus vonuljon vissza stimuláló, szervező, tanácsadó funkcióba.

A tanulók közötti kapcsolatok erősek, kommunikatívak legyenek.

### **A projektorientált tanulás**

Jellemzője abban áll, hogy a tantárgyi anyag elsajátításának módja megváltozik, ugyanis a tanuló cselekvően vesz részt a munkában, a döntéshozatalban. A célok megválasztásával a tanuló érdeklődésének megfe-



előre lehet részt a csoportmunkában, mivel a projektek többnyire a szak-  
tárgyakon túlmutató komplex problémamegoldásokat tesznek lehetővé.

A projektorientált tanulás életszerű, a valóságra vonatkoztatott tanulás.  
A csoportok tagjai azonos jogokat élveznek. A projektek nem feltétlenül  
az iskolai falai között valósulnak meg, miáltal a diákok más intézmények-  
kel kerülhetnek munkakapcsolatba.

Ez a fajta tanulásszervezés megváltoztatja a tanár szerepét, valamint  
teret biztosít a rugalmas munkaszervezés módszerének megvalósításához.  
Ez a tanulási mód konkrét produktumhoz vezet.

### **Projekt típusok**

A projektek többféle szempontból csoportosíthatóak.

*Célterületük* szerint lehetnek:

- technikai
- művészeti
- környezeti nevelési
- gazdaságismereti
- kutatási
- vegyes

*Tartalmuk* szerint lehetnek:

- tantervi célokat, tartalmakat, követelményeket feldolgozó projekt
- tanterven kívüli célokat, tartalmakat feldolgozó projektek
- vegyes (tantervi vagy tanterven kívüli)

*Interdiszciplinaritás* szerint lehetnek:

- szűk tartalmú projektek (egy produktumú)
- multidiszciplináris (különböző műveltségi területeket kapcsol össze)

*A résztvevő diákok száma* szerint:

- iskolai szintű
- évfolyamszintű
- osztályszintű
- kiscsoportos
- vegyes (életkor szerint különböző)
- egyéni projekt

Időstruktúra szerint:

- folyamatos
  - néhány órás
  - egynapos
  - többnapos
  - egyhetes
  - nagyobb egység
- nem folyamatos
- vegyes

*Témaválasztás szerint*

- pedagógus választja
- pedagógus és diák együtt
- diákok választják

*Produktum* alapján is osztályozható (pl. színi előadást bemutató, kiállítást szervező...).

### **Projekt tervezése és megvalósítása**

A projektkészítés valójában három fő munkafázisra osztható, melyekhez konkrét feladatok elvégzése kapcsolódik.

- Témák megkeresése, kiválasztása, célkitűzés megfogalmazása
- Tervezés, szervezés
- Kivitelezés

### **Témák megkeresése, kiválasztása, célkitűzés megfogalmazása**

A témák kijelöléséhez fontos a tanár vagy a diák ötlete. Dönteni kell arról, hogy milyen célterületen és milyen tartalommal fognak projektmunkát kijelölni.

A megvalósítás személyi feltételeit illetően fontos a tanulói közösség, vagy az egyén kiválasztása.

Meg kell határozni továbbá az oktatási és fejlesztési célokat.

A kémia tantárgy tartalmi keretei között válogatva találhatóak olyan tananyagrészek, melyek projektmódszerrel taníthatóak. Nem minden tananyagrész tanítható projekt formában.

A tanítási gyakorlatomban szerzett tapasztalataim alapján egy konkrét példa ismertetésével mutatom be egy középiskolai szakköri projekt elkészítésének és megvalósításának menetét.

*Témakiválasztás (ötlet):* A gimnázium 9. évfolyamán a tanulók kémia órán találkoznak az arisztotelészi négy őselemmel. Ezek a föld, a víz a tűz és a levegő. A gyerekek több tantárgyból, sokféle ismerettel rendelkeznek ezekről az anyagokról.

*Célkitűzés:* Készítsünk az arisztotelészi elemekről négy szakköri kiselőadást, projektoros prezentációval.

A projekt készítésekor lehetőség van a különböző tantárgyak anyagának *integrációjára*. Ezek a fizika, biológia, földrajz, informatika, magyar irodalom, technika, művészetek.

A természettudományos kompetenciákon kívül fejleszthető az anyanyelvi, digitális, művészeti előadói és szociális kompetenciájuk.

A legfontosabb képességfejlesztési célok:

A jelenségek komplex szemlélete a kémián kívül más természettudományos tárgyakban tanultak bekapcsolásával.

Annak felismerése, hogy a kémiatudomány és története az emberiség közös kincse.

Az új ismeretek beillesztésének képessége.

Önálló kísérletbemutató képességének kialakítása.

Digitális multimédiás eszközök használatának és szakmai anyagba illesztésének képessége.

Képi információk, ábramagyarázatok beillesztésének képessége.

Munkamegosztás, együttműködés képességének fejlesztése, valamint az egyéni felelősségvállalás és az egymás iránti tolerancia képességének kialakítása.

Környezettudatos magatartás fejlesztése.

Előadói készségek fejlesztése.

### **Tervezés, szervezés**

*A feladatok témákra ill. altémákra bontása, időbeosztás elkészítése, munkacsoportok szervezése, eszközök biztosítása.*

Egy témakörön belül, mely mind a négy „őselemre” vonatkozik az alábbi táblázatba foglalt *altémákat* jelöltük ki a tanulókat is bevonva a munkába.

A feladatok és részfeladatok kiosztása:

A tanulók a 9. évfolyam kémia szakkörének tagjai és önként vállalkozó tanulókból álltak (23 diák).

A munka felosztásának ismeretében a feladatokat *jelentkezés alapján* választották és vállalták el a tanulók.

A szakmai problémákat két alkalommal beszéltük meg, a tanári segítségadás folyamatosan történt konzultációk formájában.

<i>feladat (téma)</i>	<i>részfeladatok (altéma)</i>	<i>tanuló kódja</i>	<i>időbe- osztás</i>	<i>produktum</i>
Kémiatörté- net	Irodalmi vonatko- zások összegyűjté- se: könyvtár, internet használat- tal. Az írásos anyag el- készítése ppt. fájl- ba.	X <sub>1</sub> -X <sub>4</sub>	szept. 15- okt. 20.	Történeti bevezető rész készítése.
Anyagtulaj- donságok	Fizikai tulajdonsá- gok összegyűjtése: érdekességek (tan- könyv, szakiroda- lom). Írásos anyag elkészítése. (ppt)	X <sub>5</sub> -X <sub>6</sub>	szept. 15- okt. 20.	A négy őselem tu- lajdonságainak bemutatása
	Kémiai tulajdonsá- gok, kémiai kísér- letek bemutatása, fényképes illusztrá- cióval.	X <sub>7</sub> -X <sub>8</sub>		
Digitális fényképfel- vételek készítése	A kémiai és fizikai tulajdonságok rész- hez kapcsolódóan.	X <sub>9</sub>	szept. 20- okt. 20.	Fényképes illusztrá- ciók.
Felhaszná- lásuk, Szerepük a mindennapi életben.	Adatok, érdekessé- gek gyűjtése, képi illusztrációkkal. Könyvtár, internet.	X <sub>10</sub> -X <sub>14</sub>	szept. 15- okt. 20.	Ábrák, folyamat- ábrák, illusztráci- ók és a hozzájuk tartozó szöveg ppt formátumban.
Megbeszé- lés	Beszámolók az ed- dig elvégzett mun- káról.	Minden tanuló	okt. 1.	Az eddig elkészít- ett munkák be- mutatása.

Környezeti problémák	Talaj, víz és levegőszennyezés. Az égési folyamatok környezetkárosító hatásai.	X <sub>15</sub> -X <sub>19</sub>	szept. 15– okt. 20.	Írásos anyag ábrákkal ppt. formátumban.
Megjelenésük az irodalomban	Versek, regényrészletek felkutatása.	X <sub>20</sub>	okt. 1– okt. 25.	Néhány rövid mű felolvasása.
A bemutató anyag összeállítása, megbeszélés	Az elkészült részfeladatok összerakása számítógépen.	X <sub>21</sub> -X <sub>22</sub>	okt. 20– okt. 25-ig	A szakköri előadás teljes anyaga ppt-n.
	Előadások meghallgatása.	Minden csoportból egy tanuló		Kész produktum meghallgatása.
	Technikai felelős feladatai (körülmények megteremtése, meghívás közzététele).	X <sub>22</sub> -X <sub>23</sub>		Számítógép és projektor előkészítése, meghívók kifüggesztése a kémia szertár ajtajára és a faliújságra.
Bemutató	Előadások	Minden csoportból egy tanuló	okt. 30. 15 óra	Bemutató előadások, tanári konferálással.
Értékelés	Önértékelés	Valamennyi tanuló	nov. 4. szakkör	
	Társértékelés			
	Tanári értékelés			

*A projekt eszközigénye:* szakkönyvtár, egyéb könyvtári könyvek; számítógép, projektor; digitális fényképezőgép; vegyszerek és laboratóriumi eszközök; kartonpapír. A szükséges eszközöket az iskola biztosítja.

### Kivitelezés

#### *A téma feldolgozása*

A tartalmi feldolgozás otthoni munkában történt. A kísérletek elvégzése tanári segítséggel szakköri tevékenység volt. A diákok a megbeszélésen bemutatták a kijelölt határidőig elkészült anyagot, amit saját elkép-

zeléseik alapján állítottak össze. A szakmai hibákat egymás közt javították, esetenként tanári segítséggel. Ötleteiket megosztották diáktársaikkal.

Néhány esetben új ötletek születtek, melyeket utólagosan a tervbe építettünk. Pl. csak verseket adtak elő az irodalmi kapcsolódások részben.

#### *Zárás, értékelés, továbbfejlesztés*

A bemutató előtti megbeszélésen szakmai szempontból értékeltük az anyagot.

A bemutatót követő szakköri foglalkozáson egyénileg is meghallgattuk a szereplőket, majd a csoport tagjainak véleményét.

Az értékelés szempontjai az alábbiak voltak:

Az előadás logikai felépítettsége

A szakmai nyelvhasználat helyessége

A témák feldolgozásának módja: érdekessége, különlegessége, gondolatébresztő hatása.

Az előadó stílusa.

A tanulói és tanári értékelések alapján elmondható, hogy a projekt érdekes, szakmailag igényesen kidolgozott, jól illusztrált volt.

Megállapodtunk abban, hogy a munka folytatásaként posztereket készítünk az összegyűjtött anyagból, melyeket az előadóban fogunk kifüggeszteni. A bemutatót más évfolyamokon, az órai témákhoz kapcsolódóan oktatási segédanyagként használjuk fel.

Az előadások sikerélménye, a tanulók öntevékeny munkája meghozta eredményét. A diákok érdekesnek és folytatandónak ítélték a projekt készítését, mint a tanórák illetve szakköri foglalkozások újszerű feldolgozásmódját. Elmondásuk szerint jobban élvezték az önálló ismeretszerzést és a csapatmunkát, mint a hagyományos foglalkozásokat.

### **Egyéb projekt típusok**

#### **Általános iskolai projektek és a tapasztalatok**

##### **A környezeti nevelés projektje**

A természettudományos projektek közül a leggyakoribbak a környezeti neveléssel foglalkozók.

A téma tartalmi gazdagsága folytán lehetőség van például, egy általános iskola valamennyi évfolyamára projektet meghirdetni, melynek célja

az iskola közelebbi környezetének és a környék természeti adottságainak és településszerkezetének megfigyelése.

Ezt a projektet valósította meg egy gyakorlóiskola (Zeke, 2005) azzal a céllal, hogy az alsó évfolyamosok iskolájuk környezetének megfigyelésével végezzenek el feladatokat, a felsőbb évfolyamosok a környék természetes és épített értékeivel ismerkedjenek.

A tervezés fázisában az iskola tanárai megállapodtak abban, hogy egy-egy tantárgy óraszámából mennyit fognak a felkészülésre fordítani. A projekt megvalósításának módja az volt, hogy kirándulásokat, intézetlátogatásokat szerveztek, melyeken környezeti megfigyeléseket és környezetvizsgálati méréseket végeztek. Írásos dokumentumokat, rajzokat, térképeket, fényképfelvételeket készítettek, meghatározott program szerint. Az elkészített munkákat a projekt zárásaként kiállításon mutatták be. A legjobb munkákat díjazták.

### **Projekt módszer alkalmazása a tanítási órákon**

#### **Általános iskolai projektek, tapasztalatok**

A kémia órai tanulásban is van lehetőség a módszer alkalmazására. A pedagógusok újító törekvései révén kipróbálásra került egy általános iskola 8. osztályában a fémek témakörének projekt módszerrel történő feldolgozása (Hamarné 2004).

A projekt témája: A fémes elemek és vegyületeik a mindennapi életben. A téma feldolgozása 19 tanórán történt. A tanulók otthoni munkával anyaggyűjtést végeztek, a szaktárgyi ismereteket a tankönyvi lecke alapján tantermi órákon tanulták. Munkájukhoz írásos segédanyagokat kaptak tanáruktól.

A projekt zárásaként tablókat készítettek.

A tanulókat munkájuk és tárgyi tudásuk mérése alapján (témazáró dolgozat) érdemjeggyel értékelte tanáruk.

A tanulók visszajelzései a módszerről rendkívül kedvezőek voltak. A kémiát kevés kivétellel valamennyien a kedvelt tárgyak közé sorolták, ami tantárgyi motivációjuk pozitív irányú átalakulását prezentálja. Hasznosnak vélték a kémiatanulást, és szorgalmazták a módszer más tantárgyakban történő bevezetését.

Az órákon szívesen dolgoztak, és ami a legfontosabb, tantárgyi tudásuk a felmérő dolgozat alapján lényegesen jobbnak bizonyult a kontrollcsoporténál.

### **Középiskolai projektek, tapasztalatok**

Középiskolában valamivel kevesebb projektmódszerrel megvalósított ismeretszerzést találunk, mint az általános iskolákban. Ennek egyik oka az alacsony kémia óraszámokhoz tervezett elvégzendő tananyag nagy mennyisége, a tanulók érdeklődésének csökkent volta vagy hiánya.

Megnyugtató, hogy az új módszerek alkalmazására nyitott, kreatív tanári közösségek bővítették palettájukat és tanórai programokat dolgoztak ki a projekt készítés szempontjainak alkalmazásával. A tárgy iránt kevésbé érdeklődő diákok számára a 10. évfolyamon lehet például az evés és ivás (Kovácsné dr. Csányi Csilla 2004) témája köré szervezni órai tananyag feldolgozást projekt módszerrel. A diákok kérdőívekre adott válaszaikban a módszert jónak vélték, főként a munka önálló ismeretszerző, felfedeztető részét értékelték pozitívan.

Középiskolai tanári vélemények összegzése alapján elmondható, hogy a tanórák előkészítése rendkívül munkaigényes. A befektetett energiák csak később térülnek meg.

A megvalósításkor problémát jelent a megszokottól, a kijelölt órakerettől eltérő, magasabb óraszámigény.

Fontos kiemelni azt a tényt, hogy a diákok véleményét kikérő kérdésekre adott válaszaikban jobbnak találják a tanári magyarázat alapján történő óraszervezést. Ebben az életkorban már határozottabban jelenik meg a módszer alkalmazásának kritikája is.

### **A projektrendszerű oktatás problémái**

Tanári tapasztalatok alapján az alábbi problémákra figyelni kell, melyeket (Projektpedagógia 118–119. old.) összegyűjtve az alábbiakban lehet összefoglalni.

*„1. Nehezen ellenőrizhető, hogy a projekt elkészítése során a tanulók megtanulták-e azt, amit a tanár elképzelt.*

*2. Helyesen választotta-e meg a tanár a projektmunkákat, lefedi-e a tanterv főbb részeit, nem maradtak-e ki lényeges részek?*



3. *A tanterv, amelyhez készül, nem lehet túl részletes (túlszabályozott), mert a sok megkötés nem teszi lehetővé jó projekt tervezését.*
4. *Figyelembe kell venni, hogy a projekt elkészítéséhez kellő idő, megfelelő technika, ezzel együtt pénz szükséges. Technika alatt nemcsak a különféle műszereket, számítógépparkot, a projekt összeállításához szükséges alkatrészeket és szerszámokat kell érteni, hanem a tanulók önálló munkájához nélkülözhetetlen tankönyveket, de főleg szakkönyveket és szakkatalógusokat is. Az iskoláknak ehhez jól felszerelt könyvtárral kell rendelkeznie, ahol a szükséges szakirodalom a tanulók rendelkezésére áll.*
5. *A szakkönyvek, katalógusok nagy része csak angol (esetleg német) nyelven áll rendelkezésre, ezért különösen fontos, hogy a szakmai képzés folyamán a tanulók olyan szintű nyelvismerettel rendelkezzenek, hogy ezeket használni tudják.*
6. *Az oktatás a tanár részéről jobb szervezést, nagyobb tudást és széles látókört igényel.*
7. *A projektmunkához egy dokumentáció is tartozik. Aki a technikai részekre koncentrál, az megelégszik az egyszerűbb dokumentációval. A teoretikus típus többet ír, de a technikai kivitelezésre kevésbé ügyel. Ezek figyelembevételével az értékelés nagyon nehéz.*
8. *A végeredmény mindig egy hasznos termék kell hogy legyen, de mindig hangsúlyozni kell az elmélet fontosságát.*
9. *Az eredményesség feltétele, hogy a tanuló teljes életét átjárja az adott feladat.*
10. *Figyelni kell, hogy két ellentétes beállítottságú ember ne kerüljön huzamosabb ideig egy csoportba, mert hajlamosak az elméleti és gyakorlati feladatokra „szakosodni”.*
11. *A projektoktatásra a komplex jellegű tárgyak alkalmasak, a tananyagot ennek megfelelően kell összeállítani.*
12. *A projektmunka során a gyakorlat és az elmélet nem válnak el, hanem szerves egységet képeznek.*
  - *Csoportos bontásban lehetséges,*
  - *olyan szaktanteremben lehetséges, ahol az ismeretközlés és a munkához tartozó minden tevékenység elvégezhető,*
  - *a tanórákat össze kell kapcsolni, célszerű tanórablokkokat kialakítani az órarend kialakításakor.”*

### Javaslatok középiskolai projektekre

A tanárok témaválasztásának segítésére az Oktatókutató és Fejlesztő Intézet megbízásából tanárcsoportok közép és általános iskolák számára különféle projektterveket állítottak össze. A „háztartáskémia” projektet 10. osztályos tanulók számára javasolják. A cél a konyhai anyagok, háztartási vegyszerek vizsgálata, melyek szorosan kapcsolódnak a tanulók szerves és biokémiai ismereteihez.

A kísérletek nagy része otthon is elvégezhető, miáltal a pedagógus nem közvetlenül irányít, a tanulók önállóan vagy egymással együttműködve végeznek felfedező tevékenységet. A gyakorlati étellel szoros kapcsolatot lehetővé tevő feladatok a téma iránt motiválttá teszik a tanulókat. Sokféle tanulói képességfejlesztésre ad lehetőséget a projekt.

A munkák bemutatása tablók, figyelemfelkeltő plakátok készítésével, kiselőadások tartásával fejeződik be.

A témajavaslatok sokszínűek és érdekesek, azonban nincsenek kidolgozva.

A tanárok feladata a kidolgozás. Az alábbi ötletek azonban jól használhatóak.

A témajavaslatok:

- A benzin és a petróleum összetétele, háztartási szintű felhasználása. Benzin, mint oldószer, folttisztítás. Esetleg kőolaj-finomító látogatása.
- Terpének a háztartásban: virágok illóolajai, fűszernövények ízanyagai (pl. babér, kömény, kapor, gyömbér), karotinoidek (karotin, likopin, xantofil).
- Halogénezett szénhidrogének a háztartásban: a freon és a teflon tulajdonságai, alkalmazásuk, előnyeik és veszélyeik.
- Alkoholok, alkoholtartalmú tisztítószer, ételek, italok. Erjedés, szeszfőzés, szeszfokolás. Az alkoholok felhasználása, veszélyeik. Esetleg szeszfőzde látogatása.
- Glikol és glicerin a háztartásban. Hűtőfolyadék, kozmetikumok összetétele, kipróbálása, funkciója. Kozmetikumok készítése házilag. Esetleg kozmetikai gyár látogatása.
- Aldehyd- és ketontartalmú anyagok a háztartásban. Citromfű, keserűmandula, ánizs, vanília, fahéj, borpárlat. Aceton, mint oldószer.
- Szerves savak a háztartásban. Savas erjedés, tartósítás ecettel, ecetes ételek készítése. Vajsav és valeriansav az avasodó ételekben. Telített és

- telítetlen zsírsavak (palmitinsav, sztearinsav, olajsav) szerkezete, biológiai szerepe, ételek zsírsavtartalma. Tartósítás szalicilsavval. Oxálsav a sóskában, rozsdafolt eltávolítása, vesekő kialakulása. Almasav, citromsav. Tejsavas erjedés, izomláz, tejtermékek savanyodása, kovászos uborka, savanyú káposzta.
- Észterek a mindennapokban. Szappanok, tisztítószer típusai, működésük, alkalmazásuk. Zsírok és olajok különbségei, az ételek zsírtartalma, margarinkészítés. Gyümölcsészterek a likőraromákban. Viaszok a gyümölcsök héján. Koleszterin az ételekben, biológiai szerepe. Aszpirin hatóanyaga.
  - Nitrogéntartalmú heterociklusok a vitaminokban, klorofillben, hemoglobinban, gyógyszerekben. Kísérletek klorofiloldattal, vérrel, vitamin-tabletták vizsgálata.
  - Szénhidrátok a konyhában. Szőlőcukor, gyümölcscukor, répacukor és tejcukor az egyes élelmiszerekben. Kimutatásuk, kivonásuk, lebomlásuk. Édesítőszer vizsgálata, cukorbetegség, tejcukor-érzékenység. Cukorgyártás, esetleg cukorgyár látogatása.
  - Poliszacharidok a háztartásban. Keményítő vizsgálata, alkalmazása (étkezési keményítő, ruhakeményítés, csiriz), keményítő kivonása növényi magvakból, burgonyából. Cellulóz vizsgálata, a gyapot és a vatta használata, tulajdonságai. Esetleg papírgyár vagy textilgyár látogatása.
  - Fehérjék az életünkben. Magas fehérjetartalmú ételek, tejtermékek, hússok, növényi fehérjék vizsgálata. Fehérjék reverzibilis és irreverzibilis kicsapása. Kísérletek, konyhai műveletek fehérjékkel.
  - Műanyagok a környezetünkben. Különböző műanyag használati tárgyak vizsgálata, előállítása, előnyös és hátrányos tulajdonságaik. Természetes alapú műanyagok (viszkóz, gumi), szintetikus műanyagok (szilikonok, polietilén, PVC, bakelit, plexiüveg, terilénszálak, nylon).
  - Kolloid rendszerek a háztartásban. Szolok, gélek, habok, emulziók a konyhában. Készítésük, vizsgálatuk, öregedésük. Felületaktív anyagok a tisztítószer közt, működésük, használatuk.

### **Nemzetközi projektek**

Léteznek olyan nemzetközi iskolai oktatási projektek melyek hatásosan segíteni tudják az iskolai ismeretszerzést. Ilyen a nemzetközi eTwinning program, melyben tanulók és tanárok együttesen vehetnek részt, miközben különböző nemzetek diákjaival tanáraival végezhetnek feladato-

kat, cserélhetnek tapasztalatot. A szakmai ismeretek szerzésén túlmenően lehetőség van nyelvtanulásra, tapasztalatcserékre.

A Magyar Kémikusok egyesületének tanári honlapján, nemzetközi együttműködés keretében született, diákok számára készített kémiai tárgyú projektek jelennek meg (Szalay – Réti 2014).

### Ajánlott irodalom:

Hamarné Helmeczi Katalin (2004): A projektmódszer alkalmazása kémiaórákon. *Kémia Tanítása*, XVI. évfolyam 2004/8. 19–24.

Gabnai Edit, Németh Veronika (2007): A kőolaj és földgáz tanítása csoportmunkával. *A Kémia Tanítása*, 2007/ 5. szám

Dr. Kovácsné Dr.Csányi Csilla (2004): EVÉS – IVÁS. Szerves kémia projekt tizedik osztályban. *Középiskolai Kémiai Lapok XXXI évf.* 2004/1.

Kovácsné Csányi Csilla (2004): A szén és vegyületei. Projekt 8. osztályban. *A Kémia Tanítása*, 2004/2.

Ordasi Betti (2004): Új módszerek a kémiaoktatásban. *A Kémia Tanítása*, 2004/1.

*Projektpedagógia az integráció szolgálatában.* Pedagógus továbbképzési kézikönyv. Educatio Társadalmi Szolgáltató Közhasznú Társaság, Budapest.

*Projektszerű tevékenységek a Lauder Iskolában a természettudományok területén.*

<http://www.oki.hu/oldal.php?tipus=cikk&kod=science-Havas08-tervezett>

Revákné Markóczi Ibolya (szerk.) (2011): *Projektmódszer, projektoktatás.* RE-PE-T-HA könyvek, Debreceni Egyetem TEK, Debrecen.

[http://reptha.detek.unideb.hu/media/documents/online\\_projektmdszer\\_projektoktats.pdf](http://reptha.detek.unideb.hu/media/documents/online_projektmdszer_projektoktats.pdf)

Zeke Istvánné (2005): A környezeti nevelés projektje egy gyakorlóiskolában. *A Kémia Tanítása*, XIII. évfolyam 2005/3. 14–16.

### *Számítógépes programok a kémiantanár szolgálatában*

***BOHDANECZKY Lászlóné***

A XX. század második felétől óriási technikai fejlődésen ment keresztül a telekommunikáció és a számítástechnika. Az új és a régi telekommunikációs eszközök egy ideig együtt voltak jelen életünkben, lehetőségünk volt az újak használatának fokozatos megtanulására. Gondoljunk például a telefon fejlődésére: a vezetékes telefonok mellett megjelent a telefax, a fax, majd a vezeték nélküli CB, a mobil, ma pedig már az ún. „okos telefonok” világát éljük. Információkhoz kezdetekben a sajtó, a rádió és televízió révén jutottunk. A hetvenes években még újnak és ismeretlennek számítottak az elektronikus információtároló és feldolgozó eszközök, a komputerek. Ezek az eszközök méretüknél, használatuk bonyolultságánál fogva szükségtelenek voltak az átlagember számára. Tudósok munkáját segítő elektronikus gépeknek számítottak.

### **Számítógéphasználat az oktatásban**

A technika hihetetlenül felgyorsult fejlődésének köszönhetően szinte évente jelentek meg a folyamatosan növekvő tárolókapacitású számítógépek, melyeket egyre fejlettebb szoftverek működtetnek. Áruk csökkenése miatt megvehetővé váltak, így megjelentek az üzletek polcain is. A technikai változásokkal párhuzamosan társadalmi szemléletváltozásnak is be kellett következnie, mely átalakulás nem kerülte el oktatásunkat sem. A tanárok körében a számítógép oktatásban történő használatával szemben többféle aggodalom fogalmazódott meg. A pedagógusok nagyszámú tábora a tanár és tanuló közötti személyes viszony megszűnését prognosztizálta. Az ismeretátadás hagyományos módszereinek feladását féltették a technikai apparátustól. Tartottak attól, hogy a gépek átveszik a tanárok szerepét, miáltal feleslegessé válhatnak. A kísérletező kedvű, az oktatási módszerek megújításán fáradozó tanárok másik, kisszámú csoportja viszont felismerte, és fontosnak látta az új technika tanórai beépítésének módszereit az oktatás hatékonyságának növelésére. Munkáikkal megcá-

fojták a felesleges aggodalmakat, ugyanis egy számítógép alkalmazását megvalósító tanítási óra szervezése a technikai ismereteken túlmenően szakmai-módszertani tudást igényel.

A személyi számítógépek a 80-as évek elején az „iskolaszámítógép-program” keretében kerültek az iskolákba, melyek órai alkalmazásához rendkívül kevés oktató szoftver állt rendelkezésre. Nehezítette a helyzetet az a tény, hogy a kereskedelemben a népszerűsítés első lépéseként játék-programok jelentek meg. A tanárok ekkor ismerkedtek meg az akkor használatos programnyelvekkel, melyek a Basic és a gépi kód voltak. Ezen programnyelvek birtokában egyszerű, tantárgyi anyagokat hordozó programokat készítettek szemléltetésre, folyamatok szimulációjára, mérési eredmények grafikus kiértékelésére. Az órai munkára történő felkészüléskor a tanárnak döntenie kellett arról, hogy az általa kiválasztott tananyagot módszertani szempontból érdemes-e számítógépen feldolgozni, jelent-e segítséget, ad-e valamilyen többletet alkalmazása. Sok esetben kiderült, hogy egyszerű filmvetítéssel jobban megérthető lett volna a számítógépen feldolgozott téma. A tanítási órák jellemzője volt a hagyományos szemléltető eszközök, az írásvetítő fóliák, a transzparenszek, modellek, diaképek, filmfelvételek, és számítógépes programok együttes, célszerűen kombinált alkalmazása. Sok jó ötlet látott napvilágot a számítógép tanórai és szakköri felhasználásának lehetőségeire. A feltérképezett területek közül a kémiai jelenségek vagy folyamatok megjelenítésére, szemléltetésére szimulációs programok készültek. A kínálkozó oktatási témák közül az atommodellek tanításánál például lehetőség volt az elektronburok kialakulásának szemléltetésére, az elektronok mozgásának megjelenítésére. Jellemző erre az időszakra továbbá a programozás alapjaiban jártas középiskolás diákok, egyetemi hallgatók aktív bekapcsolódása az oktató programok készítésébe, természetesen tanári segítséggel, instrukciókkal. Ma ez a fajta programíró tevékenység többségében nem az iskola falai között történik bonyolultsága, időigényessége miatt.

A tanári programírás égisze alatt találkozhatunk olyan próbálkozásokkal is, melyek grafikus formában megjelenített mérési adatokat értékelték ki. A program által elkészített és megjelenített függvények elemzésével, kiértékelésével a tanulók önállóan szerezhettek új ismereteket. Lehetővé vált az órákon közvetlenül nem tanulmányozható kísérletek és folyamatok modellezése, az eredmények vizsgálata, például olyan témakörökben, mint a reakciókinetika vagy bizonyos gyártási folyamatok szemléltetése.

### **Az internethasználat beépülése a magyar oktatásba**

Az 1995. évi Nemzeti Alaptanterv célkitűzéseiben a tanítás módszertani megújulását szorgalmazta, új jellegű készségek és műveltségelemek kialakítását tette szükségessé. Ekkor vezették be új műveltségi területként az informatikát és a médiaismeretet. A diákoknak és tanáraiknak meg kellett tanulniuk a számítógépek kezelését, felhasználói és programozási ismeretekre kellett szert tenniük.

1996 szeptemberében Középiskolai Internet Program néven az akkor Művelődési és Közoktatási Minisztérium Sulinet programot indított el, mely mérföldkövet jelentett a közoktatás modernizációjában.

Az iskolák falai közé került a személyi számítógépekkel együtt a világháló is. A Web használati lehetősége gyökeres fordulatot hozott a számítógépek oktatási célú felhasználásában. A monitorokon megjelentek a mozgó képek és a hozzá tartozó hanganyag is. A multimédiás alkalmazások lehetősége új perspektívákat nyitott az iskolai képzésben. Az infrastruktúra kiépülését követően a tartalomfejlesztés került előtérbe. Digitális alapú, a tananyaghoz kapcsolódó tudásbázis létrehozása volt a cél. Elkészültek a Sulinet első oktatóprogramjai. Ezek típusai:

- Digitális órák
- Házi feladatok
- Friss tudásbázis

A három csoporthoz különböző adatbázisok is kapcsolódtak (pl. Virtuális Szertár). Kémiából különböző gyakorlati alkalmazások kerültek a tanórák anyagába. A házi feladatok egy adott témát jártak körül. A tudásbázisba pedig a legújabb tudományos eredmények kerültek be, kielégítve a tehetségesebb diákok és az adott tárgyat tanító tanárok érdeklődését.

A Sulinet program keretében elkészített oktatócsomagokkal párhuzamosan megjelentek a tanárok által kifejlesztett szaktárgyakhoz kapcsolódó szoftverek, melyekhez az interneten ingyenes hozzáférés és letölthetőség társult. Fokozatosan bővült, gazdagodott a kínálat. A technika adta lehetőségeket maximálisan kihasználva készültek az interaktív oktatási segédanyagok: kémia példatárak, kémiai képlet- név gyakorlók, egyenletrendező programok, kémia órai alkalmazások, interaktív segédanyagok készítése fejlettebb programok, ill. programnyelvek használatával (WfW „makro” nyelve).

Fontos mérföldkő és szakmai segítség ebben az időszakban az első magyar felsőoktatási- és kutatóintézetek által közzétett (KFKI, KLTE, ELTE) elektronikus kémiai oktatási folyóiratok, a CHEMONET, a KÉM-CSŐ és a KATION megjelenése. A tanári tapasztalatok kicserélésére jó lehetőséget kínáltak a beinduló tanári levelező listák. (tanforum-KFKI 1995.)

A multimédiás személyi számítógépek lehetőségeit maximálisan kihasználó, Comenius Logo interaktív program lehetővé tette az úgynevezett „Logo pedagógia” alkalmazását, mely olyan mikrovilágot valósított meg, melyben a kisgyermek saját maguk váltak felfedezővé, miközben új ismereteket szereztek. Interaktív kapcsolatban állva a programmal ellenőrizhetővé váltak gondolkodásuk következményei.

### **A tanárok eszközhasználati kompetenciái**

Az eddigiekben nem esett szó arról, hogy a tanárok miként reagáltak a változásokra, a számítógépek tanórai használatára.

A tanárok eszközhasználati kompetenciáinak feltérképezését a Felsőoktatási Kutatóintézet munkatársai 1999 és 2006 között végezték el. A felmérés alapján képet kaphatunk az iskolai eszközök alkalmazásának mértékéről és a tanárok informatikai eszköztudásának helyzetéről. Erről az időszakról elmondható, hogy az iskolák számítógépes felszereltségükben, világháló használatukban jelentős fejlődésen mentek keresztül, valamint számottevően bővült az iskolák bemutatkozó jelenléte különféle weboldalakon. A pozitív változást a tanárok életében az otthoni infrastruktúra kiépülése hozta meg. A 2005-ös felmérés szerint a tanárok többsége ekkor már saját géppel dolgozik, és rendelkeznek felhasználói alapismeretekkel, kétharmaduk pedig gyakorlott számítógép felhasználónak számít, miközben minimálisra csökkent a géphasználatot elutasítók száma. A felmérést végzők szerint ez a tudás még nem elegendő az önálló, szakmai célú, innovatív géphasználatához. A felmérésből megállapítható, hogy a tanórai számítógépes internethasználat nem nőtt ugrásszerűen, melyet a tanári kompetenciák hiánya és a módszerek kiforratlansága okoz, a fejlődés „szigetszerű és lassú.”



**Interaktív tábla és tananyag csomagok a kémia oktatás szolgálatában**

A 2008-évek elején a virtuális valóság oktatásban történő alkalmazhatóságát kutatva főként a felsőoktatásban dolgozó tanárok megtalálják a számítógépes valóság-modellezés lehetőségeit a természettudományos oktatásban, köztük a kémiában. A Pannon Egyetem munkatársai olyan programot készítenek, melynek segítségével kémiai kísérleteket láthatunk, a periódusos rendszer elemeiről nyerhetünk fontos információkat, megjeleníthetők 3 D-s térben egyes molekulamodellek, és virtuális szertárban is tevékenykedhetünk. A világhálón folyamatosan jelennek meg az oktatást, illetve a kémiaoktatást is segítő anyagok. A tanárok sok időt tölthetnek el az anyagok keresgélésével, ezért a Középiskolai Kémiai Lapokban munkájukat segítő programfigyeléssel összekapcsolt ismertetőik jelennek meg.

Magyarország iskoláiban 2009-ben jelennek meg az első interaktív táblák. Az interaktív tábla egy olyan infokommunikációs eszköz (IKT), amely egy szoftver segítségével úgy kapcsolja össze a táblát egy számítógéppel és egy projektorral, hogy az a tábla érintésérzékeny felületéről vezérelhető lesz, és a táblára került tartalmak háttértárolóra menthetőek lesznek. Az interaktív táblák használata az oktatásban újabb fordulatot hozott, eszköztandere integrálja a korábban használt hagyományos és digitális eszközök funkcióit.

A szoftverek interaktív módon adnak lehetőséget tanár és diák számára a tananyag megismeréséhez, ill. tanórai feldolgozásához, önálló munkákhoz. Nehéz eldönteni, hogy a táblán egy kattintásra megjelenő látvány pedagógiai szempontból milyen valós értékeket hordoz. Új feladatnak bizonyult az informatikai környezetben tartandó órák szervezése, a módszertan kimunkálása. A szaktantárgyi módszertani folyóiratokban sok értékes, konkrét tapasztalatokon alapuló szakmai ajánlás, segítség jelent és jelenik meg a kémiát tanító tanárok számára is. Javaslatok születnek az interaktív tábla egészórás tananyagainak elkészítéséhez.

„Mi kerülhet egy órai anyagba?” A tanóra vázlatá, képek, grafikonok, képletek, animációk, szimulációk, digitalizált videók, internetes hivatkozások, interaktív feladatok és tesztek, egyéb speciális programok. Ezeket a digitális anyagokat meg kell találni az arra alkalmas internetes portálon, vagy a tanárnak kell megszerkesztenie azokat.

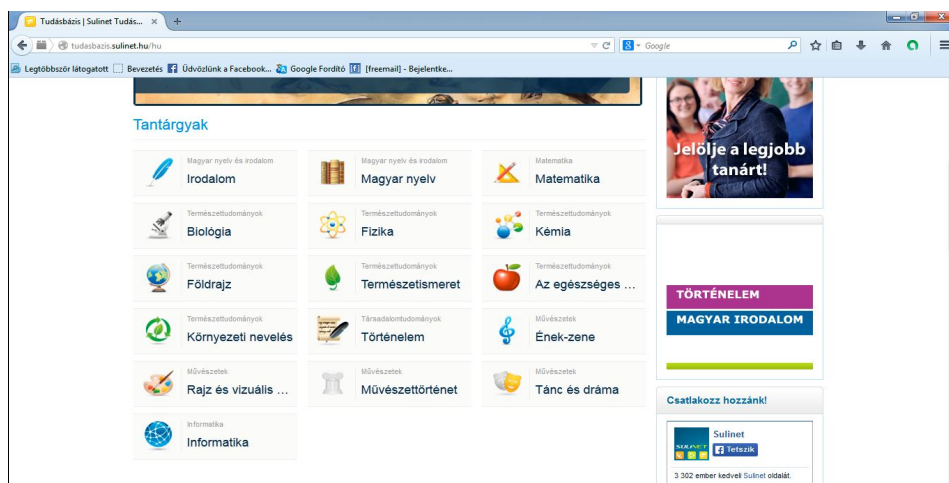
Az alábbiakban a digitális anyagok beszerzéséhez kapnak néhány ötletet, konkrét segítséget a kémiát tanító tanárok.

### *A Sulinet Digitális Tudásbázisa (SDT)*

Az oktatást támogató szoftverek közül mindenki által hozzáférhető a Sulinet Digitális Tudásbázisa, mely ingyenes regisztrációhoz kötött.

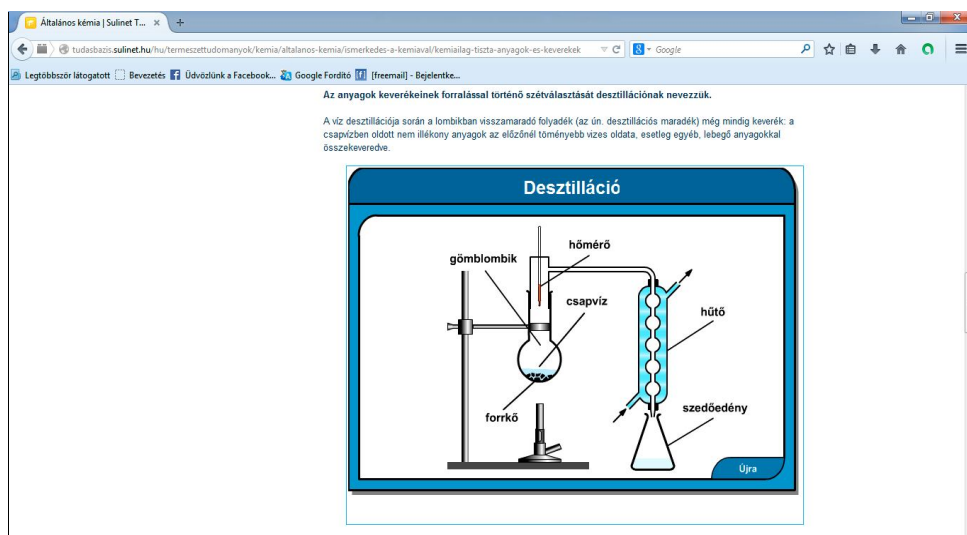
Az újrafelhasználható tananyagelemek és foglalkozások szerkezete, az egyéni fejlesztés lehetősége, fontos eszköze lett az interaktív tábla oktatási felhasználásának is.

A honlpra történő belépést követően a tudásbázis fülre kattintva, a tantárgyi kínálat jelenik meg, köztük a kémiával. (1. ábra)



**1. ábra**  
***A Sulinet Tudásbázis web-lapja***

Az egyes témakörökben (*általános, szerves és szervetlen kémia*) sok ötletes animáció segíti a megértést. Ilyen például a desztilláció folyamatának szimulációja (2. ábra).



**2. ábra**  
***A desztilláció folyamatának szimulációja***

Az egyes témaköröket interaktív tesztfeladatok egészítik ki, melyek ellenőrzik és értékelik a megszerzett ismeretek elsajátításának szintjét. A tesztek dokumentumtárban tárolhatók.

A *tevékenységek gyűjteményében* a kémiaórán vagy akár otthon is biztonságosan elvégezhető kísérletek gyűjteménye található rajzokkal, fotókkal illusztrálva. A részletes leírások mellett a kísérlethez szükséges anyagok, eszközök és feltételek leírása és a jelenségek magyarázata is megtalálható.

Az *Intel® skool™* tanulási és oktatási tartalmak keretében kidolgozott, a magyar közoktatás számára adaptált kémia tananyag. A tananyagok mindegyike- melyek tankönyv függetlenek-, egy bemutató részből, egy interaktív tesztből és egy áttekintésből áll. Az általános iskolás és a középiskolás korosztály számára készült oktatási segédanyagok számos interaktív elemet, animációt és szimulációt tartalmaznak, elősegítve a kémia tananyagrészek jobb megértését, hatékonyabb elsajátítását.

### **A tankönyvkiadók hivatalosan megjelentetett digitális tananyagai**

A digitális tananyagtartalmak irányában jelentkező igényének kielégítésére a nagyobb tankönyvkiadók reagáltak a leggyorsabban. A tantárgyi tartalmak oktatásában interaktív módon alkalmazható, magas szakmai színvonalú programkínálattal léptek a piacra. Közös jellemzőjük ezeknek a programcsomagoknak, hogy tartalmukban és hozzáférhetőségükben adott tankönyvhöz vagy tankönyvcsaládhoz és azok megrendeléséhez kötöttek. Ezek a szoftverek bizonyos szempontból behatárolják a tanítási órák szakmai és módszertani tartalmát.

A tanárok részére korszerű szakmai, professzionális módon megjelentetett segítséget jelentenek, másrészt viszont alkalmazkodást kívánnak meg. Az SDT-ben (Sulinet Digitális Tudásbázis) a tanár saját módszertani elképzelései szerint állíthatja össze a tananyagtartalmakat és a hozzá kapcsolódó digitális anyagot.

Az alábbiakban a hivatalosan megjelent kémiatankönyvekhez tartozó szoftverek kínálatáról esik szó. Az egyes kémiatankönyvek tartalmának, felhasználhatóságának rövid ismertetése a kiadók honlapján megtalálható.

#### *Mozaik Kiadó*

A Mozaik Kiadó mozaBook digitális tananyaga a kiadó honlapján érhető el. A belépés feltétele tankönyvrendeléshez kötött. A tankönyvek végén található kóddal aktiválhatóak a digitális verziók. A digitális tankönyvek tananyagaihoz aktív táblán is futtatható szoftverek kapcsolódnak. Ezek tartalma a sokféle jól használható animáció, képanyag és eszköztár, melyek használatával a tanár maga is készíthet digitális tananyagot. A szoftver a tanárok számára lehetőséget biztosít tesztfeladatok szerkesztéséhez, kép és keresztrejtvények készítéséhez. Az internetes kommunikáció más iskolában tanító tanárokkal itt is biztosított.

#### *Műszaki Kiadó*

A Műszaki Kiadó Kémia 7, Kémia 8, Kémia 9 és Kémia 10 tankönyveihez biztosít CD mellékletet, melyet online is el lehet érni. A hozzájutás tankönyvi rendeléshez kötött. A kiadó megjelentetett egy önálló, elektrokémiahoz kapcsolható interaktív tananyagot is. A CD-ken a kísérletek mellett az óravázlatok is megtalálhatóak, valamint a tankönyvi feladatok megoldásai.

A kiadó a tanári feladatkészítés segítéséhez egy Cappuccino névre keresztelt teszt- és feladatkészítő programot bocsátott piacra. A beviteli felületet egy Microsoft Excel program biztosítja. A diákok a feladatsorokhoz Flash alapú felhasználói felületen keresztül juthatnak. A program előnye, hogy a feladatok a tanulók gépeire kioszthatók, így szintfelmérésre, differenciált oktatásra és csoportmunkára használhatók fel.

#### *Apáczai Kiadó*

Az Apáczai Tudástár a már forgalomban levő 7. és 8. osztályos kémia tankönyvek CD-n megjelenő anyagait integrálta be weboldalára. A belépés kiadói kódhoz kötött, amelyet a felhasználó tankönyvrendelésének feltételeként ad meg. A tankönyvi kísérletek bemutatása videofelvételeken látható, melyekhez nem párosul hanganyag, ezért tanári magyarázat mellett válnak érthetővé. Sok jó, a megértést segítő animáció teszi érthetőbbé az egyes kémiai jelenségeket. Az oldal lehetőséget biztosít a tanárok egymás közötti kommunikációjára, ami a tanítási tapasztalatok kicserélését segíti.

#### *Nemzeti Tankönyvkiadó*

A Nemzeti Tankönyvkiadó interaktív tananyaga a Kémia 7, Kémia 8, Kémia 9, Kémia 10, Kémia 9-10 és a Kémia 10: Szerves kémia című könyveihez készült. Tankönyvrendelés esetén igényelhető CD, vagy a honlap Flipbook oldalán lehet elérni regisztrációval. A kiadó újdonságként Feladatkészítő 2.0 szoftvert hozott forgalomba, mely személyi számítógépen és aktív táblán egyaránt futtatható. A szoftver jól kezelhető, változatos feladatgyűjteményt kínál a pályakezdő és a hosszabb ideje tanító tanároknak.

Percek alatt újszerű, látványos és hasznos feladatok elkészítésére nyílik lehetőség. A pedagógusok motivációja várhatóan megnő az egyéni szerkesztő munka sikere folytán. A szoftver példatár összeállítására, dolgozatok, vizsgák előkészítésére is lehetőséget teremt. A 3. ábrán látható feladattípusok közül lehet választani.



### 3. ábra

#### *A Nemzeti Tankönyvkiadó feladatkészítő programjának tartalma*

A *Realika* tananyagcsomagjai nem Magyarországon készülnek. A magyar változatot az Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft készíti és teszi elérhetővé. A pedagógusok számára szerkesztett változat a témák mélyebb szakmai kidolgozását tartalmazza, még a diákok számára elérhető szoftver elsősorban a jobb megértésre és az otthoni felkészülés segítésére készült. Ezek a szoftverek csak részben illeszkednek a magyar iskolák kémia tanterveivel. A tanárok döntenek el, hogy mely részeket alkalmazzák az egyes tanítási órákon.

#### A Maxim kiadó

A kiadó kémia 9.(Mindennapok tudománya) szakközépiskoláknak készült kiadványához kapcsolódik egy aktív táblán is használható DVD. A tanmenetek, mérési gyakorlatok, témazáró feladatlapok, valamint a tankönyvi feladatok részletes megoldásai mellett megtalálható számtalan vi-

deó, animáció és ábra, amelyekhez interaktív feladatok is kapcsolódnak. A kémia 10 (Út a tudáshoz) tankönyvhöz is előkészületben van egy aktív táblán is használható DVD- n megjelenő segédanyag.

### **A világhálón elérhető egyéb tanítási tartalmak**

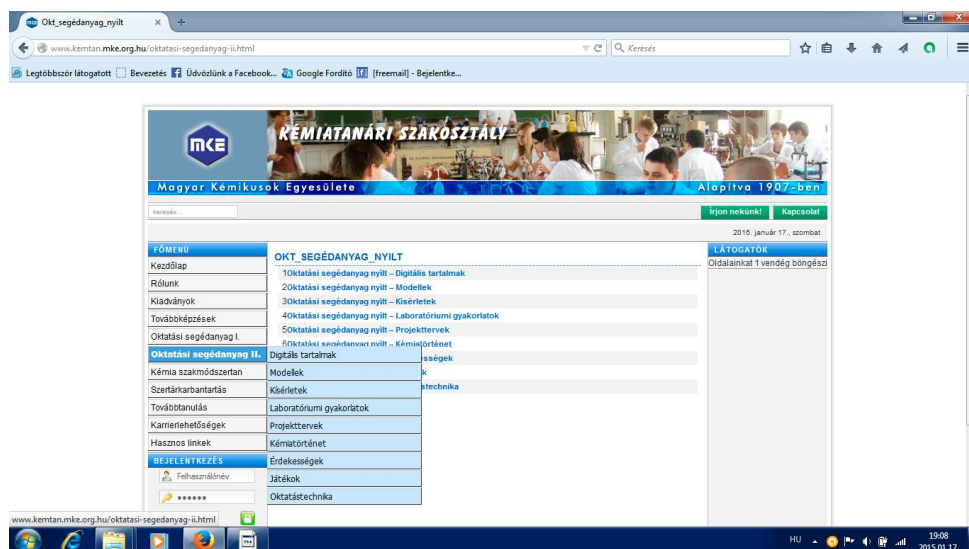
A hivatalos tankönyvekhez kapcsolódó digitális tartalmak mellett nagy számban készülnek tanárok által készített tananyagok, melyek ingyenesen letölthetők a világhálóról.

*Angol nyelven* elérhető, a kémiatanításhoz felhasználható anyagban is bővelkedik az internet. Sok segítséget, jó ötleteket és internetes elérhető-ségeket kaphatnak a tanárok a Középiskolai Kémiai Lapok oldalain is, valamint Miklós Dóra a kémia tanítását segítő digitális tananyagok rendszerezéséről és összehasonlításáról készített szakdolgozatában.

### **A Magyar Kémikusok Egyesületének honlapja**

A világhálón történő anyaggyűjtés a kémia tanításához rendkívül idő-igényes. Nem mindig találjuk meg a számunkra fontos, a tananyaghoz kapcsolható programokat. Nagy segítséget jelent a MKE Kémia Szakosztályának azon elhatározása, hogy „bárki számára elérhető honlapot tesz közzé, amelyen sok, a kémiatanárok által használható anyagot, internetes hivatkozást, hírt találhatunk”, miközben a tanárok egy szakmai közösség aktív tagjává válhatnak.

A már működő honlapon, szabadon elérhető oktatási anyagok találhatóak, internetes hivatkozásokkal. A kínálat rendkívül gazdag. A digitális tartalmakban internetes hivatkozással találhatunk érdekes kísérleteket, modelleket, laboratóriumi gyakorlatok tananyagát, projektmunkákhoz terveket, kémiatörténetet, játékokat, érdekességeket olvashatunk.



**4. ábra**  
***A MKE Kémia tanári szakosztályának honlapja***

### **Az IKT eszközök használatának jövőbeli lehetőségei**

A természettudományos oktatás számára további izgalmas lehetőségeket kínál a technika. Az új mobilkommunikációs eszközök, a tabletek, i-Pad-ek, okostelefonok kiszélesítik az oktatási lehetőségek horizontját. Bővülnek a médiatartalmak elérési lehetőségei, lehetővé teszik a tartermeken kívüli tanítást; például üzemekben, múzeumokban történő órátartást.

A tanulók önálló médiaközösségek tagjaivá válnak.

Az Eszterházy Károly Főiskola mobil tanulási kísérletében (2014/15) tanévben mintegy 120 általános iskolás i-Pad eszközök használata következtében szerzett képességeinek változását vizsgálják. A területek: térszemlélet, a képi kommunikáció és kreativitás fejleszthetőségének nyommon követése. Eredményeiket a közeljövőben teszik elérhetővé az Iskola-kultúra számaiban.

Az új tanulási módszerekben előtérbe kerül a digitális játékalapú tanulás módszere (digital game-based learning), melynek jellemzője, hogy játékosan tanítja meg a tananyagot, szakmai tartalomba ágyazva fejleszti a tanulók gondolkodási képességeit. Lehetőséget ad a valós világból történő



kilépésre, szabad cselekvést tesz lehetővé a játék keretei között. Közvetlen sikerélményt és jutalmazást (extra pontok stb.) is kap a tanuló, ezért igen erős a motiváló hatása. Ezen játék alapú tanulási eszközök nagyszámban jelennek meg a legújabb IKT eszközökön is.

A jövő a sok lehetőséget tartogat számunkra. A tanárok feladata a modern eszközök alkalmazási lehetőségeinek felfedezése, továbbfejlesztése, módszertanának kidolgozása és alkalmazása az oktatásban.

### Ajánlott irodalom

- Itt a magyar Comenius LOGO! *Iskolakultúra* 1997. VII. évf. 6–7. sz. 118–120.
- Kémiai programok. *A Kémia Tanítása* 1986/1. 30.
- Kis-Tóth Lajos, Borbás László, Kárpáti Andrea (2014): Táblagépek alkalmazása az oktatásban: tanári tapasztalatok. *Iskolakultúra* 2014/9. sz. 50–72.
- Dr. Ling Jolán (1986): Homogén elsőrendű irreverzibilis reakciók tanítása számítógépes segédlettel. *Módszerek és eljárások* 4. KLTE Kémia Szakmódszertan Debrecen 25–31.
- Dr. Nagy Zsuzsa, Gööz István (1986): A mikroszámítógép és a demonstráció. *Módszerek és eljárások* 4. KLTE Kémia Szakmódszertan Debrecen 19–24.
- Dr. Póta György (1998): Interaktív elektronikus segédanyagok kémiából. *Módszerek és eljárások* 10. KLTE Kémia Szakmódszertan Debrecen 46–53.
- Sarka Lajos, Tóth Antal Attila (1996): Számítógépes oktató program készítése és kémia órán történő alkalmazhatóságának vizsgálata. *Módszerek és eljárások* 9. KLTE Kémia Szakmódszertan Debrecen. 62–71.
- Starkné dr. Werner Ágnes, Dr. Fogarassyné Vathy Ágnes (2008): A számítógépes szimulációk szerepe a kémia oktatásában. *A kémia Tanítása* XVI. évfolyam. 17–21.
- Dr. Szalay Luca (2013): Digitális tartalmak használata a kémia tanítása során. *Középiskolai Kémiai Lapok* XL. 2013/1. 61–65  
<http://www.kemtan.mke.org.hu/kemia-szakmodszertan/digitalis-tananyagok-elemzese.html>

Dr. Szalay Luca (2009): Nézd meg a neten! *Középiskolai Kémiai Lapok* 2009/2. XXXVI. sz. 166–168.

Dr. Szalay Luca (2012): *ÚJ MKE-honlap a kémiatanításhoz* XXXIX. 2012/5. 377–380 [www.kemtan.mke.org.hu/](http://www.kemtan.mke.org.hu/)

Tót Éva (2007): Informatika az iskolában, 1999-2006. *Iskolakultúra* XVII. évf. január. 30–40.

Zajáczné Kovács Margit (2009): Interaktív tábla használata kémiaórán. *Középiskolai Kémiai Lapok*. 2009/4. XXXVI. 330–341.

Apáczai kiadó [www.apaczai.tudastar.com](http://www.apaczai.tudastar.com)

<http://interaktiv-kemia.lap.hu>

Maxim Kiadó <http://maximkiado.hu/termekek/72/73/2>

Mozaik Kiadó <http://www.mozaik.info.hu/Homepage/Mozaportal/MPdigitalis.php?op=mozabook>

Műszaki Kiadó <http://www.muszakikiado.hu/>

Nemzeti Tankönyvkiadó <http://www.ntk.hu/tartalom/list/24538824>

Realika <http://realika.educatio.hu/>

Sulinet Tudásbázis <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu>

### *Alkalmazásközpontú kémiatanítás*

**TÓTH Zoltán**

Norman Reid, a glasgow-i egyetem professzora 2000-ben megjelent tanulmányának ezt a címet adta: „*A kémia bemutatása: logikusan felépített vagy alkalmazásokon alapuló?*” Tanulmányában abból indul ki, hogy a (skót) középiskolásoknak körülbelül 1%-a tanul tovább kémiai jellegű szakokon és körülbelül további 2%-a olyan szakokon, melyek igénylik a kémiai alapot. Semmi nem indokolja tehát, hogy a tanulók 3%-a miatt a tanulók gondolkodásától nagyon idegen, a kémia tudományának logikája alapján rendezett sorrendben tanítsuk a kémiai ismereteket. Erre a logikára jellemző, hogy az anyag felépítéséből és szerkezetéből vezeti le az anyag tulajdonságait, reakcióit, és végül – sokszor csak megjegyzésként – megemlíti az anyagok alkalmazását, mindennapi életünkben betöltött szerepét. A kémia tudományának logikáján alapuló rendszerezés hasznos és célravezető azok számára, akiknek már kellő mennyiségű és mélységű kémiai ismereteik vannak. Ezért (is) találkozunk ez a típusú tananyag-feldolgozás a kémiatanárok jelentős részének tetszésével. Pedig sokkal életközelebb – és a tanulók gondolkodásához közelebb áll – a fordított feldolgozási sorrend, azaz egy jól megválasztott, a tanulókat is érdeklő gyakorlati probléma tárgyalása során jutunk el az anyag fizikai és kémiai tulajdonságainak, szerkezetének, felépítésének bemutatásához. Nagyon fontos, hogy a kiinduló probléma a tanulók számára releváns gyakorlati-alkalmazási probléma legyen. Nem szerencsés például az ipari folyamatok bevezető tárgyalása, hiszen azok általában nagyon távol állnak a tanulóktól, és így nem sok esély van arra, hogy felkeltik a tanulók érdeklődését. Ugyanakkor azt is látnunk kell, hogy a tudomány logikája szerinti építkezés egyértelmű, előre jól megtervezhető. Ezzel szemben a tanulókat jobban érdeklő, alkalmazásközpontú feldolgozás – a tanulócsoporthoz igazítottól, felkészültségétől, motiváltságától, érdeklődésétől, hétköznapi tapasztalataitól függően – korántsem egységes, nehezen tervezhető és sikere nagymértékben függ a tanár felkészültségétől, rugalmasságától.

### **Az alkalmazásközpontú kémiatanítás**

A kötelezően előírt tanterv, tankönyv és tananyag adta lehetőségek határain belül próbáljuk meg a tanulókat várhatóan érdeklő problémák felvetése, megvitatása kapcsán közvetíteni a kémiai ismereteket. A tananyagot tehát minden órán egy vagy több érdekes, aktuális probléma köré szervezzük. Az alkalmazásközpontú (vagy problémaközpontú) tanítás egyik klasszikus példája Faraday karácsonyi előadása a gyertyáról. A gyertya – mint a karácsony egyik fontos szimbóluma – égése ürügyén, abból kiindulva, Faraday hallgatóságának bemutatja korának legfontosabb természettudományos eredményeit. A problémaközpontúság egy-egy szűkebb kémiai témakör tanításában-tanulásában való alkalmazhatóságára találunk példákat mind a hazai, mind a nemzetközi szakirodalomban is. Az alkalmazásközpontú tananyagszervezés a magyar oktatási rendszerben is megjelent. Az OFI által az általános és középiskolák (gimnáziumok, szak-középiskolák) számára készült kerettantervek – bár kétség kívül számos, a tantervi műfajjal nehezen összeilleszthető részletet tartalmaz – ilyen koncepció mentén készültek. A szakközépiskolai tantervhez pedig ilyen szellemű tankönyvek is készültek már.

Bár a szakközépiskolás tankönyvnek – mind a tanárok, mind a tanulók részéről – pozitív a fogadtatása, azért azt tudnunk kell, hogy az alkalmazásközpontú tananyag-feldolgozásnak van egy nagy hátránya: Nem alakul ki egy koherens kémiai ismeretrendszer a tanulóknál, hanem többnyire elszigetelt, az adott alkalmazáshoz kötődő „tudásszigetekkel” fognak rendelkezni. Ennek a problémának az orvoslása csak úgy lehetséges, ha a tanév végén kellő mennyiségű összefoglaló-rendszerező órát tartunk. Ilyen megoldásra láthatunk példát egyik korábbi szerves kémiai tankönyvünkben. Sajnos, a jelenlegi kerettantervi óraszámkeretek között ennek gyakorlati megvalósítása nem könnyű. Ugyanakkor a fogalmi váltást elősegítő, a metafogalmi ismereteket is tartalmazó, azokat hangsúlyozottan tárgyaló tankönyvi szövegek sikeressége és kedvező tanulói fogadtatása biztatást adhat a tankönyvszerzőknek, hogy a tanulók érdeklődésére, tapasztalataira épülő tananyag-feldolgozás talán mégis hatékonyabb lehet a tanulóktól nagyon távol álló, a tudomány belső logikáját követő feldolgozásnál. További biztatást adhat az a példa, hogy például ma már az idegen nyelveket többnyire problémaközpontú módszerrel tanítják-tanulják, és legtöbbször a napi munkánkhoz szükséges informatikai ismereteket sem

az informatika tudományának logikája szerint felépített tankönyvekből tanultuk.

Nézzünk egy konkrét példát! Őszi-téli időszakban, fűtési szezonban – sajnos – gyakran hallunk *szén-monoxid-mérgezés*rel kapcsolatos hírekről. Ennek kapcsán nagyon sok – elsősorban kémiai – ismerettel gyarapíthatjuk diákjaink tudását.

Problémafelvetés:

- Mi az oka a gyakori szén-monoxid-mérgezésnek?
- Hogyan védekezhetünk a szén-monoxid-mérgezés ellen?

A problémakörhöz tartozó feldolgozható kérdések:

- Mi a szén-monoxid?
- Milyen élettani hatása van a szén-monoxidnak?
- Mi a ppm?
- Mi a teendő szén-monoxid-mérgezés esetén?
- Hogyan lehet a szén-monoxidok kimutatni?
- Biológiai módszerrel: Mitől függ egy anyag mérgező hatása?
- Kémiai módszerrel: Mi az ezüsttükör-próba?
- Fizikai módszerrel: Milyen anyagok a félvezetők?
- Elektrokémiai módszerrel: Milyen berendezések a tüzelőanyag-elemek?
- Hogyan ellenőrizhetjük a szén-monoxid-érzékelőt?
- Hogyan állíthatunk elő tiszta szén-monoxidot?
- Hogyan lehet kiszámolni az adott CO-koncentrációhoz szükséges CO mennyiségét?

### ***Otthon (is) elvégezhető kísérletek***

A kémia életszerűségét növelhetjük azzal is, ha a kémiai kísérletek sem egy zárt, laboratóriumi világot jelenítenek meg, hanem a mindennapi életet, a tanulókat körülvevő valóságot. Ennek egyik kézenfekvő eszköze lehet az otthon elvégezhető tanuló-kísérlet. Vigyázzunk azonban, mert ezek tanulói fogadtatása nem egyértelműen pozitív. A kötelezően előírt otthoni kísérlet többnyire nem több mint egy házi feladat. Döntő fontosságú – itt is – a tanulók motiválása! Néhány ötlet, példa a tanulók által – akár otthon is – elvégezhető *egyszerű kémiai kísérletekre*:

1. Mennyi egy vízcsepp térfogata és tömege? Tervezz otthon elvégezhető kísérletet annak meghatározására, hogy mekkora lehet egy vízcsepp térfogata? Hogyan kell kiegészíteni a kísérletet, hogy egy vízcsepp tömegét is meghatározhassd? Végezd el mindkét kísérletet! Határozd meg egy vízcsepp térfogatát és tömegét! A kapott adatok alapján számold ki a vízcsepp sűrűségét, és hasonlítsd össze a várható  $1 \text{ g/cm}^3$  értékkel! (Témakörök: kísérlettervezés; mérés; sűrűség; víz)
2. Ha egy már nem használt CD-re vagy DVD-re vízcseppet helyezünk, az a felületi feszültség hatására félgömb alakot vesz fel. Ha ehhez a vízcsepphez egy mosogatószerbe mártott fogpiszkálóval hozzáérünk, a csepp szétterül a lemez felületén. (Témakörök: felületi feszültség; mosószer)
3. A borotvapenge acélból van, mégis úszik a víz felszínén! Óvatosan helyezz egy acél borotvapengét lapjával a víz felszínére! Miért nem süllyedt el a borotvapenge? Óvatosan cseppents a vízbe mosószer vagy mosogatószer! Vajon miért süllyedt el a borotvapenge? - Ismételd meg az első kísérletet különböző folyadékokkal: benzinnel, alkohollal, étolajjal! Mit tapasztaltál? Milyen következtetést tudsz levonni ebből a kísérletből az egyes folyadékok molekulái közötti kötés erősségére? (Témakörök: felületi feszültség; másodrendű kötések; mosószer; vízszennyezés)
4. Sósvízből édesvíz. Készíts sós vizet, ami kísérletünkben a tengervizet helyettesíti: fél literes PET-palackba szórj egy kanál sót, és töltsd fel vízzel, majd rázd össze! Kóstold meg, hogy tényleg ihatatlan! Helyezd el a palackot a fagyasztószekrénybe! Ne várd meg míg teljesen megfagy, akkor vedd ki, mikor már harmada-negyede jéggé fagyott! Ezt a jeges folyadékot szűrd át egy kávé filteren egy pohárba! A szűrőn maradt jégkristályokat vidd csap alá, és egy kicsit öblítsd le a felületüket! Ezt a jeget szórd bele egy másik pohárba, és várd meg, míg elolvad! Ezt követően ízleld meg a két pohár tartalmát! Mi lehet a két íz magyarázata? Mi történne, ha üdítőitalal végeznéd el ezt a kísérletet? (Témakörök: fagyás; oldatok)
5. Kísérletek pezsgőtablettával. Dobj egy pezsgőtablettát egy pohár vízbe! Figyeld meg a pezsgőtabletta helyzetét! Miért változik meg a pezsgőtabletta helyzete, amikor már nagy része feloldódott? Egy másik pezsgőtablettát hagyj néhány napig levegőn állni! Naponta figyeld

meg a tablettán észlelhető esetleges változásokat! Vajon mi lehet a változás oka? Mi lehet a szerepe a pezsgőtablettás doboz kupakjában zörgő apró szemcsés szilárd anyagnak? (Témakörök: megfigyelés; kémiai reakció; szódadikarbóna; karbonsavak; szilíciumvegyületek)

6. Pezsgőtabletta kémiai oldódása. A pezsgőtabletta oldódása vízben nem csak fizikai oldódás, hanem kémiai reakció is. Ilyenkor a pezsgőtablettában lévő egyik szilárd anyag (citromsav vagy borkősav) reakcióba lép a tablettá másik anyagával (kalcium-karbonáttal vagy nátrium-hidrogénkarbonáttal). A reakció során szén-dioxid képződik. Vizsgáld meg, hogyan befolyásolja a pezsgőtabletta kémiai oldódásának sebességét (a) a hőmérséklet változása; (b) a szilárd anyag és a víz érintkezési felületének növelése, és (c) a keverés! Tervezd meg a kísérletet, hajtsd végre, tapasztalataidat jegyezd fel és értelmezd a tanultak alapján! Írd fel a kémiai oldódás lényegét leíró ionegyenletet is! (Témakörök: kísérlettervezés; kémiai oldódás; a reakciósebességet befolyásoló tényezők; szódadikarbóna; karbonsavak)
7. Vasszögből rézszög? Fehér csempére (üveglapra vagy műanyaglapra) helyezz egy vasdarabkát (esetleg kisméretű vasszöveget) és tölts rá annyi réz(II)-szulfát-oldatot, hogy teljesen ellepje a vasdarabot! Ismételd meg a kísérletet rézdarabkával és vas(II)-szulfát-oldattal! Milyen különbségeket tapasztaltál? Mi lehet a végbemenő redoxireakció kémiai egyenlete, ha tudjuk, hogy a  $\text{Cu}^{2+}$ -ionok vizes oldata kék színű, a Cu pedig vörös színű? Mi oxidálódott és mi redukálódott a folyamat során? (Témakörök: redoxireakció; standardpotenciál (fémek redukálósora); réz)
8. Mennyire „szennyezett” vizet iszunk? Napjaink egyik nagy szélhámossága az, amit egyes víztisztítóval kereskedő ügynökök alkalmaznak. Az általunk fogyasztott vízbe (csapvízbe, ásványvízbe) áramot vezetnek és hamarosan csúnya, barna színű csapadék válik ki a vízből, „jelezve”, hogy mennyi mérgeanyagot, szennyezést tartalmaz a víz. Ez egy nagy átverés! Az áramot ugyanis vasrúd segítségével vezetik a vízbe. Ilyenkor az elektromos áram hatására kémiai reakció (elektrolízis) játszódik le. Ennek során a vasrúdról vasionok kerülnek a vízbe és a másik árambevezetés körül képződő hidroxidionokkal előbb  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , majd  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  csapadékot képeznek. A csapadék tehát nem a vízben eredetileg oldott anyagból, hanem a vasrúdból képződik

elektromos áram hatására. Ez a kísérlet tehát nem bizonyítja azt, hogy az ivóvíz szennyezett lenne! (Hasonló elven működnek a „méregtelenítő” lábfürdők is.) Próbáld ki te is! Csatlakoztass két vasszöveget egy 6-9 V-os zsebtelephez! Merítsd a két vasszöveget egy pohár vízbe! Néhány perc után a víz színe kezd megváltozni, előbb sárga, majd barna színű lesz, végül barna csapadék válik ki belőle. (Témakörök: áltudomány; elektrolízis; víz; vasvegyületek)

9. Anyagok elektromos vezetésének vizsgálata – okostelefonnal. Tegyéél védőfóliát – folpack is megteszi – érintőképernyős mobiltelefonra vagy táblagépedre. Érints a védőfóliához különböző szilárd anyagokat (fémadarabot, műanyagot, papírt, fapálcikát, üveget, grafitrudat, kockacukrot, sókristályt), és vizsgáld meg, hogy az érintőképernyő reagál-e az érintésre. Ha igen, akkor az anyag jól vezeti az elektromos áramot, ha nem, akkor rosszul vezet. Ismételd meg a kísérletet néhány folyadékkal (csapvízzel, sósvízzel, cukros vízzel) is! Ehhez szívd fel a folyadékot egy műanyag szívószálba, majd fogd be ujjaddal a szívószál egyik végét, hogy a folyadék a szívószálban maradjon! A szívószál másik végét érints az érintőképernyőhöz, és mozgasd rajta! Figyeld meg a változást! Tapasztalataidat jegyezd fel! Milyen töltéshordozók találhatók azokban a szilárd anyagokban, amelyek vezetnek az elektromos áramot? Milyen töltéshordozók találhatók azokban a folyadékokban, amelyek vezetnek az elektromos áramot? (Témakörök: elektromos vezetés/ellenállás; elektronvezetők; ionvezetők)
10. Készíts gyümölcs-galvánelemet! Véggy egy almát (vagy krumplit, citromot vagy más lédús gyümölcsöt), és egymástól néhány milliméterre szúrj bele egy rézlemez (vagy ezüstgyűrűt) és egy magnéziumlemez (vagy alumíniumlemez)! Vezetékek segítségével kösd a rézlemez a működtetni kívánt elektromos berendezés (bármilyen, 1,5 V-os elemmel működő berendezés) elemtartójának pozitív pólusához, a magnéziumlemez pedig a negatív pólushoz. (Gyümölcs helyett használhatsz gyümölcslevet is...) (Témakörök: galvánelemek)
11. Csiriz készítése. Papír és bőr ragasztására régen a csirizt használták a könyvkötők és a cipészek is. A csirizt keményítőből lehet készíteni. Mérj ki 3 púpozott evőkanál lisztet és keverd össze 0,5 dl hideg vízzel! Közben melegíts fel 1,5 dl vizet 60–70 °C-ra! Állandó kevergetés közben öntsd hozzá a hideg vizes lisztet! Kevergetés közben főzd az



egészet addig, amíg be nem sűrűsödik! A kapott csirizt akár melegen, vagy lehűtés után is használhatod ragasztásra. (Témakör: keményítő)

12. Virágszirmok kandírozása. Az alábbi eljárás mindenféle virágszirom és levél esetén alkalmazható. Biztonsági okokból csak olyan növények virágait vagy leveleit használjuk, amelyek valóban ehetőek és nem mérgezőek. Ilyen a rózsza, az árvácska, az ibolya, az akác, a kankalin, a mentalevél, a citromfű-levél. Lehetőleg frissen szedett virágot és levelet használjunk! Hozzávalók: virágszirom (levél), 1 tojás, ecset, porcukor, aprószővésű szita, zsírpapír, tálca. Verjünk habosra egy tojásfehérjét! A virágszirmokat (leveleket) helyezzük zsírpapírral borított tálcára, majd az ecset segítségével vékonyan kenjük be tojásfehérjével! Szitáljunk rá porcukrot! Hagyjuk egy órát száradni, majd fordítsuk meg a virágokat, leveleket! Kenjük meg a másik oldalukat is tojásfehérjével, majd szórjuk meg porcukorral! Legalább egy napig szárítsuk, többször megforgatva! (Témakörök: szénhidrátok; tartósítás)
13. PET-palack vizsgálata. Tölts három egyforma PET-palack egyikébe 10%-os háztartási ecetet, a másikba csapvizet, a harmadikba telített szódabikarbóna-oldatot! Zárd le a palackokat és tedd hűvös, sötét helyre! Tapintással naponta vizsgáld meg a palackok szilárdságát! Mit tapasztalsz? Mi a változás magyarázata? (Témakörök: műanyagok; poliészterek)
14. Kísérletek mosószerrel. Vízzel tölts félig két egyforma átlátszó poharat. Az egyikben oldj fel nagyon kevés (egy csepp) folyékony mosó- vagy mosogatószer, a másikban pedig jóval többet (kb. 20 cseppet)! Rázd össze mind a két pohár tartalmát, és figyeld meg a benne lévő folyadék felszínét, valamint átlátszóságát! Cseppents ezután mindkét pohárba 2-3 csepp étolajat! Újra rázd össze a poharak tartalmát! Mit tapasztalsz? Apoláris szennyezés (olaj) távollétében főleg hol és hogyan helyezkednek el a mosószer részecskéi? Miért eredményezi ez a víz habzását? Miért lesz eltérő a két pohárban található mosószeres víz átlátszósága? Hogyan magyarázható az olajcseppek hatására bekövetkező változás? (Témakörök: mosószerek; olaj; kolloidok; felületaktív anyagok)
15. Hűtés párologtatással. Egy máztalan virágcserep alját dugd be egy dugóval! Helyezd a hűteni kívánt vízzel teli palackot a műanyag tálca

közepére és borítsd rá a cserepet! Töltsd fel a műanyag tálkát vízzel! Helyezd a hűtőberendezést napsütötte helyre, egy másik palackot pedig árnyékba! Két-három óra múlva hasonlítsd össze a két palack hőmérsékletét! Mi az eltérés magyarázata? (Témakörök: párolgás; endoterm halmazállapot-változás)

### ***Érdekességek***

Ugyancsak ember közelibbé, életszerűbbé teszi a kémiai tanulmányokat – a motivációs hatásról nem is beszélve – különböző, *kémiai jellegű érdekességek, problémák, tudománytörténeti anekdoták, humoros történetek* el-, illetve megbeszélése. Ezekből adunk közre egy csokorra valót:

1. **Vízfakasztás.** A túlélő készlet része egy darab műanyag fólia, amelynek segítségével iható vízhez juthatunk egy éjszaka folyamán. A módszer lényege, hogy ásunk egy karnyi mélységű gödröt, amelynek aljára lerakjuk a bögrénket. A gödröt befedjük a fóliával, és a fólia széleit a kiásott földdel leszorítjuk. A fólia közepére helyezünk egy göröngyöt, a bögre fölé. Reggelre vizet találunk az edényünkben. Honnan és hogyan került a víz az edénybe? (Témakörök: víz; halmazállapot-változások)
2. **A tömegszám, mint márkanév.** Elgondolkoztál már azon, hogy mit jelent a 7Up<sup>®</sup> üdítő márkanevében a 7? Ez bizony a lítiumatom tömegszáma (<sup>7</sup><sub>3</sub>Li). Másfél száz évvel ezelőtt a lítiumvegyületeket az örök ifjúság forrásának hitték. Ez szerepelt egy, a múlt század elején az USA-ban bevezetett üdítőital reklámjában is, az ugyanis lítium-citrátot tartalmazott. Az ital különösen hatékonynak bizonyult a másnaposság kezelésében. Bár később orvosilag is igazolták a lítiumvegyületek jótékony hatását depresszió, skizofrénia és alkoholizmus kezelésében, vesét károsító hatása miatt az 1950-es években kivonták az üdítőitalból. A mai 7Up<sup>®</sup> üdítőitalokban már nincsenek lítiumvegyületek. (Témakörök: tömegszám; lítiumvegyületek)
3. **A radioaktivitás, mint „csodagyógyszer”.** A rádium vegyületek sugárzásának halált okozó hatását a felfedezésekor még nem sejtették. Csodagyógyszerként, a kor energiatalalként forgalmazták a Radithort, amely a korabeli reklámszöveg szerint „feltölti” sugárzásával a kimerült testet. A.M. Byers a világ egyik legnagyobb acélóriásának alapí-

tója, amatőr golfbajnok volt. Egy focimeccsen elszenvedett sérülését gyógyítandó orvosa javaslatára, két éven át átlagosan napi két üveg Radithort ivott meg. Ennek hatására elkezdtek kihullani a fogai, és lyukak jelentek meg a koponyáján, végül szörnyű kínok között halt meg. (Témakörök: radioaktivitás; rádiumvegyületek)

4. Miért más az illata, ha ugyanaz a képlete? Gondoltad volna, hogy a citrom és a narancs illatanyagának molekulaképlete azonos, csak a két molekula alakja különbözik? Orrunkkal érezzük ezt a különbséget. A kutatók kiderítették, hogy a molekulák alakjának fontos szerepe van az anyagok íz- és szagérzetének kialakításában. Az édes ízért például egy olyan molekularészlet térbeli elrendeződése (alakja) felelős, amely megtalálható mind a kristálycukorban, mind a nátrium-ciklamátban (mesterséges édesítőszer). A citrom és a narancs illatanyagának molekulaképlete azonos. A két molekula alakja mindössze annyiban különbözik, hogy egyik a másiknak tükörképe. És ezt a különbséget szaglószerünk érzékeli! (Témakörök: molekulák alakja; optikai izoméria)
5. Hogyan melegít a mikrohullámú sütő? Elgondolkodtál már azon, hogyan melegít a mikrohullámú sütő? A mikrohullám nem a szokásos módon melegíti fel a testeket, mint ahogy azt a napfény vagy a kályha hőszugárzása teszi. Működése azon alapszik, hogy a vízmolekulák változó elektromos térben forgó mozgást végeznek, és a forgás közben közöttük fellépő súrlódás melegíti fel a vizet. De miért viselkednek így a vízmolekulák elektromos erőterben? A mikrohullám nem a szokásos módon melegíti fel a testeket, mint ahogy azt a napfény vagy a kályha hőszugárzása teszi. Működése a dipólusmolekulák egy sajátosságán alapul. Ezeket a molekulákat, ha elektromos térbe helyezük, akkor azok úgy rendeződnek el, hogy a molekula pozitív vége a negatívra töltött fémlémez, míg a molekula negatív vége a pozitívra töltött fémlémez irányába fordul. Ha másodpercenként többször is felcseréljük a lemezek polaritását, a megváltozó elektromos tér elfordulásra készíti a dipólusmolekulákat. Ez az állandó oda- és visszaforgás a szorosan egymás mellett lévő molekulák között súrlódással jár, és az ezzel járó hő az, ami melegíti a mikróba tett ételeket. Mivel a víz is dipólusmolekulákból áll, ezért azok az anyagok melegednek jobban, amelyek több vizet tartalmaznak. Mit gondolsz, miért nehéz mikrohul-

lámú sütőben megmelegíteni a fagyasztóból kivett ételeket? (Témakörök: molekulák polaritása; víz)

6. A krumplisütés kémiája – avagy sok lúd disznót győz. A krumpli sütésének lényege, hogy a benne található víz egy részének elpárologtatásával lecsökkentjük víztartalmát, és a krumpli falán megszilárduló keményítő magas hőmérsékleten barnára sül. Amint az ismeretes, a krumplit forró olajban (étolajban) sütik. Sütés közben sistergést, olykor fröcskölést tapasztalunk, ami annak jele, hogy a forró olajban a krumpli víztartalmának egy része elpárolog, miközben az olajnak csak nagyon kis hányada párolog el. Ez azért meglepő, mert az olajmolekulák között csak diszperziós kölcsönhatás, a vízmolekulák között pedig erős hidrogénkötés van. Csakhogy az olajmolekulák tömege közel ötvenszerese a vízmolekulák tömegének. Az olajmolekulák között nagyon sok, egyenként kis energiájú diszperziós kapcsolat van, de ezek együttesen erősebbek a kis molekulatömegű vízmolekulák között kialakuló H-kötésnél. (Témakörök: másodrendű kötések; forráspon)
7. Hogyan működik a „lélegző” esőkabát? Egyre elterjedtebb viselet mind a hétköznapi, mind a túraöltözetek sorában az ún. „lélegző” esőkabát. Ez olyan anyagból készült, amely nem engedi át a ráhulló csapadékot, és mégsem izzadunk bele. Hogyan lehetséges ez? A több rétegből álló ruhaszövet lényegi eleme egy membrán-szövet, melynek nyílásai olyanok, hogy az emberi izzadság (vízgőz) molekuláit átengedi, de az esőcseppé összeállt vízmolekulák már nem férnek át ezeken a nyílásokon. (Témakörök: víz; halmazállapot-változások)
8. Miért nem szabad fürdővízben ülve elektromos hajszárítót használni? Azért, mert könnyen halálos áramütés érhet bennünket. A fürdővíz ugyanis vezeti az elektromos áramot, mivel benne elektromosan töltött részecskék, ionok is vannak. Az ionokat tartalmazó sós víz elektromos vezetésén alapul számos berendezésünk. A hazugságvizsgálat során a csekély mértékű izzadás változtatja meg a bőr elektromos vezetését. Az edzőgépen lévő pulzuszámoló is azért tud „mérni”, mert az izzadság sós folyadék, amely vezeti az elektromos áramot. A kisgyerekek szobatisztaságra szoktatását szolgáló zenélő bili működése is azon alapul, hogy a bili alján lévő két fémvég között elektromos vezetés jön létre, ha azokat vizelet borítja, mivel a vizeletben is vannak ionok. (Témakörök: ionok; elektrolitok; víz; elektromos vezetés)

9. Vörös húshoz vörös bort? A vörös húsok (sertéshús, marhahús, birka-hús) rendkívül intenzív íz anyagai elsősorban zsír- és faggyútartalmuknak köszönhető. Evés közben ezek a zsíradékok hamar bevonják nyelvünk ízlelő bimbóit, ezáltal csökkentik az étel ízét. Mivel a zsíradékok apoláris molekulákból állnak, ezért vízben nem oldódnak, vízi-vással nem lehet őket a nyelvről eltávolítani. A vörös borok fanyar ízét csersavtartalmuk okozza. A csersav molekulái – az alkoholhoz hasonlóan – tartalmaznak hidrofób és hidrofil részt, így képesek a nyelvre rakódott zsírréteg lemosására. Ezért kortyolgatunk vörös bort a vörös húsok fogyasztásakor. A fehér húsok (szárnyasok, hal) jóval kevesebb zsírt tartalmaznak, ezért fogyasztásukhoz a kisebb csersav- és aromatartalmú fehér borokat ajánlják. (Témakörök: oldódás; zsírok)
10. Tényleg forr a must? A mindennapi nyelvhasználatban forrásnak neveznek minden olyan jelenséget, amikor valamilyen folyadékban gázbuborékok képződnek. A must „forrásakor” erjesztő gombák hatására a szőlőcukorból alkohol és szén-dioxid lesz. Ez a szén-dioxid buborékol ki a mustból, ezért nevezi ezt a köznap nyelv forrásnak. Hasonlóképpen az oldódást gyakran olvadásnak mondják („a cukor a kávéban megolvad”). A köznap nyelvhasználatban minden olyan változást, amelynek során szilárd anyagból cseppfolyós lesz, olvadásnak nevezik. (Témakörök: halmazállapot-változások; oldódás)
11. Kinek van igaza? A hidrogén-fluorid-gáz sűrűsége nagyobb, mint amit a moláris tömege alapján várnánk. Az egyik tanuló szerint ennek az oka, hogy az erős hidrogénkötés miatt a gázban nem HF molekulák, hanem  $H_2F_2$ , sőt  $H_3F_3$  képletű molekulák is vannak. A gáz sűrűsége a molekulák tömegétől függ. Egy másik tanuló szerint ez az indoklás nem helyes, hiszen a  $H_2F_2$ , illetve  $H_3F_3$  molekuláknak nem csak a tömege lesz nagyobb, mint a HF molekuláké, hanem azzal arányosan a térfogata is. Vagyis a tömeg és a térfogat hányadosa, a gáz sűrűsége nem változik. Kinek az indoklása hibás? Mi benne a hiba? (Témakörök: gázok sűrűsége; hidrogén-fluorid)
12. Egy gépkocsi-tulajdonos a tél beállta előtt fagyálló hűtőfolyadékkal szerette volna feltölteni a kocsiját. Beszerezte a hozzá való etilén-glikolt ( $HO - CH_2 - CH_2 - OH$ ) és desztillált vizet. A használati utasítás elolvasása után azonban úgy döntött, hogy a több az jobb, ezért a 30% etilén-glikol és 70% víz helyett, 70% etilén-glikol és 30% vizet

tartalmazó hűtőfolyadékot öntött a gépkocsi hűtőjébe. Ettől kezdve – legnagyobb meglepetésére – a gépkocsi motorja állandóan túlmelegedett. Mi okozhatta a problémát? (Témakörök: alkoholok; fagyáspont; viszkozitás)

13. Fagyással óvni a fagytól? Hallottatok már arról, hogy a gyümölcsös kertekben hogyan lehet megvédeni a gyümölcsfákat a tavaszi fagytól? A gyümölcsfák lombját alaposan bepermetezik vízzel. A víz fagyása során hő szabadul fel, és ez megvédi a gyümölcsfák rügyeit, virágait a késői fagyoktól. A víz halmazállapotának változása energiaváltozással is jár. (Témakörök: fagyás; exoterm halmazállapot-változás)
14. Miért veszélyes mikróban vizet forralni? Amikor a vizet hagyományos módszerrel forraljuk, a víz lassan melegszik, és az edény falán lévő karcolások, egyenetlenségek segítenek a buborékképződésben. Ilyenkor az egyenetlenségekre tapadó, egyre növekvő buborékok elérve a külső nyomást, elindulnak a folyadék felszíne felé. Ha mikrohullámú sütőben forraljuk a vizet, ráadásul olyan (új) pohárban, amelynek falán nincsenek még a gázképződést elősegítő göcspontok, könnyen előállhat a túlhevítés jelensége. Ennek során a vízmolekulák forgása 100 °C fölé hevíti a vizet, de mivel nincs idő és lehetőség buborékképződésre, nem következik be a forrás. Ha ezt a forró vizet kivesszük a mikrohullámú sütőből, egy rázkódás, egy cukorkristály behullása is göcspontot jelent a gőz képződéséhez, és ekkor a vízből robbanásszerűen kitörnek a buborékok, amelyek így súlyos égési sérülést okozhatnak! (Témakörök: forrás; víz)
15. Fordított ozmózis. Az ozmózis során a töményebb oldatba jutó oldószermolekulák hatására az oldat térfogata egyre nő. Ez a térfogat-növekedés okozza a bogyós gyümölcsök kirepedését egy kiadós eső után. Ha a töményebb oldat térfogatát a külső nyomás növelésével csökkenteni akarjuk, akkor az ozmózissal ellentétes folyamat jön létre. Ezt nevezik fordított ozmózisnak. A fordított ozmózis során a vízmolekulák a töményebb oldatból a hígabb felé áramlanak. Ezt a jelenséget először az amerikai haditengerészetnél használták tengervíz sótalanítására. Ma már elterjedten használják tiszta víz előállítására. A vízcsapra szerelhető házi víztisztító berendezések általában a fordított ozmózis elvén működnek. Az így kapott víz utánsózásra szorul. Értel-

- mezd a fordított ozmózist! Milyen víz a fordított ozmózis eredménye? Miért szükséges a tisztított víz utánsózása? (Témakörök: ozmózis; víz)
16. Mit kell tenni szúnyogcsípés esetén? Tudtad, hogy szúnyogcsípés esetén nagyon jó, ha ammóniaoldattal vagy szódabikarbóna-oldattal kened be a csípést? Nem fog úgy viszketni és feldagadni. A szúnyogcsípés során ugyanis hangyasav jut a bőr alá, amit gyorsan közömbösítve enyhíthetők a kellemetlen tünetek. (Témakörök: savak és bázisok; közömbösítés; hangyasav)
17. Mi szükség van egyes élelmiszerek vákuumos vagy védőgázos csomagolására? Megfigyelted már, hogy az őrölt kávé vákuumos csomagolásban, a húskészítményeket és az olajos magvakat, chipseket védőgázos csomagolásban hozzák kereskedelmi forgalomba? Erre azért van szükség, mert ezek az élelmiszerek különösen érzékenyek oxidációra. Levegővel érintkezve hamar avasodnak, megromlanak. (Témakörök: redoxireakciók)
18. Hogyan hegesztik a vasúti síneket? A sínek összehegesztésére még manapság is használják az ún. termitreakciót. Az összehegesztendő sínvégeket vas(III)-oxid és alumíniumpor keverékével veszik körül. A keveréket meggyújtják. A lejátszódó redoxireakció során olyan nagy hő fejlődik, hogy az acél akár 2500 °C-ra is felmelegszik, és megolvad. A folyamat kémiai egyenlete a következő:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2 \text{Fe}$ . Melyik anyag az oxidálószer, melyik a redukálószer? (Témakörök: redoxireakció; vas; alumínium; exoterm folyamat)
19. Hogyan működnek a víz hatására felfújódó mentőcsónakok és mentőmellények? Bizonyára hallottál már olyan mentőcsónakokról és mentőmellényekről, amelyek víz hatására automatikusan felfújódnak. Először a II. világháborúban az amerikai pilóták használtak ilyen mentőmellényeket. Ezekben egy olyan szilárd anyag – lítium-hidrid – van, amelynek vízzel való reakciója során hidrogéngáz képződik. A hidrogénnek ismeretesek fémekkel alkotott vegyületei, az ún. fém-hidridek. Ilyenek pl. a LiH, NaH, CaH<sub>2</sub>, LiAlH<sub>4</sub>. Ezek sószerű, ionos vegyületek, bennük a fémionok mellett negatív töltésű hidridionok (H<sup>-</sup>) találhatóak. Víz hatására a hidridionok hidrogénmolekulává, a vízmolekulák hidroxidionná alakulnak:  $\text{H}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{OH}^-$  A víz hatására felfújódó mentőcsónakokban és mentőmellényekben lítium-hidrid

(LiH) található. Vajon miért LiH van ezekben az eszközökben, miért nem  $\text{CaH}_2$ ? (Témakörök: hidrogén; hidridek; lítiumvegyületek)

20. A kalcium-karbid és a beton. A kalcium-karbidból víz hatására acetilén (etin) gáz képződik. A kalcium-karbid ( $\text{CaC}_2$ ) annyira érzékeny nedvességre, hogy a beton víztartalmának meghatározására is lehet használni. Mért mennyiségű betont elporítva összekevernek kalcium-karbiddal, és megméri a fejlődő gáz térfogatát. Abból következtetnek a beton víztartalmára. Ez azért is fontos, mert a nedves betonra nem lehet burkolólapokat rakni, mivel a gőzképződés miatt idővel felpuffadna. Írd fel a kalcium-karbid és a víz között végbemenő reakció kémiai egyenletét! (Témakörök: kalciumvegyületek; etin)
21. Mi található a légzsákban? A korszerű gépjárművek elengedhetetlen biztonsági felszerelése a légzsák. Megfelelően nagy energiájú ütközés esetén a légzsák „kirobban”, és párnaként felfogja a tehetetlenség miatt előre csapódó fejet. Ütközéskor a légzsákban egy nagyon gyors kémiai reakció eredményeként nitrogéngáz képződik. A jó légzsák milliszekundumok alatt felfújódik, és az előrebukó fejjel ütközve gyorsan csökken benne a nyomás. Így fékezi le az ütközéskor bekövetkező előrecsapódást. Amennyiben a belső nyomás nem csökkenne folyamatosan, a légzsák olyan kemény lenne, mint a kő, és inkább veszélyes lenne, mint hasznos. A légzsák négy fő részből áll: egy poliamidzsákból, elektromos érzékelőből, egy mikroprocesszorból és egy gázfejlesztőből. A gázfejlesztőben nátrium-azid ( $\text{NaN}_3$ ), kálium-nitrát ( $\text{KNO}_3$ ) és szilícium-dioxid ( $\text{SiO}_2$ ) keveréke található. Ütközéskor, elektromos impulzus hatására a nátrium-azid elbomlik, majd a keletkező nátrium a kálium-nitrátot redukálva további nitrogént fejleszt. Írd fel a nátrium-azid bomlásának kémiai egyenletét! - A kémiai egyenlet ismeretében keress magyarázatot arra, mi okozza, hogy a felrobbanó légzsákok esetében gyakorta tapasztalnak égési sérüléseket! A nátrium és a kálium-nitrát reakciójában a nitrogéngáz mellett kálium-oxid és nátrium-oxid is keletkezik. Írd fel a reakció kémiai egyenletét! (Témakörök: nitrogén és vegyületei)
22. Nitrogénnel töltött gumibroncsok. A gépkocsik gumibroncsait többnyire levegővel szokták tölteni. A gumikereskedők honlapjain egyre gyakrabban találkozunk a nitrogénnel töltött gumibroncsokkal. A versenymotorok és versenyautók gumijait régóta nitrogénnel töltik.



Ennek több oka van. Egyrészt, a levegőben mindig jelen lévő vízgőz korróziót okoz és a hőmérséklet változásától függően változtatja a guminyomást. Másrészt, ha az abroncs kigyullad, a kerekekben lévő nitrogén gátolja az égést, ezért használják töltőgázként a repülőgépek kerekabroncsaiban is. Harmadrészt, a levegőben lévő oxigén – különösen a gumiabroncs felmelegedésekor – reakcióba lép a gumi alkotóival és így a gumit károsítja. Ráadásul az oxigénmolekulák könnyebben, gyorsabban diffundálnak ki a kerékből a gumin keresztül, mint a nitrogénmolekulák, így a guminyomás megváltozik, lecsökken. Hogyan lehetséges ez, hiszen az oxigénmolekulák tömege nagyobb, mint a nitrogénmolekulák tömege? (Témakörök: levegő; nitrogén; molekulák és atomok mérete)

23. A kémia és a történelem. Az első világháborúban a német hadsereg a lőpor készítéséhez szükséges nitrogéntartalmú ásványt, a chilei salétromot ( $\text{NaNO}_3$ ) Chiléből szerezte be. Az antant hatalmak tengeri blokádjára azonban lehetetlenné tette, hogy a hajók eljussanak rakományukkal Németországig. Lőpor nélkül pedig nem lehet háborút vívni. Ugyanakkor a levegő rengeteg nitrogént tartalmaz, amelyből akár előállítható valamely nitrogéntartalmú vegyület, és abból pedig a robbanószerek alapjául szolgáló anyag. Haber és Bosch ezt a folyamatot valósította meg, amelynek során a levegőből cseppfolyósított nitrogénből és a rendelkezésre álló hidrogénből sikeresen szintetizálta az ammóniát. A folyamat technikai megvalósítása sem volt egyszerű feladat, hiszen  $500\text{ }^\circ\text{C}$ -on és  $20\text{ MPa}$  nyomáson kellett üzemeltetnie a reaktornak. Ezen a hőmérsékleten a forró hidrogéngáz az acélból készült reaktor falából kioldja a szénszemcséket, ott üregek keletkeznek, meggyöngyül az anyag, és így rövid időn belül a nagy nyomás szétveti a berendezést. A folyamat sikeres megvalósítása lehetővé tette a robbanószerek előállítását, a további hadviselést. Történészek szerint, ha a németeknek nem sikerült volna az ammóniaszintézist megvalósítani, a háború nem tartott volna 1918-ig. Persze ez a folyamat az emberiség javát is szolgálja – nem véletlenül adtak érte kémiai Nobel-díjat 1918-ban –, hiszen segítségével lehet előállítani olyan nitrogénműtrágyákat, melyek lehetővé teszik az intenzív növénytermesztést. 1918-ban nagy felháborodás kísérte a Nobel-díj bizottság döntését, hogy a kémiai Nobel-díjat Haber és Bosch kapja megosztva. Nézz utána, hogy mi volt a felháborodás oka? (Témakörök: nitrogénvegyületek; ammóniagyártás)

24. Hogyan működnek a szén-monoxid-érzékelők? A mai, modern szén-monoxid-érzékelők ún. elektrokémiai módszerrel érzékelik és mérik a levegő CO-tartalmát. Ezek lényegében ún. tüzelőanyag-elemek. (Az első tüzelőanyag-elemeket az űrkutatásban használták a Gemini és Apollo űrhajókban.) A mérés elve az, hogy a szén-monoxid és a levegő oxigénje között végbemenő redoxireakció (elektronátmenet) két részfolyamatát, az oxidációt és a redukciót térben elválasztva hajtjuk végre. Az elektronáramlás mértéke arányos a CO koncentrációjával. Amint az egy kritikus értéket elér, az érzékelő fény- és hangjelzést ad. A készülék „lelke” az elektronleadást és az elektronfelvételt térben elválasztó műanyag membrán. Ennek élettartama néhány év, ezért a szén-monoxid-érzékelőket 3-5 évenként cserélni kell. A műanyag membrán két oldalán a következő kémiai egyenletekkel leírható folyamatok mennek végbe: Az egyik oldalon:  $2\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ . A másik oldalon:  $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ . Melyik folyamat az oxidáció, és melyik a redukció? Melyik anyag az oxidálószer, és melyik a redukálószer? A két kémiai egyenlet felhasználásával bizonyítsd be, hogy az érzékelőben tényleg a szén-monoxid és az oxigén közötti reakció megy végbe! (Témakörök: szén-monoxid; tüzelőanyag-elem)
25. Honnan „tudja” az aktív szén, hogy mit kell megkötnie? A gázálarokban, konyhai szagtalanítóknak, víztisztítóknak található aktív szén kiszűri a levegőben és a vízben található ártalmas anyagokat – olvashatjuk a reklámokban. De honnan „tudja” az aktív szén, hogy mi az ártalmas, és mi nem? Nos, az aktív szén ilyet nem tud. Arról van szó, hogy az aktív szén felületéhez a kémiai részecskék (molekulák, ionok, atomok) különböző erősséggel kötődnek. A kis molekulatömegű, apoláris molekulák gyengébben, a nagyobb molekulatömegű, dipólus molekulák erősebben kötődnek a felülethez. Mivel a levegő fő alkotói (oxigén, nitrogén) kis molekulatömegű, apoláris molekulákból állnak, ezért azok kevésbé erősen kötődnek az aktív szénhez. A levegőbe került mérgező anyagok (kén-dioxid, ammónia, nitrózusgázok, klór) többnyire dipólus molekulákból állnak vagy legalábbis nagy molekulatömegűek, ezért erősebben kötődnek az aktív szénhez. Vajon mi lehet az oka, hogy az egyszerű, aktív szenes töltetet tartalmazó gázálarok nem védenek a szén-monoxid és a szén-dioxid ellen? Nézz utána, mit tartalmaznak azok a gázálarok, amelyek szén-monoxid ellen is védenek? Hogyan mennek be a tűzoltók egy füsttel elárasztott – így

szén-monoxidot és szén-dioxidot is nagy mennyiségben tartalmazó helyiségbe? (Témakörök: szén; adszorpció; molekulák polaritása)

26. Mi az a zöldes barna elszíneződés, amit olykor a főtt tojás sárgáján lehet látni? A tojás fehérje – ahogy a neve is mutatja – főleg fehérjékből áll, melyek ként is tartalmaznak. A romlott tojás kellemetlen, „záptojás” szagát a kéntartalmú fehérje bomlásakor képződő kénhidrogén adja. A tojás sárgájában pedig vasvegyületek is vannak. Ha a tojás nem friss, vagy túl sokáig főzzük, akkor jelentős mértékű kénhidrogén-képződés indul meg a fehérjében. A kénhidrogén a fehérje és a sárgája érintkezési felületén reakcióba lép a vasvegyületekkel és vaszulfid (FeS) keletkezik. Ez okozza a zöldes barna színt. (Témakörök: kénvegyületek; fehérjék)
27. Mi van a repülőterek zajszigetelő ablakaiban, és mi volt a Nike légtalpu sportcipőiben? A zajszigetelő ablakok töltésére egy kevésbé ismert kénvegyületet, a kén-hexafluoridot (SF<sub>6</sub>) használják. Ugyancsak ezzel a gázzal töltik újabban a versenyautók és versenymotorok gumiabroncsait is. A Nike cég 1990-1996 között ezzel a gázzal töltötte légtalpu sportcipőit. Közben kiderült, hogy a kén-hexafluorid egyáltalán nem nevezhető környezetbarát gáznak. A levegőbe kerülve ugyanis fokozza az üvegházhatást, mégpedig 22200-szor jobban, mint a szén-dioxid. A Nike újabban nitrogéngázzal tölti légtalpu sportcipőit. Milyen lehet a kén-hexafluorid-molekula alakja, és milyenek a molekulában található kötésszögek? Számítsd ki, hogy hányszor nagyobb a kén-hexafluorid sűrűsége a levegő sűrűségénél! (Témakörök: üvegházhatás; kénvegyületek)
28. Hogyan működnek a halogénizzók? A normál izzók nagy problémája, hogy a volframspirálról az atomok egy része a magas hőmérsékleten elpárolog, és a bura hidegebb üvegfelületén csapódik le, ahol egy nagyon vékony fémfelületet képez, amely tovább csökkenti a hagyományos égő amúgy sem túl jó hatásfokát. Egy idő után a spirál annyira elvékonyodik, hogy bekapcsoláskor megolvad és megszakad (kiég). Ezt küszöbölik ki a halogénégőkben, amelyekben kis mennyiségű jód vagy bróm található. Ha a hőmérséklet elég magas (250 °C), a fál mellett a halogén reagál az elpárolgott volfrámatomokkal. Ezért a halogénizzók burája kisebb, hogy elég magas legyen a hőmérséklet a közelében. Hogy ellenálljon a maró gázoknak, kvarcból van. A bura

fala mellett keletkezett volfrám-jodid a szál közelébe kerül, a magas hőmérsékleten elbomlik, és a volfrám visszaépül a szálba. Így a bura feketedését okozó volfrám visszakerül a szálba. Ezért ad a halogénizáló fényesebb fényt, és a spirál élettartama is nagyobb, mint a hagyományos izzóé. (Témakörök: jód; jódvegyületek; volfrám)

29. Ételvelegítő töltetek. Ételvelegítő tölteteket használtak már a II. világháborúban is. A hadszíntéren ugyanis nem mindig tanácsos tüzet gyújtani. Ezekben vagy valamilyen fém gyors korróziója, vagy alkohol égése vagy egy alkalmas anyag vízzel való reakciója szolgáltatja a melegítéshez szükséges hőt. A polgári életben 1995-ben jelentek meg az első félkész ételek, melyekben a főzéshez szükséges hőt beépített melegítő töltet biztosítja kb. 15 percen keresztül. Elsősorban a sokat úton lévők (pl. kamionosok), vadászok, kirándulók számára hasznosak az ilyen ételek. A ma is kapható legismertebb ilyen „önmelegítő” ételben a melegítő töltet égetett meszet (CaO-ot) tartalmaz. A főzéshez kevés vízre van szükség, melyet a CaO-töltetre kell önteni. (Témakörök: kalciumvegyületek; exoterm reakciók)
30. Mi köze a molekulaszervezetnek az üvegházhatáshoz? Az üvegházhatás kialakulásának fontos mozzanata, hogy a földfelszín által elnyelt napsugárzás helyett a föld kisebb energiájú, ún. infravörös sugárzást bocsát ki. Az infravörös sugárzást azok az anyagok nyelik el, azaz nem engedik át, amelyek vagy dipólusmolekulákból állnak (pl. H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O, CF<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>), vagy apolárisak ugyan, de a molekulák rezgőmozgása során időlegesen dipólussá válhatnak (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, SF<sub>6</sub>). A légkör jelentős részét kitevő O<sub>2</sub> és N<sub>2</sub> molekulák nem is dipólusosak, és rezgőmozgásuk során sem válhatnak dipólusossá – ezért nincs üvegházhatásuk. (Témakörök: molekulák polaritása; üvegházhatás)
31. A zöldségek, mint nitrát-akkumulátorok. Kevesen tudják, hogy egyes zöldségekben – szabadföldi, normál körülmények között történő termesztés esetén is – rengeteg nitrát halmozódhat fel. Nagyon magas (>2500 mg/kg) a cékla, a retek, a saláta, a spenót és a zeller nitráttartalma. Sok (1000 – 2500 mg/kg) nitrátot tartalmaz például a karalábé, a petrezselyem, a póréhagyma és a zellergumó. Alacsony (<500 mg/kg) nitráttartalmú zöldségek: a brokkoli, a répa, a tök, az uborka, a bab, a borsó, a görögdinnye, a hagyma, a padlizsán, a paprika és a paradicsom. Főzésnél a nitráttartalom 70-75%-a kioldódik, ezért célsze-

rú az első, 1-2 perces főzőlevet kiönteni. Számítsd ki, hogy mekkora tömegű retek elfogyasztása jelenthet veszélyt egy 60 kg testtömegű ember számára! A megengedett nitrátbevitel: 3,7 mg/testtömeg-kg. A retek nitráttartalmát vegyük 2500 mg/kg-nak! (Témakörök: nitrátok)

32. Mik azok a biológiailag lebomló műanyagok? A műanyagok idővel elbomlanak részben az oxigén, részben különböző mikroorganizmusok hatására. Az első műanyagokkal ez volt a legnagyobb probléma. Azután különböző adalékanyagokkal – ún. stabilizátorokkal – elérték, hogy a műanyagok tartósak legyenek. Ez tette lehetővé a műanyagok széles körű elterjedését. Most viszont az lett a probléma, hogy szemétként nagyon sok ilyen tartós műanyag kerül a környezetünkbe, és némelyik akár ezer év alatt sem bomlik el. Ennek a problémának a megoldására alkották meg a vegyészek a biológiailag lebomló műanyagokat. A biológiailag lebomló műanyagoknak két nagy csoportja van. Az első csoportba azok tartoznak, amelyekhez megfelelő adalékokat adnak, és így akár néhány hónap alatt elporladnak, lebomlanak. Ilyen anyagból készülnek a komposztálható műanyagzacskók is. Ezek egyáltalán nem nevezhetők környezetbarátnak. Egyrészt lebomlásuk csak akkor gyors, ha levegővel és napfényel érintkeznek. Ezért a személerakóba beásott műanyagzacskók nem bomlanak le olyan gyorsan, mint ahogy azt reklámozzák. Másrészt a lebomlás elősegítésére hozzáadott adalékok többnyire olyan fémvegyületek, amelyek környezetbe kerülése szintén környezetkárosodást okozhat. Az ilyen néven kapható zacskók általában keményítőből és polietilénből készülnek. Hamar elporladnak, viszont a polietilénpor továbbra is csak évszázadok alatt bomlik el. A második csoportba tartozó műanyagokat természetes anyagok átalakításával nyerik. Ezeket különböző gombák és baktériumok is képesek lebontani. Ilyen anyagból készülnek az ún. felszívódó műanyagvarratok, amelyek a seb varrása után bizonyos idővel lebomlanak az emberi vagy állati szervezetben. A biológiailag lebomló műanyagok nem alkalmasak élelmiszerek csomagolására és tartós fogyasztási cikkek készítésére. (Témakörök: műanyagok; környezetvédelem)
33. Kőolajfaló vagy kerozinbaktériumok. A természetben található olyan baktériumok, amelyek kőolajból, annak lebontása során nyerik táplálékukat. Sajnos, igen lassan bontják le a kőolajat, ezért nem minden e-

setben használhatók a kőolajjal szennyezett talaj vagy víz tisztítására. A kőolajfáló vagy kerozinbaktériumok a II. világháborúban kerültek a figyelem középpontjába. Ekkor tapasztalták először tömegesen, hogy ezek a baktériumok megtelepsznek a repülőgépek nedvességgel érintkező üzemanyagában, a kerozinban. Anyagcseréjük során olyan anyagok dúsulnak fel az üzemanyagtartályban, amelyek dugulást okoznak, vagy a tartály falának kilyukadását eredményezik. Számos repülőgép-katasztrófát okoztak ezek a baktériumok. Ma már az üzemanyaghoz adott speciális adalékkal védekeznek a kerozinbaktériumok ellen. (Témakörök: kőolaj; kerozin)

34. Mit tartalmaznak az „érintőképernyős” kesztyűk? Az egyik típusú (ún. kapacitív) érintőképernyő esetében egy kemény üveg- vagy műanyag lap alatt egy rácsos szerkezetű vezető réteget helyeznek el, aminek segítségével a kijelző „felett” egy elektromos mezőt alakítanak ki. Amikor ujjunkat közelítjük a panelhez, zavart okozunk ebben az elektromos mezőben (töltést vezetünk el a kezünkkel), amelyet a vezérlőchip érzékel, s ez alapján határozza meg a pozíciót. Az elektromos töltést érzékelő réteg általában indium-trioxid és ón-dioxid elegye. Innen a rövidítése: ITO (Indium Tin Oxide). Az érintőképernyős okostelefonok és táblagépek elterjedése felvet egy apró kényelmi problémát. Télen igen kellemetlen fedetlen ujjakkal kezelni ezeket a berendezéseket. Kesztyűben viszont nem megy... Hacsak nem az „érintőképernyős” kesztyűt húzzuk ujjainkra. Ez ugyanis vagy teljes tömegében, vagy csak bizonyos ujjak begyén ezüstsálakat is tartalmaznak a hagyományos pamutsálak mellett. Az ezüst nagyon jól vezeti az elektromosságot, ezért a készülék úgy érzékeli, mintha csupasz ujjunkkal érnénk hozzá. (Témakörök: elektromos vezetők; ezüst)
35. A burgonya tárolása. A burgonyát sötétben kell tárolni. Ellenkező esetben kihajt („csirázni kezd”), és ennek során egy szolanin nevű mérgező anyag jelenik meg a héja alatt. Ez okozza a burgonya zöldülését. Ha a burgonyát tartósan fagyponthoz közelében tároljuk, a keményítőt lebontó folyamatok kerülnek túlsúlyba a szőlőcukor oxidálásához képest, ezért a burgonya édesebb lesz. 15 – 20 °C-ra melegítve eltűnik az édes íze, mert felgyorsulnak a szőlőcukor oxidációjához vezető enzimreakciók. (Témakörök: keményítő; szőlőcukor; enzimek)

A kémia mindennapi szerepével kapcsolatos attitűd kialakításának ragyogó módszere „*A héten történt...*” beiktatása minden, vagy minden második kémiaórába. Ennek az a lényege, hogy az órán kb. 10 percet szánnunk arra, hogy – a tanulók szintjén – megbeszéljük bizonyos, a médiában szereplő hírek (pl. újabb tragédia szén-monoxid-mérgezés miatt; többen rosszul lettek az uszodában a klórgáztól; kiosztották az idei kémiai Nobel-díjat; mi legyen a paksi atomerőművel? stb.) kémiai vonatkozásait, kémiai hátterét. Hívjuk fel a tanulók figyelmét, hogy gyűjtsék az ilyen jellegű híreket, sőt nézzenek utána az interneten, és számoljanak be búvárkodásuk eredményéről. Ezzel tehetjük igazán életszerűvé a kémiát, és tudatosíthatjuk tanulóinkban azt, hogy a kémia lépten-nyomon jelen van mindennapjaikban, átszövi egész életüket.

### Ajánlott irodalom

- Faraday M. (é.n.): *A gyertya természetrajza, I-VI*. <http://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/teazo/karacson/gyertya.html> (Utolsó látogatás: 2014. 02. 04.)
- Molnár J. (2010): Miről mesél a pezsgőtabletta? *Középiskolai Kémiai Lapok*, 37 (2), 132–148.
- Németh V., Ordasi A. (2007): Otthoni kísérletek általános iskolásoknak. *A Kémia Tanítása*, 15 (2), 14–23.
- Reid, N. (2000): The presentation of chemistry: logically driven or applications-led? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1 (3), 381–392.
- Tóth Z. (2010): A szén-monoxid-érzékelő, mint tanításművészeti darab (Egy példa a problémaközpontú tanításra). *Középiskolai Kémiai Lapok*, 37 (5) 268–378.
- Tóth Z. (2013): *Mindennapok tudománya: Kémia 10*. Maxim Könyvkiadó, Szeged.
- Tóth Z. (2014): A problémaközpontú tanításról egy tankönyvcsalád ürügyén. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 41 (2), 175–196.
- Tóth Z., Ludányi L. (2011): *Út a tudáshoz: Kémia 9*. Maxim Könyvkiadó, Szeged.
- Tóth Z., Ludányi L. (2012): *Út a tudáshoz: Kémia 10*. Maxim Könyvkiadó, Szeged.
- Tóth Z., Ludányi L. (2013): *Mindennapok tudománya: Kémia 9*. Maxim Könyvkiadó, Szeged.





### *Új lehetőségek a tanórai kísérletezésben*

**TÓTH Zoltán – SARKA Lajos**

A tanórai kísérletezés új irányzatait – röviden – a következők jellemzik:

1. A laboratóriumi eszközök és vegyszerek helyett egyre inkább hétköznapi eszközök és vegyszerek kerülnek előtérbe. Ezzel is hozzájárulhatunk a kémia életszerűbbé tételéhez.
2. A viszonylag nagy anyag- és költségigényű demonstrációs kísérletek helyét egyre inkább átveszik a könnyen megvalósítható, költség- és környezetkímélő – többnyire tanulókéísérletként (is) használható – kémiai kísérletek.
3. A jelenleg még uralkodó induktív és verifikáló kísérletek mellett egyre több problémajellegű kísérlet szerepel, melyek során a tanulók már a hipotézisalkotás és a gyakorlati kivitelezés megtervezésének fázisában is aktív szerepet játszhatnak. (Különösen kiemelt szerepe van ezeknek a problémafelvető kísérleteknek a kutatásalapú – IBL – tanulás folyamatában.)

#### **Műanyagfecskendős gázkísérletek**

A Viktor Obendrauf által kidolgozott technikát egyre többen használják gázok (hidrogén, oxigén, klór, acetilén, nitrogén-oxidok, ammónia, szén-dioxid, szén-monoxid, hidrogén-klorid stb.) előállítására. Az Obendrauf-féle gázfejlesztőkészülék felépítése a következő:



A készülék egy normál kémcsőből, egy gumidugóból, az azon átszűrt két injekciós tűből és az azokhoz csatlakoztató, kis méretű (2-5 cm<sup>3</sup>-es) és nagy méretű (20-50 cm<sup>3</sup>-es) műanyagfecskendőből áll. Ebben a készülékben a gázokat két anyag – az egyik mindenképpen folyékony – reakciójával állíthatjuk elő. A szilárd (esetleg folyékony) reagens a kémcsőbe kerül, a másik – folyékony – reagenst pedig a kis méretű fecskendőből adagoljuk lassan, szinte cseppenként. A fejlődő gázt a nagy méretű fecskendőben gyűjtjük össze. Mivel kiinduláskor a kémcsőben levegő van, ezért az első adag (kb. 20 cm<sup>3</sup>-nyi) gázt vagy a levegőbe, vagy – mérgező, irritáló gáz esetén – megfelelő aktív szenes töltetbe engedjük. Csak a második adag fejlesztett gáz tekinthető olyan tisztaságúnak, hogy biztonsággal kísérletezhessünk vele (pl. a hidrogéngázt meggyújthassuk). Mérgező, irritáló gázok esetén a készüléket ún. aktív szenes töltettel kell lezárni, illetve a nem tiszta, vagy felesleges gázt aktív szenes töltetbe kell vezetni. (Az aktív szenes töltetet úgy készíthetjük, hogy egy 5-10 cm<sup>3</sup>-es műanyagfecskendőből kivesszük a dugattyút. A fecskendőt darabos aktív szennel – pl. szétaprított orvosi széntablettával – töltjük meg. A fecskendő nagyobb átmérőjű végét egy injekciós tűvel átszűrt dugóval zárjuk le.)

A leggyakrabban használt gázok előállítását a következő táblázat foglalja össze:

<b>Előállítandó gáz</b>	<b>Reagens a kémcsőben</b>	<b>Reagens a fecskendőben</b>
Hidrogén	Cink	Sósav
Oxigén	Mangán-dioxid (pasztilla!)	Hidrogén-peroxid-oldat
Szén-dioxid	Mészke	Sósav
Szén-monoxid	Tömény kénsav	Hangyasav
Kén-dioxid	Nátrium-szulfid	Kénsav
Klór	Kálium-permanganát	Sósav
Nitrózusgáz	Rézforgács	Tömény salétromsav
Hidrogén-klorid	Konyhasó	Tömény kénsav
Kén-hidrogén	Vas-szulfid	Sósav
Ammónia	Nátrium-hidroxid (szilárd!)	Ammóniaoldat (tömény!)
Acetilén	Kalcium-karbid	Víz
Propén	Difoszfor-pentaoxid	Propán-2-ol

A műanyagfecskendős technika elsősorban tanári demonstrációs kísérleteknél nyújt nagy segítséget. Kellő elővigyázatossággal, kis létszám esetén tanulókésként is használható.

### *Oxigéngáz előállítás, és kísérletek oxigénnel*

*Oxigéngáz előállítás.* Tegyük a kémcsőbe 2-3 MnO<sub>2</sub>-pasztillát! (Készítése: barnakőport és cementet keverjük össze, nedvesítsük meg, majd a péppel töltünk meg egy kiürült „leveles” tablettatartót, és szárítsuk ki!) Ellenőrizzük a tűk átjárhatóságát (egy fecskendő segítségével levegőt fújunk, illetve szívjunk át rajta), majd a tűket is tartalmazó gumidugóval zárjuk le a kémcsövet! A kis fecskendőbe óvatosan szívjunk fel tömény H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-oldatot! Vízrel öblítsük le a fecskendő külsejét és papírtörkövel töröljük szárazra! Csatlakoztassuk a kis fecskendőt a dugón átszúrt hosszabb tűhöz! A dugón átszúrt másik tűhöz csatlakoztassuk a nagyobb (legalább 20 cm<sup>3</sup>-es térfogatú) műanyagfecskendőt! A készüléket úgy tartjuk, hogy néhány ujjunkkal a gumidugót enyhén szorítsuk a kémcsőhöz! Lassan – cseppenként! – kezdjük el a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> adagolását! Megindul az oxigénfejlődés, mivel a MnO<sub>2</sub> katalizálja a hidrogén-peroxid bomlását:  $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ . Minden egyes csepp beadása után enyhén húzzuk meg a gázfelfogó fecskendő dugattyúját! Folytassuk a gázfejlesztést, míg a gázfelfogó fecskendő meg nem telik! Az első adag gázt engedjük a levegőbe! A második adag már kellően tiszta ahhoz, hogy biztonsággal kísérletezzünk vele.

*Oxigéngáz hatása parázsló gyújtópálcára.* Húzzunk az oxigénnel telt fecskendőre egy injekciós tűt, majd készítsünk parázsló gyújtópálcát! Kis adagokban nyomjunk oxigéngázt a parázsló gyújtópálcára! A parázsló gyújtópálca oxigéngáz hatására felizzik, illetve lángra lobban.

*Paraffingőz robbanása oxigéngázban.* Kis kémcsőben olvasszunk meg negyed kémcsőnyi paraffint! Amint az olvadék forni kezd, az injekciós tűvel felszerelt oxigéngázt tartalmazó fecskendőből löketszerűen adjunk a kémcső gőzterébe oxigént! Hangos robbanás és fényjelenség kíséri a paraffingőz és az oxigén közötti reakciót:  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + (3n + 1)/2 \text{O}_2 \rightarrow n \text{CO}_2 + (n + 1) \text{H}_2\text{O}$ .

*Hidrogéngáz előállítása, és kísérletek hidrogéngázzal*

*Hidrogéngáz előállítása.* Töltsük meg a kémcsövet harmadáig-feléig cinkdarabokkal! (Amennyiben még nem használt cinkkel dolgozunk, azt célszerű a kísérlet előtt aktiválni. Ez úgy történik, hogy a kémcsőben lévő cinkdarabokra néhány csepp réz(II)-oldatot cseppentünk. A cink további felhasználása során már nem szükséges újra aktiválni.) Ellenőrizzük a tűk átjárhatóságát (egy fecskendő segítségével levegőt fújunk, illetve szívjunk át rajta), majd a tűket is tartalmazó gumidugóval zárjuk le a kémcsövet! A kis fecskendőbe óvatosan szívjunk fel tömény sósavat! Vízrel öblítsük le a fecskendő külsejét és papírtörlővel töröljük szárazra! Csatlakoztassuk a kis fecskendőt a dugón átszúrt hosszabb tűhöz! A dugón átszúrt másik tűhöz csatlakoztassuk a nagyobb (legalább 20 cm<sup>3</sup>-es térfogatú) műanyagfecskendőt! A készüléket úgy tartsuk, hogy néhány ujjunkkal a gumidugót enyhén szorítsuk a kémcsőhöz! Lassan kezdjük el a sósav adagolását! Megindul hidrogénfejlődés:  $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ . Minden egyes adag beadása után enyhén húzzuk meg a gázfelfogó fecskendő dugattyúját! Folytassuk a gázfejlesztést, míg a gázfelfogó fecskendő meg nem telik! Az első adag gázt engedjük a levegőbe! A második adag már kellően tiszta ahhoz, hogy biztonsággal kísérletezzünk vele.

*Hidrogéngáz égése.* Húzzunk injekciós tűt a hidrogéntartalmú fecskendő végére, majd a tűt lángba tartva lassan, egyenletesen nyomjuk ki a hidrogéngázt! Amint meggyulladt, vegyük ki a tű végét a lángból, közben továbbra is nyomjuk ki lassan a hidrogént! A hidrogén kékes lánggal ég a tű végén:  $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ . (Előfordulhat, hogy a nagy hőtorlódás miatt a tű vége összeolvad. Ezért ennek a tűnek az átjárhatóságát mindig ellenőrizni kell, mielőtt újra használnánk!)

*Durranógáz előállítása és robbanása szappanbuborékban.* Állítsunk elő durranógázt – azaz hidrogéngáz és oxigéngáz 2 : 1 térfogatarányú elegyet! Ehhez először a kisebb sűrűségű gázt (a hidrogéngázt) fejlesszük a fecskendőbe, mégpedig annyit, hogy a fecskendő kétharmadáig legyen hidrogéngázzal! Ezután tegyük át ezt a hidrogéngázt tartalmazó fecskendőt az oxigénfejlesztőre, fejlesszünk bele egyharmadnyi oxigéngázt! A durranógázt tartalmazó fecskendő végére húzzunk tűt, a fecskendőt néhányszor forgassuk meg, hogy a gáz jól elkeveredjen benne, majd műanyagpohárba töltött mosószeroldat felszínére képezzünk a gázból sok apró buborékot! Vegyük el a fecskendőt, majd gyufával gyújtsuk meg a habot! A durranógáz nevéhez méltóan viselkedik:  $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ .

*Acetilén előállítása, és kísérletek acetilénnel*

*Acetilén előállítása.* Tegyük a kémcsőbe 2-3 darab kalcium-karbidot! Ellenőrizzük a tűk átjárhatóságát (egy fecskendő segítségével levegőt fújunk, illetve szívjunk át rajta), majd a tűket is tartalmazó gumidugóval zárjuk le a kémcsövet! A kis fecskendőbe szívjunk fel vizet! Csatlakoztassuk a kis fecskendőt a dugón átszúrt hosszabb tűhöz! A dugón átszúrt másik tűhöz csatlakoztassuk a nagyobb (legalább 20 cm<sup>3</sup>-es térfogatú) műanyagfecskendőt! A készüléket úgy tartsuk, hogy néhány ujjunkkal a gumidugót enyhén szorítsuk a kémcsőhöz! Készítsünk elő 2 darab, aktív szénrel töltött fecskendőt! Ellenőrizzük azok átjárhatóságát is! Lassan kezdjük el a víz adagolását! Megindul gázfejlődés:  $\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$ . Minden egyes adag beadása után enyhén húzzuk meg a gázfelfogó fecskendő dugattyúját! Folytassuk a gázfejlesztést, míg a gázfelfogó fecskendő meg nem telik! A gázfelfogó fecskendőt vegyük le, és egy gyors mozdulattal tegyük helyére az egyik aktívszenes töltetet! Az első adag gázt engedjük a másik aktívszenes töltetbe! A második adag acetilén már kellően tiszta ahhoz, hogy biztonságosan kísérletezzünk vele.

*Acetiléngáz égése.* Húzzunk injekciós tűt az acetiléntartalmú fecskendő végére, majd a tűt lángba tartva lassan, egyenletesen nyomjuk ki a gázt! Amint meggyulladt, vegyük ki a tű végét a lángból, közben továbbra is nyomjuk ki lassan az acetilént! Az acetilén sárga, kissé kormozó, világító lánggal ég a tű végén. A tökéletes égés kémiai egyenlete:  $2 \text{C}_2\text{H}_2 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ . A koromképződéssel járó égés egyenlete:  $2 \text{C}_2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{C} + 2 \text{H}_2\text{O}$ . (Előfordulhat, hogy a nagy hőtorlódás miatt a tű vége összeolvad. Ezért ennek a tűnek az átjárhatóságát mindig ellenőrizni kell, mielőtt újra használnánk!)

*Acetilén-durránógáz előállítása és robbanása szappanbuborékban.* Állítsunk elő acetilén-durránógázt – azaz acetiléngáz és oxigéngáz 2 : 5 térfogatarányú elegyét! Ehhez először a kisebb sűrűségű gázt (az acetiléngázt) fejlesszük a fecskendőbe, mégpedig annyit, hogy a fecskendő kb. egyharmadáig legyen acetiléngázzal! Ezután tegyük át ezt az acetiléngázt tartalmazó fecskendőt az oxigénfejlesztőre, fejlesszünk bele kétharmadnyi oxigéngázt! Az acetilén-durránógázt tartalmazó fecskendő végére húzzunk tűt, a fecskendőt néhányszor forgassuk meg, hogy a gáz jól elkeveredjen benne, majd műanyagpohárba töltött mosószeroldat felszínére képezzünk a gázból sok apró buborékot! Vegyük el a fecskendőt, majd gyu-

fával gyűjtsük meg a habot! Az acetilén hatalmas robbanás közben reagál az oxigénnel:  $2 \text{C}_2\text{H}_2 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ .

*Acetilén oxidálhatóságának bemutatása.* Egy kis kémcsőbe töltünk kénsavas kálium-permanganát-oldatot! Tűn keresztül lassan buborékoltsunk az oldaton át acetiléngázt! Az oldat elszíntelenedik. Feltételezve, hogy teljes mértékű az oxidáció, a reakcióegyenlet a következőképpen írható fel:  $2 \text{MnO}_4^- + \text{C}_2\text{H}_2 + 6 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 2 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$ .

#### *Klörgáz előállítás, és kísérletek klörgázzal*

*Klörgáz előállítás.* Tegyük a kémcsőbe kétujjnyi kálium-permanganátot! Ellenőrizzük a tűk átjárhatóságát (egy fecskendő segítségével levegőt fűjjünk, illetve szívjunk át rajta), majd a tűket is tartalmazó gumidugóval zárjuk le a kémcsövet! A kis fecskendőbe szívjunk fel tömény sósavat! Mossuk és töröljük le a kis fecskendő falát! Csatlakoztassuk a kis fecskendőt a dugón átszúrt hosszabb tűhöz! A dugón átszúrt másik tűhöz csatlakoztassuk a nagyobb (legalább  $20 \text{ cm}^3$ -es térfogatú) műanyagfecskendőt! A készüléket úgy tartsuk, hogy néhány ujjunkkal a gumidugót enyhén szorítsuk a kémcsőhöz! Készítsünk elő 2 darab, aktív szénrel töltött fecskendőt (nem lehet olyan, amit korábban más gázhoz – pl. acetilénhez – használtunk)! Ellenőrizzük azok átjárhatóságát is! Lassan kezdjük el a sósav adagolását! Megindul gázfejlődés:  $2 \text{KMnO}_4 + 16 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{MnCl}_2 + 2 \text{KCl} + 5 \text{Cl}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$ . Minden egyes adag beadása után enyhén húzzuk meg a gázfelfogó fecskendő dugattyúját! Folytassuk a gázfejlesztést, míg a gázfelfogó fecskendő meg nem telik! A gázfelfogó fecskendőt vegyük le, és egy gyors mozdulattal tegyük helyére az egyik aktívszenes töltetet! Az első adag gázt engedjük a másik aktívszenes töltetbe! A második adag klörgáz már kellően tiszta ahhoz, hogy biztonsággal kísérletezzünk vele.

*A klór oxidáló hatásának bemutatása.* Kálium-jodid vizes oldatába vagy KI-oldattal átitatott szűrőpapírsíkra tűn keresztül nyomjunk nagyon kevés klörgázt. Barna szín megjelenése jelzi a klór oxidáló hatását:  $\text{Cl}_2 + 2 \text{I}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^- + \text{I}_2$ .

*Acetiléngáz égése klörgázban víz alatt.* Egy kéterű rézkábel kb. 10 cm-es darabjából húzzuk ki a rézvezetéket! Az így kapott „duplacső” egyik végéhez csatlakoztassuk az acetilént tartalmazó fecskendőt (az egyik csőhöz), és a klörgázt tartalmazó fecskendőt (a másik csőhöz)! A duplacső másik végét nyomjuk víz alá! Nyomjuk mindkét gázt nagyjából azonos

sebességgel a műanyagcsövön keresztül a víz alá! A két gáz találkozásakor fényjelenséget és koromképződést tapasztalunk. Az acetilén ég a klórgázban. Tökéletes égésének reakcióegyenlete:  $C_2H_2 + 5 Cl_2 \rightarrow 2 CCl_4 + 2 HCl$ . Tökéletlen égésének kémiai egyenlete:  $C_2H_2 + Cl_2 \rightarrow 2 C + 2 HCl$ .

*Klórdurranógáz fotokémiai robbantása.* Állítsunk elő klórdurranógázt! Töltsünk meg egy műanyagfecskendőt félig hidrogéngázzal, majd helyezzük át a klórgázfejlesztőre, és fejlesszünk bele félfecskendőnyi klórgázt! Zárjuk le a fecskendő végét, majd forgassuk meg néhányszor, hogy a két gáz elkeveredjen! Egy rossz tű segítségével rögzítsük a fecskendőt habszivacsban (pl. hungarocellben), majd egy fényképezőgép vakuját egészen a fecskendő falához érintve, villantsunk rá. A gázelegy felrobban, a fecskendő dugattyúja felrepül a levegőbe:  $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2 HCl$ . (Védőszer-műveg használata kötelező!)

*Nitrózusgázok előállítása, kísérletek nitrogén-monoxiddal és nitrogéndioxiddal*

*Nitrózusgázok előállítása.* Tegyük a kémcsőbe két-háromujjnyi (vörös) rézforrácsot! Ellenőrizzük a tűk átjárhatóságát (egy fecskendő segítségével levegőt fújjunk, illetve szívjunk át rajta), majd a tűket is tartalmazó gumidugóval zárjuk le a kémcsövet! A kis fecskendőbe szívjunk fel tömény salétromsavat! Mossuk és töröljük le a kis fecskendő falát! Csatlakoztassuk a kis fecskendőt a dugón átszúrt hosszabb tűhöz! A dugón átszúrt másik tűhöz csatlakoztassuk a nagyobb (legalább 20 cm<sup>3</sup>-es térfogatú) műanyagfecskendőt! A készüléket úgy tartsuk, hogy néhány ujjunkkal a gumidugót enyhén szorítsuk a kémcsőhöz! Készítsünk elő 2 darab, aktív szénrel töltött fecskendőt (nem lehet olyan, amit korábban más gázhhoz használtunk)! Ellenőrizzük azok átjárhatóságát is! Lassan kezdjük el a salétromsav adagolását! Megindul gázfejlődés:  $Cu + 4 HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2 NO_2 + 2 H_2O$ , illetve  $3 Cu + 8 HNO_3 \rightarrow 3 Cu(NO_3)_2 + 2 NO + 4 H_2O$ . Minden egyes adag beadása után enyhén húzzuk meg a gázfelfogó fecskendő dugattyúját! Folytassuk a gázfejlesztést, míg a gázfelfogó fecskendő meg nem telik! A gázfelfogó fecskendőt vegyük le, és egy gyors mozdulattal tegyük helyére az egyik aktívszenes töltetet! Az első adag gázt engedjük a másik aktívszenes töltetbe! A második adag nitrózusgáz már kellően tiszta ahhoz, hogy biztonsággal kísérletezzünk vele.

*Tiszta nitrogén-monoxid előállítása.* A keletkezett nitrózusgázból a nitrogén-dioxidot vízzel oldhatjuk ki. Szívjunk fel pár csepp vizet a nitrózusgázt tartalmazó fecskendőbe! Légmentesen zárjuk le a fecskendő végét! (Erre a célra kiválóan alkalmas a már nem használható tűk végén található műanyag csatlakozó – persze előzetesen a tű helyén maradt lyukat – megolvasztással – le kell zárni.) Rázzuk össze a fecskendő tartalmát! Óvatosan – hogy levegő ne kerülhessen a fecskendőbe, nyomjuk ki a vizet belőle! Vizsgáljuk meg a kinyomott víz kémhatását! Savas lesz a következő reakció miatt:  $2 \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$ . A fecskendőben visszamaradt színtelen gáz a tiszta nitrogén-monoxid.

*A nitrogén-monoxid, mint redukálószer.* Kevés nitrogén-monoxidot buborékoltassunk át kénsavas kálum-permanganát-oldaton! Az oldat elszíntelenedik. A NO redukálja a permanganátionokat:  $3 \text{MnO}_4^- + 5 \text{NO} + 4 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{Mn}^{2+} + 5 \text{NO}_3^- + 2 \text{H}_2\text{O}$ .

*A nitrogén-monoxid, mint oxidálószer.* Kevés nitrogén-monoxidot buborékoltassunk át savas kálium-jodid-oldaton! Az oldat megbarnul. A NO oxidálja a jodidionokat:  $2 \text{NO} + 2 \text{I}^- + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

*A nitrogén-monoxid, mint komplexképző.* Kevés nitrogén-monoxidot buborékoltassunk át kénsavas vas(II)-szulfát-oldaton! Barna csapadék képződik. A NO komplexet képez a vas(III)ionokkal:  $\text{NO} + \text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{NO}^{2+}$ .

*Tiszta nitrogén-dioxid előállítása.* A nitrózusgáz vizes mosása után kapott tiszta NO-ot – egy rövid szilikoncső segítségével – nyomjuk át egy száraz fecskendőbe! Olvassuk le a NO térfogatát! Egy másik fecskendőben fogjunk fel fele annyi térfogatú tiszta oxigéngázt! A kis szilikoncsővel kössük össze a NO-os és az oxigénes fecskendőket! Az oxigént nyomjuk át a NO-os fecskendőbe! Ha jól dolgoztunk, a NO-os fecskendőben a dugattyú helyzete változatlan marad, a színtelen gáz viszont barna színűre változik:  $2 \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2$ .

*A nitrogén-dioxid – dinitrogén-tetroxid egyensúly hőmérsékletfüggésének szemléltetése.* Zárjuk le a védőkupakkal a nitrogén-dioxidos fecskendőt! Helyezzük a fecskendőt jeges vízbe: a gáz elszíntelenedik. Helyezzük a fecskendőt forró vízbe: a gáz megbarnul. A nitrogén-dioxid dimerizációját – amely exoterm folyamat – hűtéssel, a keletkezett dinitrogén-tetraoxid disszociációját melegítéssel segíthetjük elő:  $2 \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ .



### Csempén megvalósítható kísérletek

A csempés technika lényege, hogy a szokásos kémcsövek, főzőpoharak és lombikok helyett egy sík felületet (fehér csempét, fehér papírra fektetett üveglapot) használunk reakciótérnek. Ez lehetővé teszi kisebb anyagmennyiségek használatát, valamint az eszközök utólagos mosogatásának kiküszöbölését. Ez a technika különösen jól használható tanulókísérleti órákon.

*Ionok diffúziója vizes oldatban.* Fehér csempére készítsünk vízből egy ellipszisalakú pacát! Az ellipszis egyik végébe helyezünk egy-két ólom(II)-nitrát-kristályt, a másik végébe egy-két kálium-jodid-kristályt! Egy-két perc múlva a vízben – az ólom(II)-nitráthoz közelebb – sárga színű sáv jelenik meg: ólom-(II)-jodid csapadék képződik:  $\text{Pb}^{2+} + 2 \text{I}^- \rightarrow \text{PbI}_2$ . A sárga sáv helyzete jelzi, hogy a hidratált ólom(II)ionok diffúziója vízben lassabb, mint a hidratált jodidionoké.

*Vizes oldatok kémhatása.* Fehér csempére képezzünk egy-egy ötforintos nagyságú pacát a következő anyagok vizes oldatából: sósav, nátrium-hidroxid, ammónium-klorid, nátrium-karbonát, nátrium-klorid, alumínium-szulfát! Cseppentsünk mindegyikhez keverékindikátort! (Keverékindikátor hiányában vöröskáposztalevet is használhatunk.) A tapasztalt kémhatást, valamint annak Arrhenius-, illetve Brönsted-elmélet szerinti magyarázatát a következő táblázat tartalmazza:

Oldott anyag	Kémhatás	Értelmezés az Arrhenius elmélet szerint	Értelmezés a Brönsted elmélet szerint
HCl	savas	$\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$	$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$
NaOH	lúgos	$\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$	$\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^-$
NH <sub>4</sub> Cl	savas	Erős savból és gyenge bázisból képződött só.	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	lúgos	Erős bázisból és gyenge savból képződött só.	$\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
NaCl	semleges	Erős savból és erős bázisból képződött só.	nincs protolízis
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	savas	Erős savból és gyenge bázisból képződött só.	$\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}^{2+} + \text{H}_3\text{O}^+$

*Vizes oldatok elektrolízise.* Fehér csempére képezzünk húszforintos nagyságú pacákat a következő vizes oldatokból: cink(II)-jodid, réz(II)-szulfát, nátrium-klorid, kálium-nitrát, híg sósav, híg kénsav, híg nátrium-hidroxid-oldat! A pacákba „szúrjunk” bele két grafitrudat, egymástól kb. 1 cm-re! A grafitrudakat kapcsoljuk 4,5-9 V-os egyenáramú áramforráshoz! A megfigyelhető változásokat és a magyarázatokat a következő táblázat tartalmazza:

Oldott anyag	Tapasztalat	Katódfolyamat	Anódfolyamat
ZnI <sub>2</sub>	az egyik grafitrudon szürke kiválás, a másik környezetében barna elszíneződés	$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Zn}$	$2 \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{e}^-$
CuSO <sub>4</sub>	az egyik grafitrudon vörös kiválás, a másikon buborékképződés	$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cu}$	$\text{H}_2\text{O} \rightarrow 0,5 \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$
NaCl	mindkét elektródon buborékképződés, szúrós szag, keverékindikátor az egyik elektród környezetében lúgos, a másik környezetében savas kémhatást jelez	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	$2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$ ( $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{HCl} + \text{HOCl}$ )
KNO <sub>3</sub>	mindkét elektródon buborékképződés, az egyik környezetében az indikátor savas, a másik környezetében lúgos kémhatást jelez	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	$\text{H}_2\text{O} \rightarrow 0,5 \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$
HCl	mindkét elektródon buborékképződés, szúrós szag	$2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$	$2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	mindkét elektródon buborékképződés	$2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$	$\text{H}_2\text{O} \rightarrow 0,5 \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$
NaOH	mindkét elektródon buborékképződés	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	$2 \text{OH}^- \rightarrow 0,5 \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$

*Klór-gáz reakciója hidrogéngázzal.* Helyezzünk egy öblös cinkdarabkát fehér csempére vagy óraüvegbe! Tegyük a közepébe 2-3 kálium-klorát-kristályt! (Hiányában gyufafej vagy kevés kálium-permanganát is megteszi.) Cseppentsünk a cinkre sósavat és tartsunk égő gyufát a fejlődő gázokhoz! Éles csattanás jelzi a két gáz közötti reakciót. A folyamat során párhuzamosan képződik hidrogéngáz ( $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ ), és klór-gáz ( $\text{KClO}_3 + 6 \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + 3 \text{Cl}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$ ). A két gáz gyújtás hatására robbanásszerűen reagál egymással:  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{HCl}$ .

*Kén-hidrogén előállítása és néhány reakciója.* Fehér csempére tegyük egy darab vas(II)-szulfidot! Tőle kb. 2 cm-re megnedvesített indikátorpapírt, a másik oldalról pedig előzetesen réz(II)-szulfát-oldatba merített szűrőpapírcsikot! Az egészet úgy rendezzük el, hogy le tudjuk fedni egy nagyobb petricsészével! Cseppentsünk a vas(II)-szulfidra sósavat, majd fedjük le az egészet a petricsészével! Gázfejlődést látunk, enyhén érezzük a kén-hidrogén kellemetlen szagát (vigyázzunk, mert a kén-hidrogén nagyon mérgező gáz!), az indikátorpapír savas kémhatást jelez, a réz-szulfátos szűrőpapír pedig megbarnul.  $\text{FeS} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$ .  $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ .  $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} + \text{H}_2\text{SO}_4$ .

*Fémek reakciója vízzel, savakkal és lúggal.* Egy fehér csempére helyezzünk kis darabkákat a következő fémekből: magnézium (négyszer), kalcium, cink, réz (négyszer), alumínium (háromszor), ólom (kétszer), vas. Cseppentsünk a fémekre fenolftaleines vizet, híg és tömény sósavat, híg és tömény salétromsavat, híg kénsavat, illetve nátrium-hidroxid-oldatot a következő táblázatban foglaltaknak megfelelően! Ahol gázfejlődés van, közelítsünk égő gyufaszállal!

Fém	Reagens	Tapasztalat	Magyarázat
magnézium	fenolftaleines víz	kis elszíneződés a magnézium felszínén	$\text{Mg} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 + \text{H}_2$
kalcium	fenolftaleines víz	buborékképződés, az oldat megpirosodik, égő gyufa hatására pukkanó-sercegő hang hallatszik	$\text{Ca} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$
cink	fenolftaleines víz	nem történik semmi	–
réz	fenolftaleines víz	nem történik semmi	–

magnézium	híg sósav	buborékképződés, égő gyufa hatására pukkanó-sercegő hang hallatszik	$\text{Mg} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
magnézium	híg kén-sav	buborékképződés, égő gyufa hatására pukkanó-sercegő hang hallatszik	$\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2$
magnézium	híg salétromsav	buborékképződés, égő gyufa hatására pukkanó-sercegő hang nem hallatszik	$4 \text{Mg} + 9 \text{HNO}_3 \rightarrow 4 \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$
alumínium	tömény sósav	buborékképződés, égő gyufa hatására pukkanó-sercegő hang hallatszik	$2 \text{Al} + 6 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{AlCl}_3 + 3 \text{H}_2$
alumínium	tömény salétromsav	nem történik semmi	passzíválódik
ólom	híg sósav	nem történik semmi	a felületi ólom(II)-klorid-csapadék megakadályozza további reakciót
ólom	tömény sósav	lassú buborékképződés	s felületi ólom(II)-klorid komplexképződés közben oldódik: $\text{Pb} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{H}_2$ $\text{PbCl}_2 + 2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{PbCl}_4^{2-}$
réz	tömény sósav	nem történik semmi, legfeljebb órák múlva kicsit zöldül az oldat	pozitív standardpotenciálú fém; oxigén jelenlétében lassú oldódás: $\text{Cu} + 0,5 \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
réz	NaOH-oldat	nem történik semmi	–
vas	NaOH-oldat	nem történik semmi	–

alumíni- um	NaOH- oldat	buborékképződés, égő gyufa hatására pukkanó- sercegő hang hallatszik	$2 \text{ Al} + 2 \text{ NaOH} +$ $6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2$ $\text{NaAl(OH)}_4 + 3 \text{ H}_2$
----------------	----------------	--	---

*Acetilén előállítása és oxidálhatósága.* Fehér csempe két különböző pontjára helyezünk 1-1 kalcium-karbid-darabkát! Az elsőre cseppent-sünk fenolftaleines vizet, és a fejlődő gázt gyűjtjük meg! Világító, kor-mozó lánggal ég, az oldat pedig piros színűre változik:  $\text{CaC}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$ . A tökéletes égés kémiai egyenlete:  $2 \text{ C}_2\text{H}_2 + 5 \text{ O}_2 \rightarrow 4 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$ . A koromképződéssel járó égés egyenlete:  $2 \text{ C}_2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{ C} + 2 \text{ H}_2\text{O}$ . A másik karbidarabkára cseppentsünk kénsavas kálium-permanganát-oldatot. Gázfejlődést tapasztalunk, és az oldat elszíntelene-dik a fejlődő acetilén redukáló hatása miatt:  $2 \text{ MnO}_4^- + \text{C}_2\text{H}_2 + 6 \text{ H}^+ \rightarrow 2 \text{ Mn}^{2+} + 2 \text{ CO}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}$ .

### Egyéb technikák

#### *Érintőképernyős okostelefonok, táblagépek a tanórai kísérletezésben*

Az egyik típusú (ún. kapacitív) érintőképernyő esetében egy kemény üveg- vagy műanyag lap alatt egy rácsos szerkezetű vezető réteget helyeznek el, aminek segítségével a kijelző „felett” egy elektromos mezőt alakítanak ki. Amikor ujjunkat közelítjük a panelhez, zavart okozunk ebben az elektromos mezőben (töltést vezetünk el a kezünkkel), amelyet a vezérlőchip érzékel, s ez alapján határozza meg a pozíciót. Az elektromos töltést érzékelő réteg általában indium-trioxid és ón-dioxid elegye. Innen a rövidítése: ITO (Indium Tin Oxide).

*Különböző anyagok elektromos vezetéseinek vizsgálata.* Tegyük védő-fóliát – folpack is megteszi – érintőképernyős mobiltelefonra vagy tábla-gépre! Érintsünk a védőfóliához különböző szilárd anyagokat (fém-dara-bot, műanyagot, papírt, fapálcikát, üveget, grafitrudat, kockacukrot, só-kristályt), és vizsgáljuk meg, hogy az érintőképernyő reagál-e az érintés-re! Ha igen, akkor az anyag jól vezeti az elektromos áramot, ha nem, ak-kor rosszul vezeti. Ismételjük meg a kísérletet néhány folyadékkal (csap-vízzel, sósvízzel, cukros vízzel) is! Ehhez szívjuk fel a folyadékot egy műanyaga szívószálba, majd fogjuk be ujjunkkal a szívószál egyik végét, hogy a folyadék a szívószálban maradjon! A szívószál másik végét érint-

sük az érintőképernyőhöz, és mozgassuk rajta! Sós víz esetén így is tudjuk használni az érintőképernyőt, csapvíz és cukoroldat esetében nem.

#### *Kémiai kísérletek buborékban*

Látványos és érdekes a szappanbuborékokkal való kísérletezés. (Természetesen szappan helyett használhatunk mosó- vagy mosogatószerket is.) A buborékokat injekciós tű segítségével különböző gázokkal tölthetjük meg. Ezáltal szemléltethetjük a gázok levegőhöz viszonyított sűrűségét, valamint néhány reakcióját is.

*A buborék mint reakcióközeg.* Töltsük műanyagpohárba a szappanoldatot. Tű és műanyagfecskendő segítségével fújunk buborékot az egyik gázból! Ezután egy másik tű és fecskendő segítségével injektáljunk ebbe a buborékba egy másik gázt! A lehetséges reakciókat a következő táblázat foglalja össze:

<b>Első gáz</b>	<b>Második gáz</b>	<b>Tapasztalat</b>	<b>Magyarázat</b>
HCl	NH <sub>3</sub>	fehér füst képződik a buborékban	$\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	fénytűnemény, koromképződés	$\text{C}_2\text{H}_2 + 5 \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{CCl}_4 + 2 \text{HCl}$ $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{C} + 2 \text{HCl}$
NO <sub>2</sub>	–	a gáz elszíntelenedik	$2 \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$
H <sub>2</sub> S	SO <sub>2</sub>	sárga anyag képződik	$2 \text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3 \text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$
H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	gyújtás hatására robbanás	$2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	gyújtás hatására robbanás	$2 \text{C}_2\text{H}_2 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

*Különböző sűrűségű gázok buborékban.* A megfelelő gázzal (pl. hidrogéngázzal, oxigéngázzal, acetiléngázzal, szén-dioxid-gázzal, nitrogén-monoxid-gázzal) töltött fecskendő végére tűt húzunk, a tű végét belemártjuk a mosószeroldatba, majd onnan kivéve a gáz kinyomásával buborékot képezünk a tű végén! A buborék a benne lévő gáz sűrűségétől függően lefelé vagy felfelé száll a levegőben. A kísérlet nem végezhető el

olyan gázokkal, amelyek nagymértékben és gyorsan oldódnak vízben (pl. hidrogén-kloriddal, ammóniával, nitrogén-dioxiddal, kén-dioxiddal).

#### *CD használata a tanórai kísérletezésben*

A gyárilag készült CD általában négy rétegből áll. Az alapja polikarbonát, ezen van egy vékony alumíniumréteg, az alumíniumrétegen egy lakkréteg, és azon a címke.

*A CD mint optikai rács.* A CD-t fényes oldalával a fényforrás felé fordítva a ráeső fényt hullámhossz szerinti alkotóira bontja. Fehér fény esetén szivárványt látunk. Érdeemes megvizsgálni a lángfestés során kibocsátott fényt ezzel a módszerrel!

*Felületaktív anyagok vizsgálata.* Már nem használatos CD-re vagy DVD-re cseppentsünk vizet! A vízcsepp a felületi feszültség hatására félgömb alakot vesz fel. Értjük a vízcsepphez mosogatószerbe mártott fogpiszkálóval! A csepp szétterül a lemez felületén.

*A CD alumíniumrétegének szabaddá tétele.* Egy kristályosító tálba töltünk tömény salétromsavoldatot! Tegyük bele a CD-t, színes címkéjével lefelé fordítva! A címke és a lakkréteg leoldódik. A kísérlet egyben azt is szemlélteti, hogy az alumínium tömény salétromsavban nem oldódik.

*Az alumíniumréteg néhány reakciójának vizsgálata.* Cseppentsünk az előző kísérletben nyert CD alumíniumrétegére sósavat, nátrium-hidroxidot és réz(II)-szulfát-oldatot! A sósav és a nátrium-hidroxid oldja az alumíniumot, réz(II)-szulfát-oldatból pedig réz válik ki az alumínium oldódásával párhuzamosan.

#### **Toxikus fémionok minőségi analízise szűrőpapíron**

A bemutatásra kerülő szűrőpapír-reakciók lényege, hogy a kémcsövet, főzőpoharat vagy a csempét, mely a kémiai reakciók „helyszíne” lehet, szűrőpapírral helyettesítjük. Ennek módja, hogy az egyik reagensbe szűrőpapírt mártunk és felszívjuk, majd hagyjuk a papírt megszáradni. Az így elkészített szűrőpapír körlapra vagy négyzetre (száradás után már tetszőleges nagyságúra vágható) kell felcseppenteni azokat az oldatokat, melyeket meg szeretnénk vizsgálni.

A felcseppentett foltok nagyságát meghatározza, hogy mivel (vagy miből) cseppentjük fel a folyadékot. Ha kicsi foltokat szeretnénk „előállítani”, akkor célszerű egészen vékony kapillárist mártani az oldatba, majd a szűrőpapírhoz érintve kis mennyiségű oldatot juttatni a papírra. A reakció

lejátszódását példánkban a különböző színű csapadékok megjelenése (majd eltűnése), vagy a csapadékok színének megváltozása jelzi.

Az egyszerűbb kezelhetőség és az ismételhetőség megkönnyítése érdekében a kapillárisok helyett mi gyakran használunk műanyag cseppentőt, amelyet a gyógyszertárakban használnak például szemcseppek forgalmazására. Ezeknek nagy előnye az, hogy a vegyszer bennük sokáig tárolható és belőlük könnyen cseppenthető (adagolható).

Az előkészített szűrőpapírok és vegyszeres cseppentők hetekig is tárolhatók, így nem kell minden alkalommal új oldatokat készíteni.

*Vizsgáljuk meg a réz-, ólom-, ezüst-, higany-, bizmut-jodidok keletkezését szűrőpapíron.*

Egy 5 cm átmérőjű szűrőpapírt megnedvesítettünk  $0,2 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú kálium-jodid oldattal, majd megszáritottuk. A vizsgálandó kationok és elegyük oldatait kapilláris vagy cseppentő segítségével vigyük fel a KI-dal kezelt szűrőpapírra.

*Réz(II)-ionok reakciója jodidionokkal*

- Cseppentsünk a szűrőpapírra a réz(II)-ionokat tartalmazó oldatból. A keletkezett folt barna színű. A lejátszódó reakció egyenlete:  $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} + \text{I}_2$ . A keletkező jód barna színe elfedi a réz(I)-jodid fehér színét. Hogy valóban jód keletkezett azt mutassuk ki keményítő oldattal.
- A barna folt egyik szélére cseppentsünk egy csepp keményítő oldatot. A keményítő oldat hatására a folt kék színű lesz. A jód-keményítő próba igazolta a jód keletkezését.
- A barna folt másik oldalára cseppentsünk nátrium-tioszulfát oldatot. A barna folt „eltűnik”, a folt fehér színű lesz. A jód a tioszulfáttal reagálva ismét színtelen jodiddá válik:  $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

*Ólom(II)-ionok reakciója jodidionokkal*

Cseppentsünk a szűrőpapírra az Pb(II)-ionokat tartalmazó oldatból. A papíron sárga színű csapadékfolt keletkezik. A reakció egyenlete:  $\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- = \text{PbI}_2$

*Ag(I)-ionok reakciója jodidionokkal*

- Cseppentsünk a szűrőpapírra az Ag(I)-ionokat tartalmazó oldatból. A papíron sárgásfehér színű folt keletkezik. A reakció egyenlete:  $\text{Ag}^+ + \text{I}^- = \text{AgI}$



- b) A keletkezett csapadékfolt egyik szélére cseppentsünk nátrium-tioszulfát oldatot. A sárgásfehér csapadék feloldódik.

*Hg(II)-ionok reakciója jodidionokkal*

Cseppentsünk a szűrőpapírra a Hg(II)-ionokat tartalmazó oldatból. A papíron vörös színű folt keletkezik. A reakció egyenlete:  $\text{Hg}^{2+} + 2\text{I}^- = \underline{\text{HgI}_2}$

A keletkezett csapadékfolt egyik szélére cseppentsünk kálium-jodid oldatot. A jodidionok feleslege miatt a vörös csapadék komplex képződése közben feloldódik. A reakció egyenlete:  $\underline{\text{HgI}_2} + 2\text{I}^- = [\text{HgI}_4]^{2-}$

*Bi(III)-ionok reakciója jodidionokkal*

Cseppentsünk a szűrőpapírra a Bi(III)-ionokat tartalmazó oldatból. A papíron sötétszürke folt keletkezik. A reakció egyenlete:  $\text{Bi}^{3+} + 3\text{I}^- = \underline{\text{BiI}_3}$

A keletkezett csapadékfolt egyik szélére cseppentsünk kálium-jodid oldatot. A jodidionok feleslege miatt a szürke csapadék narancssárga komplex (tetrajodo-bizmutátion) képződése közben feloldódik. A reakció egyenlete:  $\underline{\text{BiI}_3} + \text{I}^- = [\text{BiI}_4]^-$

*Ismeretlen meghatározása*

A szűrőpapíron elkészített csapadékfoltok színei alapján lehetőségünk van arra is, hogy meghatározzuk, milyen két vagy három iont tartalmaz egy-egy ismeretlen. Az ionok egymás mellett történő meghatározását az teszi lehetővé, hogy a jodidionokkal alkotott csapadékok oldhatósága különböző. A felcseppentés után a szűrőpapíron történő felszívódás során az egyes csapadékok egymás után, az oldhatósággal fordított sorrendben válnak ki.

Cseppentsünk fel a négy ismeretlenből egy-egy cseppet a szűrőpapírra, majd a felszívódás után figyeljük meg a csapadékfoltok színét.

- a) Az első folt közepe sárga, széle vörös. A sárga folt nátrium-tioszulfát oldatban feloldódik. Így a két ismeretlen az ezüst(I)ion és a higany(II)ion.
- b) A második folt közepe vörös, a széle sárga. A vörös csapadék most is a higany(II)ion jelenlétét jelzi, mellette az ólom(II)ionok okozzák a sárga színt.
- c) A harmadik folt közepe vörös, a széle szürke. A higany(II)ionok mellett bizmut(III)ionok is voltak az oldatban.
- d) A negyedik folt színei belülről kifelé haladva: sárga, vörös majd szürke. A korábbi vizsgálatok alapján megállapítható, hogy az

ezüst(I)ion, higany(II)ion és a bizmut(III)ion is jelen volt az oldatban.

#### *Oldatok pH-jának meghatározása*

A szűrőpapír felhasználható oldatok pH-jának vizsgálatára is. A szűrőpapírt itassuk át az indikátorral, ami lehet univerzális indikátor, vagy a saját magunk által készített vörös káposzta indikátor.

#### *A vöröskáposzta indikátor elkészítése:*

A lehetőleg friss vöröskáposzta leveleket vágjuk apró darabokra, majd desztillált vízzel főzzük addig, míg az oldat lila színű nem lesz. Hagyjuk lehűlni, majd szűrjük le az oldatot. Kész az indikátorunk.

Mivel a káposztalé hamar romlásnak indul, ezért frissen kell készíteni, vagy a hűtőben tárolva néhány napig még felhasználható. Ennél tartósabb megoldás, ha a frissen készített oldatot például műanyag jégkocka készítő tálba (lehet egy bonbonos doboz műanyag betétje is) öntjük, majd a mélyhűtőben lefagyasztjuk. Az így elkészített „jégkockákból” szükség esetén egyet-egyet kiolvastva pár perc alatt friss indikátoroldatot készíthetünk.

#### *Indikátor-színskála készítése:*

A vöröskáposzta indikátor használata előtt célszerű egy indikátor-skálát készíteni. Ennek egyik módja, hogy bemért tömegű nátrium-hidroxidból és desztillált vízből 14-es pH-jú oldatot készítenek, majd az oldatból 1 cm<sup>3</sup>-t kivéve azt 10 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk. A hígítást egymás után többször megismételve különböző ismert pH-jú lúgos oldatokat kapunk. A savas oldatsorozatot hasonló módon, hígítással készíthetjük, melyhez ismert koncentrációjú tömény sósavból indulunk ki. A sósavból készített savas oldatokban az indikátor színe a pH növekedésével az élénk vöröstől a világosabb vörösön keresztül a liláskék színig változik, majd a semleges kék oldat után a lúgos oldatokban zöldes árnyalatú, majd a zöld szín után sárga színűvé válnak.

Ehhez a pH skálához hasonlíthatjuk az általunk vizsgált oldatokban az indikátor színét, így a pH viszonylagos pontossággal meghatározható.

A technikai eszközök lehetővé teszik, hogy az egyszer elkészített szín-skálát lefényképezzük, majd az aktuális órán a kísérlet elvégzése közben kivetítsük. A tanulók maguk is szívesen rögzítik például mobiltelefonjuk segítségével a szín-skálát és az egyes oldatokban az indikátor színét. Így

azokat később is felhasználhatják. Készíthetünk színes nyomtatóval papír alapú színskálát is, melyet sokszorosítva a tanulók kezébe adhatjuk. A skála szennyeződését megelőzhetjük, ha használat előtt lamináljuk, így évekig biztosítjuk tanulóink számára a megfelelő minőségű összehasonlító mintát.

Az általunk bemutatott másik lehetőség a szűrőpapír átítatása a vöröskáposzta oldatával. A papír megszáradása után napokig használható.

*A vöröskáposzta indikátor használata szűrőpapíron:*

A fent leírt módon elkészített, vöröskáposztalével átítatott és megszáritott szűrőpapírra cseppentsünk a következő oldatokból. A folt színét a skálával összehasonlítva következtethetünk az oldat kémhatására. A pH értékét főként a lúgos tartományban becsülhetjük meg.

*Hidrogén-klorid-oldatok kémhatása*

A szűrőpapírra cseppentsünk a hidrogén-klorid-oldatokból. A keletkező foltok színe és a pH-skála alapján meghatározható a pH és a hidrogénion (oxóniumion) koncentrációja. Ez megegyezik a kezdeti hidrogén-klorid koncentrációval. A hidrogén-klorid erős sav, vízben gyakorlatilag teljesen disszociál.

*Nátrium-hidroxid-oldatok kémhatása*

A szűrőpapírra cseppentsünk a nátrium-hidroxidból készített különböző töménységű oldatokból. A keletkező foltok színe és a pH-skála alapján meghatározható a pH és a hidrogénion (oxóniumion) koncentrációja. Ebből kiszámíthatjuk a hidroxidion koncentrációját, mely megegyezik a nátrium-hidroxid koncentrációjával. (A nátrium-hidroxid ionvegyület, erős bázis, vízben gyakorlatilag teljesen disszociál.)

*Ammónium-hidroxid-oldat kémhatása*

A szűrőpapírra cseppentsünk az ammónia vizes oldatából. A keletkező folt színe és a pH-skála alapján meghatározható a pH és a hidrogénion (oxóniumion) koncentrációja, melyből kiszámíthatjuk a hidroxidion koncentrációját. Az ammónia kezdeti koncentrációját az egyensúlyi reakció egyenlete alapján felírt egyensúlyi állandó (bázisállandó) segítségével számíthatjuk ki. A bázisállandó értéke a függvénytáblázatból kikereshető.  $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$  A tanulók megfigyelhetik, hogy a folt színe idővel megváltozik, ahogy az ammónia gáz fokozatosan eltávozik az oldatból. Ez a tapasztalat is erősítheti az egyensúlyi reakciók eltolódásáról tanultakat.

*Nátrium-klorid-oldat kémhatása*

A szűrőpapírra cseppentsünk a konyhasó vizes oldatából. Az indikátor színe gyakorlatilag nem változik, evvel jelzi, hogy a nátrium-klorid oldata semleges kémhatású. Sem a nátriumion, sem a kloridion nem lép reakcióba a vízzel. A só oldásakor hidratáció történik, hidrolízis (protolízis) nem.

A rendelkezésre álló oldatok kémhatását megvizsgálhatjuk a szűrőpapír segítségével, megfigyeléseinket rögzíthetjük, majd magyarázatot adhatunk.

*Az indikátoros szűrőpapír, mint „játék”*

A vöröskáposzta indikátoros szűrőpapír felhasználható akár az alsós tanulók motiválására is. Ennek egyik módja lehet, ha az elkészített szűrőpapír lapokból minden tanuló kap egyet-egyet, amit ők egy-egy rajztáblára helyeznek. Vékony ecsetet, vagy annak hiányában fogpiszkálóra tekert pici vattapamacsot (boltban is kapható „fültisztító pálcikát”) különböző kémhatású (savas, semleges, lúgos) oldatba mártva különböző virágokat, házat, stb. rajzolhatnak. A rajzokat haza is vihetik. Fontos, hogy az oldatok ne legyenek veszélyesek. Hogyan kerülhető el az ecsetek szennyeződése a különböző vegyszerekkel? Célszerű csoportmunkában dolgozni, az oldatokat jól megkülönböztethető felirattal, (színes papírral) ellátni és a tanulókkal megbeszélni, hogy az ecsetet mindig abba a pohárba tegyék, ahonnan kivették.

**Festőpaletta mint reakciótér**

A kémia tananyag mennyisége és a tanításra fordítható időkeret miatt a kémiai kísérletek „élőben” való elvégzése egyre nagyobb gondot okoz. A tanári demonstrációs és a tanulókísérletek döntő többsége viszonylag nagy anyagigényű, főleg ha a tanulókísérleteket több osztályban, ott is több csoporttal szeretnénk elvégeztetni. A vegyszerek mellett szükség van eszközökre is, s bizony ezek biztosítása sokszor még nehezebb feladat. A sok kémcső, főzőpohár égők és egyéb eszközök csak egy jól felszerelt szertárral rendelkező iskolában állnak rendelkezésre. Az előkészítés majd az eszközök mosogatása és a szertárba való visszajuttatása sok időt és energiát von el a tanároktól.

Az iskolák informatikai eszközökkel való ellátottságának növelése lehetőséget biztosít a tanároknak, hogy az interneten kikeresett számos kísérletet bemutassanak, kivetítsenek, az interaktív tananyagok segítségével

modellezzenek, de azért nem árt, ha a kémia teremnek van egy kis „kémia szaga”.

A kémcsövek, főzőpoharak, stb. nagy részének használata megspórolható a fecskendő, csempés és szűrőpapíros kísérletekkel, s ehhez kapcsolódik egy másik eszköz, mely szintén jó tere lehet a reakcióknak. Ez a rajzórán korábban használt festőpaletta. (Hasonló módon használható eszköz lehet például bizonyos rágógumik műanyag csomagolása, vagy néhány lapos édesség tartója.)

Az általunk használt fehér műanyag festőpaletta hat kerek mélyedést tartalmaz, s még plusz négy lapos mélyedés található rajta. A kerek mélyedésekbe tesszük rajzórán például a temperafesték különböző színeit, s a négy mélyedést használjuk a színek keverésére.

Ezekbe a mélyedésekbe nagyon kevés szilárd anyagot téve hozzácseppenthetünk különböző folyadékokat, vagy folyadékot öntve bele szilárd anyaggal vagy folyadékkal reagáltathatjuk. A keletkező termékek (gázok, csapadékok, stb.) jól megfigyelhetők, s a kis mennyiségnek köszönhetően kevésbé veszélyesek a tanulóinkra. A csempés kísérletek elvégzése nagyobb óvatosságot igényel, mert a vízszintes felületen könnyen elfolyik a folyadék, összeérnek a cseppek, elgurulhat a szilárd anyag. A paletta használatakor ez a veszély kisebb, mert a mélyedések egy-egy reakcióteret képviselnek, egymástól jól elkülönülnek.

#### *Oldatok kémhatásának vizsgálata:*

Tegyünk a paletta egy-egy mélyedésébe a következő anyagokból. Ha szilárd anyag, akkor cseppentsünk hozzá kevés vizet, ha oldat, akkor nem kell vizet adni hozzá. Figyeljük meg, oldódik-e a vízben. Adjunk mindegyikhez két csepp indikátort (univerzális indikátor oldatot vagy vöröskáposztalevet). Az oldatok helyett használhatunk picire vágott univerzális indikátorpapírt vagy a saját készítésű vöröskáposztalével átitatott szűrőpapírt.

Jegyezzük fel az indikátor színét, a pH-skála segítségével állapítsuk meg a pH-t majd magyarázzuk azt egyenletekkel.

#### *A következő anyagok oldatainak vizsgálatát végezzük el:*

víz; sósav; lúgkő; salétromsav; kénsav; szódavíz; meszes víz; szóda; szódabikarbóna; mészkő; égetett mész; konyhasó; kálium-klorid; kalcium-klorid; trisó; dinátrium-hidrogénfoszfát; natrium-dihidrogénfoszfát; foszforsav; ammónia; ecet; hangyasav; etanol; glicin; kristálycukor

$\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ ;  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ ;  $\text{HNO}_3_{(\text{aq})}$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{aq})}$ ;  $\text{H}_2\text{CO}_3_{(\text{aq})}$ ;  $\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$ ;  $\text{Na}_2\text{CO}_3_{(\text{aq})}$ ;  $\text{NaHCO}_3_{(\text{aq})}$ ;  $\text{CaCO}_3$ ;  $\text{CaO}$ ;  $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$ ;  $\text{KCl}_{(\text{aq})}$ ;  $\text{CaCl}_2_{(\text{aq})}$ ;  $\text{Na}_3\text{PO}_4_{(\text{aq})}$ ;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4_{(\text{aq})}$ ;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4_{(\text{aq})}$ ;  $\text{H}_3\text{PO}_4_{(\text{aq})}$ ;  $\text{NH}_3_{(\text{aq})}$ ;  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ ;  $\text{HCOOH}_{(\text{aq})}$ ;  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{aq})}$ ;  $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}_{(\text{aq})}$ ;  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(\text{aq})}$

A tapasztalt kémhatást, valamint annak Arrhenius-, illetve Brönsted-elmélet szerinti magyarázatát a következő táblázat tartalmazza:

Oldat	kémhatás	Értelmezés az Arrhenius elmélet szerint	Értelmezés a Brönsted elmélet szerint
$\text{H}_2\text{O}$	semleges	amfoter $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$	amfoter $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$
$\text{HCl}_{(\text{aq})}$	erősen savas	$\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$	$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$
$\text{NaOH}_{(\text{aq})}$	erősen lúgos	$\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$	$\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^-$
$\text{HNO}_3_{(\text{aq})}$	erősen savas	$\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$	$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HNO}_3^-$
$\text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{aq})}$	erősen savas	$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HSO}_4^-$	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HSO}_4^-$
$\text{H}_2\text{CO}_3_{(\text{aq})}$	gyengén savas	$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$	$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^-$
$\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$	erősen lúgos	$\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$	$2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^-$
$\text{Na}_2\text{CO}_3_{(\text{aq})}$	gyengén lúgos	Erős bázisból és gyenge savból képződött só.	$\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$

$\text{NaHCO}_{3(\text{aq})}$	gyengén lúgos	Erős bázisból és gyenge savból képződött só.	$\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$
$\text{CaCO}_3$	–	nem oldódik	nem oldódik
$\text{CaO}_{(\text{aq})}$	erősen lúgos	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$	$\text{O}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{OH}^-$
$\text{NaCl}_{(\text{aq})}$	semleges	Erős savból és erős bázisból képződött só.	nincs protolízis
$\text{KCl}_{(\text{aq})}$	semleges	Erős savból és erős bázisból képződött só.	nincs protolízis
$\text{CaCl}_{2(\text{aq})}$	semleges	Erős savból és erős bázisból képződött só.	nincs protolízis
$\text{Na}_3\text{PO}_{4(\text{aq})}$	közepesen lúgos	Erős bázisból és gyenge savból képződött só.	$\text{PO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^-$
$\text{Na}_2\text{HPO}_{4(\text{aq})}$	gyengén lúgos	Erős bázisból és gyenge savból képződött só.	$\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^-$
$\text{NaH}_2\text{PO}_{4(\text{aq})}$	gyengén savas		$\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$
$\text{H}_3\text{PO}_{4(\text{aq})}$	savas	$\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$
$\text{NH}_{3(\text{aq})}$	gyengén lúgos		$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$	gyengén savas	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$
$\text{HCOOH}_{(\text{aq})}$	savas	$\text{HCOOH} \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCOO}^-$	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCOO}^-$
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{aq})}$	semleges	nem lép reakcióba	nincs protolízis
$\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}_{(\text{aq})}$	semleges	amfoter $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH} \rightleftharpoons \text{}^+\text{NH}_3\text{-CH}_2\text{-COO}^- + \text{H}^+ + \text{OH}^-$	$\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{}^+\text{NH}_3\text{-CH}_2\text{-COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$
$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(\text{aq})}$	semleges	nem lép reakcióba	nincs protolízis

### Növényi színanyagok vizsgálata

#### *Kromatográfia szűrőpapíron*

A növények levele, virága vagy gyümölcse többféle színanyagot tartalmazhat. Ezek közül a klorofill-a kékes-zöld színű, a klorofill-b – sárgászöld, a karotin narancssárga, a likopin vörös, a xantofill citromsárga, az antociánok vagy antocianidok pH-tól függően más és más színűek. Ezek a szerves molekulák a növényekből kioldhatók és egymástól szétválaszthatók.

A színanyag készítése:

A növény levelét, virágát, stb. dörzsmozsárban kvarchomokkal eldörzsoljuk, miközben néhány köbcentiméter alkoholt adunk hozzá. Egy főzőpohár aljára 0,5 cm magasságban alkoholt öntünk. A körlap alakú szűrőpapírból egy keskeny körcikket bevágunk úgy, hogy a körlap közepén egyben maradjon. A szűrőpapír közepére cseppentünk a növényi kivonattól, majd hagyjuk beszáradni. A felcseppentést többször is megismételhetjük. A körcikket lehajlítva belelógatjuk a futtatószerbe, mely egyenletesen felszívódik, majd a szűrőpapíron szétterjedve magával viszi a festékanyagokat. (A körlaphoz olyan magas főzőpoharat válasszunk, hogy a bevágott körcikk éppen leérjen az aljára!)













A vizsgálatot könnyen elvégezhetjük akkor is, ha nincs időnk vagy lehetőségünk színes növényi kivonatokat készíteni. Helyettük jól használhatók a különböző színű alkoholos filctollak. A felcseppentés helyett rajzoljunk a szűrőpapír közepére kis kört különböző színű alkoholos filctollakkal. A tollakkal egy kört rajzoljunk úgy, hogy ugyanazon a nyomvonalon haladjunk. Az alkohol a különböző színanyagokat most is különböző távolságra viszi majd a szűrőpapíron.

#### *Pólókromatográfia*

A futtatást elvégezhetjük például „használt” mosott pólóanyagon is. A pólót egy főzőpohár tetejére tesszük, kifeszítjük, majd egy gumigyűrűvel rögzítjük. A közepére felvisszük a színes oldatmintát, vagy alkoholos filctollakkal apró kört rajzolunk az előbb leírt módon. A futtatószeret pipettából juttassuk (csepegtessük) egyenletesen a középpontba, hogy az oldószer egyenletesen futhasson. Minél szélesebb a pohár, annál jobb lesz a festékanyagok elválasztása.

## 1. melléklet

Vizgálandó ion	A vizsgálat rajzos terve	Megfigyelési szempontok, tapasztalatok	Elemzési szempontok	Következtetések, Ionegyenlet
$\text{Cu}^{2+}$	<p>Cseppentő mintaoldattal (<math>\text{CuSO}_4</math>)</p>  <p>KI-os szűrőpapír</p> <p>a) jód azonosítása</p>  <p>+ keményítő oldat</p> <p>b) a jód redukciója</p>  <p>+ <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3</math>-oldat</p>	<i>Hogyan változik a szűrőpapír színe?</i>	A rézionok melyik tulajdonságára következtethetünk?	$2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} + \text{I}_2$ <p><u>Közlés:</u></p> $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ <p><u>Közlés:</u></p>
$\text{Pb}^{2+}$	<p>Minta-oldat</p>  <p>KI-os szűrőpapír</p>			

<p><math>\text{Ag}^+</math></p>	<p>Minta oldat <math>\text{AgNO}_3</math></p>  <p>KI-os szűrőpapír</p> <p>Vizsgáljuk meg a <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3</math>-oldat hatását</p> 			
<p><math>\text{Hg}^{2+}</math></p>	<p>Minta-oldat pl. <math>\text{Hg}(\text{NO}_3)_2</math></p>  <p>KI-os szűrőpapír</p> <p>KI felesleg hatá- sa</p> 			<p><math>\text{HgI}_2 + 2\text{I}^- =</math> <math>= [\text{HgI}_4]^{2-}</math></p>
<p><math>\text{Bi}^{3+}</math></p>	<p>Minta-oldat pl. <math>\text{Bi}(\text{NO}_3)_3</math></p>  <p>KI-os szűrőpapír</p> <p>KI felesleg hatá- sa</p> 			<p><math>\text{BiI}_3 + \text{I}^- =</math> <math>= [\text{BiI}_4]^-</math></p>

### Összetett oldatminták vizsgálata

A természetes minták (ipari szennyvizek, talajkivonatok stb.) általában 2-3 vagy ennél több toxikus anyagot (fémiont) tartalmaznak. Ezért fontos analitikai feladat a toxikus fémionok kimutatása egymás mellett az oldatban.

A következőkben olyan oldat-mintákat vizsgálunk, amelyek 2-3 toxikus fémiont tartalmaznak. Végezzük el a fentihez hasonló módon a minőségi elemzést kálium-jodid oldattal kezelt szűrőpapíron. Figyeljük meg a keletkezett foltok és gyűrűk színét, keletkezési sorrendjét, elhelyezkedését a szűrőpapíron, majd tapasztalatainkat és következtetéseinket jegyezzük le.

Ehhez vegyük figyelembe a keletkezett fém-jodidok oldhatósági szorzatait ( $\text{HgI}_2=10^{-28}$ ;  $\text{AgI}=10^{-16}$ ;  $\text{PbI}_2=10^{-9}$ ;  $\text{BiI}_3=10^{-18}$ ;  $\text{CuI}=10^{-12}$ )

Tapasztalat rajzzal	Tapasztalat szavakkal	Következtetések
1.		
2.		
3.		
4.		

**Oldatok kémhatásának vizsgálata indikátorral  
vörös káposzta vagy pH-papír  
(nem feltétlenül kell mindegyik anyagot megvizsgálni!)**

	Név	Képlet	Az in- dikátor színe	pH	Az oldat kémha- tása	Egyenlet
1.		H <sub>2</sub> O				
2.		HCl <sub>(aq)</sub>				
3.		NaOH <sub>(aq)</sub>				
4.		HNO <sub>3(aq)</sub>				
5.		H <sub>2</sub> SO <sub>4(aq)</sub>				
6.		H <sub>2</sub> CO <sub>3(aq)</sub>				
7.		Ca(OH) <sub>2(aq)</sub>				
8.		Na <sub>2</sub> CO <sub>3(aq)</sub>				
9.		NaHCO <sub>3(aq)</sub>				
10.		CaCO <sub>3</sub>				
11.		CaO				
12.		NaCl <sub>(aq)</sub>				
13.		KCl <sub>(aq)</sub>				
14.		CaCl <sub>2(aq)</sub>				
15.		Na <sub>3</sub> PO <sub>4(aq)</sub>				
16.		Na <sub>2</sub> HPO <sub>4(aq)</sub>				
17.		NaH <sub>2</sub> PO <sub>4(aq)</sub>				
18.		NH <sub>3(aq)</sub>				
19.		H <sub>3</sub> PO <sub>4(aq)</sub>				
20.		CH <sub>3</sub> COOH <sub>(aq)</sub>				
21.		HCOOH <sub>(aq)</sub>				
22.		C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH <sub>(aq)</sub>				
23.		NH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> - COOH <sub>(aq)</sub>				
24.		C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11(aq)</sub>				

### Ajánlott irodalom

- Albert Emőke (2007): *Vöröskáposztalé tartalmú természetes indikátor jellemzése és analitikai alkalmazhatósága* (TDK dolgozat); <http://etdk.-adatbank.transindex.ro/pdf/albert.pdf>
- Bárány Zs. B. (2009): Csempe- és félmikro-kísérletek laboratóriumi gyakorlatokon, I. rész. *A Kémia Tanítása*, 17 (2), 23–26.
- Bárány Zs. B. (2009): Csempe- és félmikro-kísérletek laboratóriumi gyakorlatokon, II. rész. *A Kémia Tanítása*, 17 (3), 17–20.
- Bárány Zs. B. (2009): Csempe- és félmikro-kísérletek laboratóriumi gyakorlatokon, III. rész. *A Kémia Tanítása*, 17 (4), 7–9.
- Bárány Zs. B. (2009): Csempe- és félmikro-kísérletek laboratóriumi gyakorlatokon, IV. rész. *A Kémia Tanítása*, 17 (5), 13–15.
- Bárány Zs. B. (2010): Csempe- és félmikro-kísérletek laboratóriumi gyakorlatokon, V. rész. *A Kémia Tanítása*, 18 (1), 28–31.
- Botfalusiné – Kulcsár – Sarka (2003): Ötletek a kémiát szerető tanulók foglalkoztatására. *Magyar Kémikusok Lapja* 58 (11): 389–390.
- Fodor E.: *Legyél Te is Felfedező!*
- Indikátorok: [http://hu.wikipedia.org/wiki/Sav-b%C3%A1zis\\_indik%C3%A1tor](http://hu.wikipedia.org/wiki/Sav-b%C3%A1zis_indik%C3%A1tor)
- Kovács M. (2002): Variációk két elemre. *A Kémia Tanítása*, 10 (5), 3-12.
- Sarka L.: *Minőségi analízis szűrőpapíron*. MTA Debreceni Területi Bizottsága Kémia Oktatási Munkabizottsága ülése Debrecen, 2003. november 18. előadás
- Sarka L. (2010): *Egy csepp-két csepp kísérletek egyszerűen, kevés anyaggal* workshop XXIV. Kémiatanári Konferencia Nyíregyháza, 2010. június 27–30. Összefoglaló 61–62.
- Tóth Z., Bodnár M. (2004): Kísérletek a kémia tankönyvekben. *Iskolakultúra*, 14 (1), 106–112.

### *Az alapvető kémiai számítások tanításának módszertani kérdései*

**TÓTH Zoltán**

#### **A kémiai számítások célja, szerepe a kémia tanítási-tanulási folyamatában**

A kémiai számítási feladatok megoldásának alapvetően két célja van:

- A feladat konkrét témájához tartozó tudásterület fejlesztése.
- A tanulók problémamegoldással kapcsolatos metakognitív tudásának fejlesztése.

*A fogalmi megértés elősegítése, a feladat témájához kapcsolódó tudásterület fejlesztése*

A kémiának számos olyan területe van, ahol az ismeretek elmélyítését, a megfelelően szervezett fogalmi háló kiépítését a jól megválasztott számítási feladatok elősegíthetik. Ilyen terület például a sztöchiometria, a kémiai egyensúly, a termokémia és az elektrokémia. A reakcióegyenlet mennyiségi jelentését, a kémiai egyensúly koncentrációváltozással történő eltolását, a reakcióhő értelmezését, kapcsolatát a képződéshővel, a kötési energiákkal, a Hess-tétel jelentését és a Faraday-törvények jelentését jól megfogalmazott számítási feladatok megoldásával lehet szemléltetni és elmélyíteni.

Ugyanakkor számos nemzetközi, tudományos igényű kutatás mutatja, hogy a tanulók kémiai számítások megoldásában elért sikeressége nagyon gyenge kapcsolatban áll a problémák megoldásához szükséges kémiai ismeretek fogalmi megértettségének szintjével. Lehet, hogy a tanulók attól függetlenül tudják megoldani a kémiai számításokat, hogy értenék a probléma kémiai hátterét. Újabban pedig azt is kimutatták, hogy alapvető különbség van azon tanulócsoportok jellemző tudásszerkezetében, akik fogalmi megértés alapján vagy memorizálási technikával tanultak meg alapvető fizikai és kémiai összefüggéseket. Az utóbbiak tudásszerkezeté-

ben kimutatható volt, hogy a memorizálási technikával rögzült ismeretek izolált és nehezen mozgósítható tudáselemek.

*A problémamegoldással kapcsolatos metakognitív tudás fejlesztése, megoldási sémák kialakítása*

A kognitív pedagógia szerint nem beszélhetünk általános problémamegoldó képességről, hiszen a problémamegoldás is, mint minden ismeretünk kontextus függő, tudásterület-specifikus. A metakognitív tudásrendszerünknek van azonban egy olyan része, amely a problémamegoldással kapcsolatos. Ilyenek például az egyenes és fordított arányosság felismerése, analógiák keresése, a feladat átfogalmazása, az adatok szemléletes (pl. táblázatos) feltüntetése stb. Ezek fejlesztésére alkalmasak a kémiai számítási feladatok is.

Azt, hogy a tanulók melyik megoldási stratégiát használják egy adott feladat megoldására, számos tényező befolyásolja. Ilyenek: a probléma összetettsége, az adatok számértéke, a változók száma és a közöttük lévő összefüggés jellege, a megoldás során végzendő matematikai műveletek jellege stb.

### **A kémiai számítások tanításának alapelvei**

A kémiai számítások hatékony tanításának alapelveit a kognitív pszichológia – különös tekintettel a kognitív terhelés elméletére –, valamint a konstruktivista pedagógia elméleti kereteiből kiindulva fogalmazhatjuk meg.

*A fokozatosság elve*

Talán a legfontosabb elv a fokozatosság elve. Ahogy azt a kognitív terhelés elméletének tárgyalásakor láttuk, a sikertelenség gyakori oka, hogy a tanulónak túl sok információt kellene egyszerre kezelnie, és ez meghaladja a munkamemória kapacitását. A fokozatosság elvének betartásával elérhetjük, hogy egyre nagyobb, egyre kapcsolódúsabb sémái legyenek az adott feladattípus megoldásával kapcsolatban, és így egyre összetettebb feladatok megoldására váljon képessé a tanuló. *Kezdetben kerüljük a külső terhelést, azaz a számításhoz fölösleges adatok használatát.* Például annak a tanulónak, akinek még nincs kialakult sémája a sűrűség–tömeg–térfogat összefüggéssel kapcsolatban, a következő – a megoldás szempontjából fölösleges adatokat is tartalmazó – feladat megoldhatatlanná válhat:

Mekkora a cseppfolyós bróm sűrűsége 25 °C-on, 0,101 MPa nyomáson, ha ilyen körülmények között 2,50 cm<sup>3</sup>-e 7,80 g tömegű?



Több lépéses feladatok megoldása esetén kezdetben ne várjuk el a tanulótól, hogy felfedezze az adatoktól a célig vezető utat. Először csak annyit gyakoroltassunk, hogy *gyűjtse össze* és azonosítsa a feladatban szereplő explicit módon megadott *adatokat*, majd a feladat szövegéből kikövetkeztethető ún. rejtett adatokat is:

Hány  $\text{dm}^3$  standardállapotú ( $25\text{ }^\circ\text{C}$ -os és standard nyomású) HCl-gázt kell vízben elnyeletni, ha  $400\text{ g}$   $38,0\text{ m/m}\%$ -os sósavat akarunk előállítani?

Explicit adatok:	az oldat tömege:	$m(\text{oldat}) = 400\text{ g}$
	az oldat összetétele:	$c(\text{oldat}) = 38,0\text{ m/m}\%$
Rejtett adatok:	a HCl moláris tömege:	$M(\text{HCl}) = 36,5\text{ g/mol}$
	a víz moláris tömege:	$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,0\text{ g/mol}$
	a gáz moláris térfogata:	$V_m(\text{HCl}) = 24,5\text{ dm}^3/\text{mol}$
	a víz sűrűsége:	$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1,00\text{ g/cm}^3$

A következő lépésben azt gyakoroltassuk, hogy az adatbázisban szereplő adatok ismeretében *mi mindent lehetne kiszámítani*. Érdekes felhívni a tanulók figyelmét arra, hogy a kémiai számítások során gyakran követhetjük azt a stratégiát, hogy keresünk két olyan adatot, amelyből közvetlenül egy harmadik adatot lehet számítani. Esetünkben:

- Az oldat tömegének és tömegszázalékos összetételének ismeretében kiszámíthatjuk az oldott anyag tömegét:  $m(\text{HCl}) = 152\text{ g}$ .
- A hidrogén-klorid moláris tömegének és moláris térfogatának ismeretében kiszámíthatjuk a hidrogén-klorid sűrűségét:  $\rho(\text{HCl}) = 1,49\text{ g/dm}^3$ .
- A víz sűrűségének és moláris tömegének ismeretében kiszámíthatjuk a víz moláris térfogatát:  $V_m(\text{H}_2\text{O}) = 18,0\text{ cm}^3/\text{mol}$ .

Csak ezeknek a lépéseknek a kellő begyakoroltatása után kérjük azt, hogy most azt vizsgálja meg, *milyen mennyiségek ismeretében lehetne közvetlenül kiszámítani* a feladatban szereplő kérdéses mennyiséget.

- A HCl-gáz térfogatának kiszámításához ismerni kell a HCl-gáz anyagmennyiségét és moláris térfogatát.

vagy

- A HCl-gáz térfogata kiszámítható a HCl-gáz tömegének és sűrűségének ismeretében is.

Ezzel kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy számos vizsgálat igazolja, hogy a kezdő és a szakértő feladatmegoldók között kimutatható egyik legfontosabb különbség, hogy a kezdők csak egyirányban (lineárisan) építkezve (többnyire az adatoktól a cél felé haladva) próbálják megoldani a feladatokat. Ezzel ellentétben a szakértők – kialakult sémáiknak köszönhetően – képesek arra, hogy egyszerre vizsgálják meg azt, hogy a rendelkezésükre álló adatokból mit *lehet* kiszámítani, és a cél eléréséhez mit *kell* kiszámolni.

*A vizualitásra törekvés elve*

A vizualitásra törekvés elve jelenti táblázatok, ábrák, folyamatábrák készítését, az adatok ezeknek megfelelő rendszerbe foglalását. Ezek a vizuális elemek jelentősen megkönnyítik a feladat adatainak áttekintését, az azok között fennálló kapcsolatok felismerését. Néhány példa:

Milyen anyagmennyiségű szén-dioxid-molekula ugyanakkora tömegű, mint 2,00 mol metánmolekula?

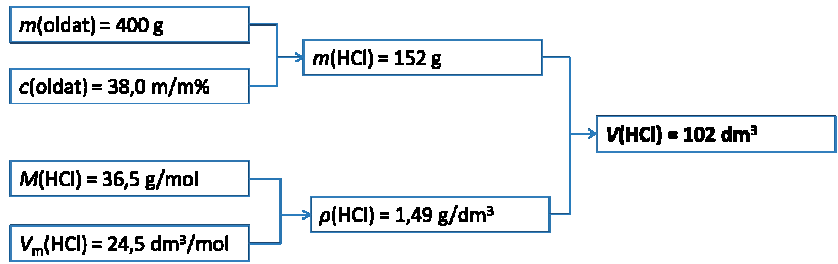
	$CH_4$	$CO_2$
$M:$	16,0 g/mol	44,0 g/mol
$n:$	2,00 mol	?
$m:$		=

Hány gramm kálium-bikromát kristályosodik ki, ha 100 g  $100\text{ }^\circ\text{C}$ -on telített oldatot  $0\text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtünk? A telített oldat  $0\text{ }^\circ\text{C}$ -on 4,76  $m/m\%$ -os,  $100\text{ }^\circ\text{C}$ -on 44,4  $m/m\%$ -os.

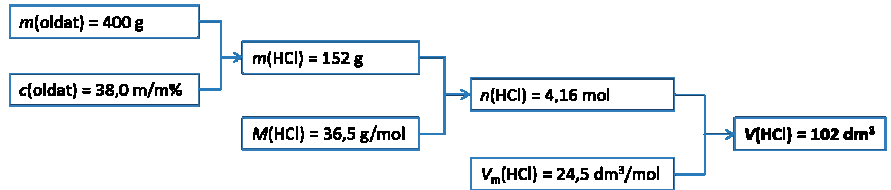
	$100\text{ }^\circ\text{C}$ -on telített oldat	$\rightarrow$	kálium-bikromát +	$0\text{ }^\circ\text{C}$ -on telített oldat
$m:$	100 g		?	
$m/m\%:$	44,4			4,76

$100,0\text{ cm}^3$ , 18,0  $m/m\%$ -os,  $1,119\text{ g/cm}^3$  sűrűségű kálium-klorid-oldathoz hány  $\text{cm}^3$  10,0  $m/m\%$ -os,  $1,088\text{ g/cm}^3$  sűrűségű ezüst-nitrát-oldatot kell önteni, hogy a reakció éppen végbemenjen? Mekkora tömegű csapadékot szűrhetünk le, és – ha a veszteségektől eltekintünk – milyen a maradék oldat tömegszázalékos összetétele?

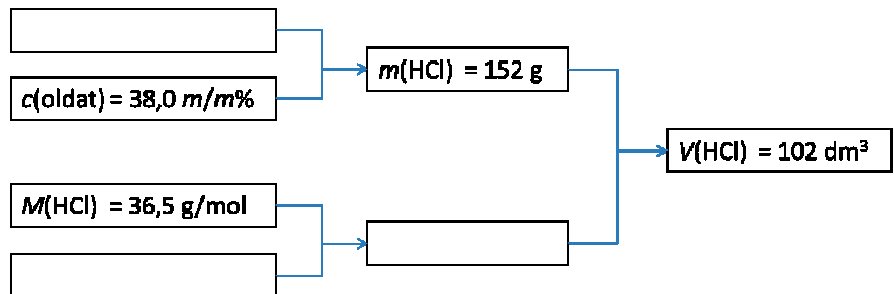




vagy



Az ilyen módon megrajzolt megoldási hálók – a kognitív terhelés elmélete szerint – elősegítik a feladatmegoldási sémák kialakulását. Mind a kész megoldási hálók tanulmányozása, szöveges elemzése, mind az ún. *hiányos megoldási hálók* kitöltése hasznos – és olykor élvezetes – eszköze a feladatmegoldás tanításának. Egy ilyen hiányos megoldási hálót mutat a következő ábra. A tanulónak az a feladata, hogy töltsse ki a megoldási háló hiányzó részeit.



*A számítási feladatok életszerűvé tételének elve*

A feladatmegoldás tanításának fontos alapelve a számítási feladatok életszerűvé tétele. Ennek eleget tenni nem is olyan könnyű, egyrészt a kémiai feladatoknak csak kis hányada kapcsolódik közvetlenül a mindennapokhoz, másrészt valós életben a tanuló számára életszerű szituációkat kell értenünk. Például az oldatok tárgyalásánál hiába hozunk permetlé készítési vagy befőzési példákat, ha a permetezés és a befőzés a tanulótól legalább annyira távol eső "mindennapi" tevékenységek, mint a galvanizálás vagy a műtrágyagyártás. Ilyen, vélhetően tizenéves tanulók számára is életszerű probléma lehet a következő:

Kevesen tudják, hogy egyes zöldségekben – szabadföldi, normál körülmények között történő termesztés esetén is – rengeteg nitrát halmozódhat fel. Nagyon magas (>2500 mg/kg) a cékla, a retek, a saláta, a spenót és a zeller nitráttartalma. Sok (1000 – 2500 mg/kg) nitrátot tartalmaz például a karalábé, a petrezselyem, a póréhagyma és a zellergumó. Alacsony (<500 mg/kg) nitráttartalmú zöldségek: a brokkoli, a répa, a tök, az uborka, a bab, a borsó, a görögdinnye, a hagyma, a padlizsán, a paprika és a paradicsom. Főzésnél a nitráttartalom 70-75%-a kioldódik, ezért célszerű az első, 1-2 perces főzőlevet kiönteni.

Számítsd ki, hogy mekkora tömegű retek elfogyasztása jelenthet veszélyt egy 60 kg testtömegű ember számára! A megengedett nitrátbevitel: 3,7 mg/testtömeg-kg. A retek nitráttartalmát vegyük 2500 mg/kg-nak!

Amint már azt említettük, a kémiai számítási feladatoknak csak kis hányada köthető közvetlenül a mindennapi életünkhöz. Ezt a nehézséget lehet csökkenteni *analógiák használatával*. Az analóg feladat – a tanulók mindennapi gyakorlatából vett feladat – legyen olyan, amelynek megoldási módszere megfeleltethető egy kémiai számítás megoldási módszerének. Néhány példa a mindennapi életből vett analógiára és az annak megfeleltethető kémiai számításra:

- Egy osztályban 10 fiú és 16 lány tanul. Az osztálynak 2 lányból és 1 fiúból álló csapatokat kell kiállítani egy versenyre. Hány csapatot tud indítani az osztály?
- Hány mól szén-dioxid keletkezhet, ha 20,0 mol szén-monoxidot 6,00 mol oxigénnel reagáltatunk a következő reakcióegyenlet szerint:  $2 \text{CO} + \text{O}_2 = 2 \text{CO}_2$  ?

- Egy tanulónak 15 darab pénzérme van a pénztárcájában, saját bevallása szerint csak tíz- és húszforintos érméi vannak, összesen 200 Ft értékben. Hány tíz- és hány húszforintos érmeje van a tanulónak?
- Egy szén-monoxidból és szén-dioxidból álló gázelegy 20,0 móljában összesen 35,0 mol oxigénatom van. Hány mól szén-monoxidot és hány mól szén-dioxidot tartalmaz a gázelegy?

*A tanulók előzetes tudására építés elve*

A kémiai feladatok megoldása általában néhány, jól megfogalmazható megoldási stratégiára vezethető vissza. Ezek között általában olyanok is szerepelnek, amelyeket más kontextusban (másik tantárgyban vagy a hétköznapi gyakorlatban) már ismer, használ a tanuló. A feladatmegoldás tanításának egyik fontos alapelve ezekre az előzetes stratégiákra való építés. Hagyjuk a tanulót gondolkodni, hadd formálja ki saját (jó vagy rossz) megoldási stratégiáját, ne erőltessük rá egyik vagy másik számunkra legjobb, számára viszont idegen megoldási módszerünket.

A tanulók előzetes tudására építés elve egyszerre jelenti a feladathoz kapcsolódó kémiai ismeretekre, valamint a tanulók már meglévő sémáira való építkezést. Ezek a kezdeti sémák többnyire a próbálgatáson alapulnak. A *próbálgatás* viszonylag eredményes lehet, ha a változók száma kevés (egy vagy kettő) és értékük egész szám.

A tanulók előzetes tudásából kiinduló tanítás *lépései* tehát a következők:

- A tanulók előzetes (általában kis hatékonyságú) megoldási stratégiáinak feltárása.
- A tanulók megoldási stratégiáinak továbbfejlesztése nagyobb hatékonyságú megoldási stratégiává.
- További megoldási stratégiák keresése, a már megtanult megoldási módszerek ütköztetése más megoldási módszerekkel.

A tanulók előzetes megoldási stratégiáit csak olyan tudásterülethez kapcsolódó feladatokkal lehet feltárni, amellyel a tanuló már rendelkezik. Néhány esetben egyszerű kémiai problémákat, más esetekben a tanuló mindennapi életével kapcsolatos analóg feladatokat használhatunk erre a célra. Az értékelés során ki kell gyűjtenünk az előforduló megoldási stratégiákat, függetlenül attól, hogy azok jók vagy rosszak. Célszerű az egyes stratégiák eredményességét is vizsgálni. Különös gondot kell fordítani a tipikus hibákra, a megoldás során felbukkanó tévképzetekre. A tanulók

előzetes megoldási stratégiáinak feltárása és értékelése után beszéljük meg ezeket a tanulókkal (az osztállyal) is. Mutassunk rá, hogy a jó megoldási stratégiák hogyan használhatók egyszerű kémiai feladatok esetén. (Különösen fontos ez akkor, ha a feltárást nem kémiai feladatokkal végeztük.) Térjünk ki a hibás megoldási stratégiák és a felbukkant tévképzetek elemzésére is. (A hibás megoldási stratégiák és a tévképzetek feldolgozásának hatékony módszere lehet a kooperatív tanulás.) A helyes tanulói stratégiák adaptivitásának bemutatása után a feladatok megfelelő variálásával érhetjük el, hogy a tanulóknál kialakuljon egy új, a sajátjuknál nagyobb hatékonyságú megoldási módszer iránti igény. Ha lehet, az új megoldási módszerre próbáljuk rávezetni a tanulókat, amennyiben ez nem sikerül, csak akkor ismertessük mi. Az új megoldási stratégia megismerése után megfelelő feladatokon keresztül bizonyítsuk annak adaptivitását. Ezt követően a feladatok megfelelő variálásával próbáljuk meg elérni egy újabb megoldási stratégia iránti igényt. Az újabb megoldási módszer megismerése, adaptivitásának bizonyítása után tekintsük át az összes megismert megoldási módszert néhány jól megválasztott feladat megoldásán keresztül, mutassuk be használhatóságukat, egymást kiegészítő voltukat. Tanításunk akkor tekinthető sikeresnek, ha a tanulók a feladat jellegének megfelelően tudják változtatni megoldási módszerüket. A stratégiahasználatban is megfigyelhető a kezdők és a szakértők közötti különbség. A kezdők többnyire csak egy megoldási módszert ismernek, és annak felhasználásával akarják megoldani az adott problémakör valamennyi feladatát. Ezzel szemben a szakértők több megoldási módszert ismernek, és ki tudják választani, hogy az adott feladat megoldására melyik módszer a legalkalmasabb.

Példaként tekintsük az ún. *meghatározó reagens* kiválasztásával kapcsolatos kémiai feladatokat! Amennyiben az egyirányú reakcióban résztvevő anyagok a sztöchiometrikustól eltérő arányban vannak jelen, akkor mindig lesz legalább egy olyan anyag, amely teljes mértékben átalakul. Ezt az anyagot nevezzük meghatározó reagensnek, mivel a sztöchiometriai számításokat csak ennek az anyagnak a mennyisége alapján végezhetjük el.

A meghatározó reagens kiválasztására négyféle eljárást ismerünk: a tényleges mólarány összehasonlítása a sztöchiometriai aránnyal, a feltételezéssel történő kiválasztás, kiválasztás az összes lehetőség figyelembevételével és a redukált anyagmennyiség alapján történő kiválasztás. Az első három módszer jól használható két anyag reakciója esetén, kettőnél

több reagens esetén viszont a redukált anyagmennyiségek alapján lehet a legegyszerűbben és leggyorsabban megtalálni a meghatározó reagenst.

A tanulók előzetes stratégiáit a következő analóg feladatokon keresztül tárhatjuk fel:

1. Egy osztályban 10 fiú és 16 lány tanul. Az osztálynak 2 lányból és 1 fiúból álló csapatokat kell kiállítani egy versenyre. Hány csapatot tud indítani az osztály?
2. Mikuláscsomagokat kell összeállítanod. Egy csomaghoz a következőkre van szükség: 1 db mikulás zacskó, 1 db csoki mikulás, 5 db zselés szaloncukor, 5 db kókuszos szaloncukor, 10 szem mogyoró, 1 db narancs, 3 szál virgács. Rendelkezésedre áll: 10 db mikulás zacskó, 8 db csoki mikulás, 30 db zselés szaloncukor, 34 db kókuszos szaloncukor, 58 szem mogyoró, 9 db narancs és 16 szál virgács. Hány mikuláscsomagot tudsz összeállítani?

A megoldási stratégiák felmérése után a következő kémiai példákon fejleszthetjük, gyakoroltathatjuk a meghatározó reagens kiválasztását:

1. Hány mól szén-dioxid keletkezhet, ha 20,0 mol szén-monoxidot 6,00 mol oxigénnel reagáltatunk a következő reakcióegyenlet szerint:  $2 \text{CO} + \text{O}_2 = 2 \text{CO}_2$  ?
2. 12,0 mol alumínium és 15 mol klórgáz reakciójában hány mól alumínium-klorid képződhet a következő reakcióegyenlet szerint:  $2 \text{Al} + 3 \text{Cl}_2 = 2 \text{AlCl}_3$  ?
3. Hány gramm víz keletkezhet, ha 2,00 g hidrogéngázt 32,0 g oxigéngázzal reagáltatunk a következő reakcióegyenlet szerint:  $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O}$  ?
4. 3,00-3,00 mol KOH-ot,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ -ot és  $\text{KNO}_3$ -ot mérünk ki és összekeverve olvadásig hevítjük. Ekkor a következő egyenlet szerinti reakció megy végbe:  
 $4 \text{KOH} + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 3 \text{KNO}_3 = 2 \text{K}_2\text{CrO}_4 + 3 \text{KNO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ .  
Hány mól vízgőz távozik el a reakció közben?
5. 100-100 g tömegű KOH-ot,  $\text{MnO}_2$ -ot és  $\text{KNO}_3$ -ot összekeverve olvadásig hevítjük. Ekkor a következő egyenlet szerinti reakció megy végbe:  
 $2 \text{KOH} + \text{MnO}_2 + \text{KNO}_3 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .  
Hány gramm  $\text{KNO}_2$  képződik?



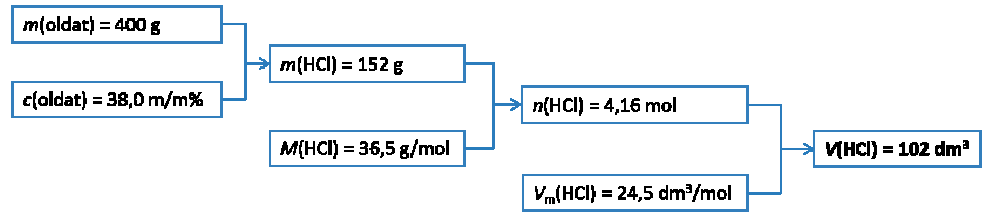
Tapasztalni fogjuk a kontextus fontosságát. A tanulók többsége sikeresen oldja meg a hétköznapi problémát, viszont a legegyszerűbb, kémiai kontextusban megjelenő feladattal sem tud megbirkózni. Ilyenkor kell a tanári segítség. Mutassuk meg, hogy az a stratégia – noha többnyire csak próbálgatásról van szó –, ami jól működött a mindennapi probléma megoldása során, hogyan használható a kémiai feladat megoldására! Majd az adatok variálásával, a feladat nehezítésével próbáljuk kialakítani a tanulóknál az igényt valami jobb, nagyobb hatékonyságú stratégia iránt! És csak ez után vezessük rá őket – végső esetben mutassuk meg – valamelyiket a lehetséges megoldási algoritmusok közül! Figyeljünk a következő tévképzetekre is: „Több kiindulási anyag esetén a termék mennyiségét a reakcióegyenletben előrébb álló reaktáns mennyiségéből lehet kiszámolni.” „Mivel a kémiai átalakulásokra is igaz a tömegmegmaradás törvénye, ezért a termék tömegét minden esetben megkaphatjuk, ha összeadjuk a kiindulási anyagok tömegét.” „A kémiai reakció során a kiindulási anyagok anyagmennyisége mindig megegyezik a termékek anyagmennyiségével.”

#### *A változatosság elve*

A változatosság elve egyrészt azt jelenti, hogy egy adott megoldási stratégiát (pl. a próbálgatást), általános elv (pl. a tömegmegmaradás elve) használatát különböző típusú feladatok esetén gyakoroltatunk, másrészt azt is jelenti, hogy egy adott feladatnak megkeressük különböző megoldási variánsait. Ezzel is oldhatjuk a feladatmegoldás monotonitását, csökkenthetjük egy-egy megoldási algoritmus bemagolásának, mechanikus alkalmazásának veszélyét.

A korábbiakban már bemutatott megoldási háló segítségünkre lehet abban is, hogy a feladat adatbázisának változtatásával – ugyanazon feladattípusból – különböző feladatokat készíthessünk. A megoldási séma „végpontjai” közül bármelyikre rákérdezhetünk, amennyiben a többinek az értékét megadjuk. Például variánsok a korábban már tárgyalt feladatra:

Hány  $\text{dm}^3$  standardállapotú ( $25\text{ }^\circ\text{C}$ -os és standard nyomású) HCl-gázt kell vízben elnyeletni, ha 400 g 38,0  $m/m\%$ -os sósavat akarunk előállítani?



- Hány gramm 20,0  $m/m\%$ -os sósav készíthető 250 dm<sup>3</sup> standardállapotú HCl-gáz vízben való oldásával?
- Hány  $m/m\%$ -os sósavat kapunk, ha 150 dm<sup>3</sup> standardállapotú HCl-gázból 500 g oldatot készítünk?
- Adott hőmérsékleten és nyomáson mennyi a HCl-gáz moláris térfogata, ha 200 dm<sup>3</sup>-éből 600 g 40,0  $m/m\%$ -os sósav készíthető?
- Mennyi annak a gáznak a moláris tömege, amelynek standardállapotú 219 dm<sup>3</sup>-éből 400 g, 38,0  $m/m\%$ -os oldat készíthető?

### Megoldási módszerek és technikák

A következőkben áttekintünk néhány, a kémiai számítási feladatok megoldásával kapcsolatos módszert, technikát és tudnivalót.

*Képlettel és/vagy következtetéssel?*

A kémiai számítások során gyakran találkozunk egyenes arányossággal. Az *egyenes arányosságon* alapuló egyszerű számítások kétféleképpen is elvégezhetők. Vagy képlettel számolunk, vagy pedig következtetéssel. A képlettel való számolás nehézsége, hogy ismerni kell hozzá a képletet, és azon kell matematikai átalakításokat végezni. A következtetéssel történő számításoknál egy intenzív mennyiséget (pl. moláris tömeget, koncentrációt) két extenzív mennyiségre kell felbontani. A két eljárás összehasonlítására nézzünk egy konkrét példát!

Mennyi a tömege 5,00 mol vízmolekulának?  $M = 18,0$  g/mol

A *képlettel* történő számítás lépései:

- Felírjuk a tömeg és az anyagmennyiség közötti kapcsolatot leíró képletet:  $M = m/n$ .
- A képlet megfelelő átalakításával kifejezzük a keresett mennyiséget:  $m = n \cdot M$ .

- Azonosítjuk a feladatban szereplő adatokat és a keresett mennyiséget a megfelelő jelekkel:  $n = 5,00 \text{ mol}$ ,  $M = 18,0 \text{ g/mol}$ . Keressük a tömeget ( $m$ ).
- Helyettesítsünk be a képletbe!  $m = 5,00 \text{ mol} \cdot 18,0 \text{ g/mol}$ .
- Végezzük el a műveletet!  $m = 90,0 \text{ g}$ .
- Válaszoljunk a kérdésre!  $5,00 \text{ mol}$  vízmolekula tömege tehát  $90,0 \text{ g}$ .

A *következtetéssel* történő számítás lépései:

- Értelmezzük a moláris tömeget két mennyiség kapcsolataként!  $1 \text{ mol}$  vízmolekula tömege  $18,0 \text{ g}$ .
- Írjuk fel az ismert és az ismeretlen mennyiségek közötti egyenes arányosságot!  
 Ha  $1,00 \text{ mol}$  vízmolekula tömege  $18,0 \text{ g}$ ,  
 akkor  $5,00 \text{ mol}$  vízmolekula tömeg  $x \text{ g}$ .
- Írjuk fel az egyenes arányosságot matematikai egyenlet formájában!  
 $18,0 \text{ g} / 1,00 \text{ mol} = x \text{ g} / 5,00 \text{ mol}$ .
- Oldjuk meg az egyenletet!  $x = 90,0$ .
- Válaszoljunk a kérdésre!  $5,00 \text{ mol}$  vízmolekula tömege tehát  $90,0 \text{ g}$ .

Mindkét számítási mód helyes, mindkettőt célszerű tanítani. Összetett feladatok esetén a két módszer kombinációjával juthatunk el a számos esetben a legegyszerűbb megoldást adó ún. *hármasszabályhoz*. Egy példa a hármasszabály alkalmazására:

Hány nátriumionot tartalmaz  $1,00 \text{ kg}$  nátrium-oxid?

	$\text{Na}_2\text{O}$	$\rightarrow$	$2 \text{ Na}^+$
Az adatok alapján:	$1000 \text{ g}$		$x$
A szimbólumok mennyiségi jelentése alapján:	$62 \text{ g}$		$2 \cdot 6 \cdot 10^{23}$

Az egyenes arányosság alapján felírható egyenlet megoldásából  $x = 1,94 \cdot 10^{25}$

*Az adatbázis sajátosságai*

Korábban már utaltunk rá, hogy a kémiai számítások – többnyire – olyan lépések sorozatából állnak, amelyekben két mennyiségből egy harmadikat számolunk. A két mennyiség közül legalább az egyiknek extenzív

mennyiségnek (tömeg, térfogat, anyagmennyiség, részecskeszám, energia, töltés stb.) kell lenni.

Gyakran előfordul azonban, hogy a feladat kiindulási adatbázisa *csak intenzív mennyiségeket* (koncentráció, sűrűség, moláris mennyiségek, hőmérséklet, nyomás stb.) tartalmaz. Ilyen esetben *egy extenzív mennyiséget önkényesen megválaszthatunk*, vagy – másként fogalmazva – egy intenzív mennyiséget felbonthatunk két extenzív mennyiség kapcsolatára. Ilyen esettel gyakran találkozunk a koncentráció-átszámításoknál.

Hány  $\text{mol/dm}^3$  koncentrációjú a 14,0  $m/m\%$ -os  $\text{CuSO}_4$ -oldat, ha sűrűsége  $1,154 \text{ g/cm}^3$ ?

	$\text{CuSO}_4$	+	víz	→	oldat
$c (m/m\%)$					14,0
$\rho$			$1,00 \text{ g/cm}^3$		$1,154 \text{ g/cm}^3$
$M$			$159,5 \text{ g/mol}$		$18,0 \text{ g/mol}$
$c (\text{mol/dm}^3)$					?

Mivel az adatbázis csak intenzív mennyiségeket tartalmaz, ezért egy extenzív mennyiséget önkényesen megválaszthatunk, azaz egy intenzív mennyiséget felbonthatunk két extenzív mennyiségre. Elvileg bármelyik lehet, de – esetünkben – legcélravezetőbb az oldat tömegszázalékos összetételét felbontani: Legyen 100 g oldat, és abban van 14,0 g  $\text{CuSO}_4$ !

	$\text{CuSO}_4$	+	víz	→	oldat
$c (m/m\%)$					14,0
$\rho$			$1,00 \text{ g/cm}^3$		$1,154 \text{ g/cm}^3$
$M$	$159,5 \text{ g/mol}$		$18,0 \text{ g/mol}$		
$c (\text{mol/dm}^3)$					?
$m$	14,0 g				<u>100 g</u>

Így az oldat tömegéből és sűrűségéből térfogatot, a  $\text{CuSO}_4$  tömegéből és moláris tömegéből anyagmennyiséget tudunk számolni. A  $\text{CuSO}_4$  anyagmennyiségéből és az oldat tömegéből pedig megkapjuk az oldat anyagmennyiség-koncentrációját ( $c = 1,01 \text{ mol/dm}^3$ ).

Előfordul, hogy a kiindulási adatbázis az intenzív mennyiségeken kívül egy extenzív mennyiséget tartalmaz, de ez a mennyiség nem „kompatibilis” egyik intenzív mennyiséggel sem. Azaz az extenzív mennyiséghez nincs olyan intenzív mennyiségünk, amely segítségével újabb extenzív

mennyiséget számolhatnánk. Ilyenkor vagy ismeretlent vezetünk be, vagy *átfogalmazzuk a feladatot*. Ez az átfogalmazás azt jelenti, hogy – átmene-  
tileg – kivesszem az adatbázisból az extenzív mennyiséget, és helyette egy  
olyan extenzív mennyiséget választok önkényesen, melynek segítségével  
elindulhat a számítás. Majd a számítás végén hozom vissza az eredeti ex-  
tenzív mennyiséget, és – egy egyenes arányosság felírásával – számítom  
ki a végeredményt. Íme, egy példa:

Hány gramm nátrium-hidroxid szükséges 200 g 3,00  $n/n\%$ -os nátrium-  
hidroxid-oldat készítéséhez?

	NaOH	+	víz	→	oldat
$c (n/n\%)$					3,00
$m$	?				200 g
$M$	40,0 g/mol		18,0 g/mol		

Van egy extenzív mennyiség, de az nem kompatibilis sem az anyag-  
mennyiség-százalékkal, sem a moláris tömegekkel. Egyelőre tegyük félre  
ezt a mennyiséget, és válasszuk meg az oldat anyagmennyiségét – célsze-  
rűen – 100 mólnak! Azaz, számoljuk ki, hogy hány gramm NaOH szüksé-  
ges 100 mol oldat készítéséhez!

	NaOH	+	víz	→	oldat
$c (n/n\%)$					3,00
$m$	?				(200 g)
$M$	40,0 g/mol		18,0 g/mol		
$n$	3,00 mol		97,0 mol		<u>100 mol</u>

Így elindulva ki tudjuk számítani a 100 mol oldat készítéséhez szükséges  
NaOH tömegét (120 g), illetve a 100 mol oldat tömegét is (1866 g). Ezu-  
tán „hozzuk vissza” az eredeti oldattömeget:

Ha	1866 g oldat készítéséhez	120 g NaOH szükséges,
akkor	200 g oldat készítéséhez	x g NaOH-ra van szükség

Az ebből az egyenes arányosságból felírható egyenlet megoldása meg-  
adja a keresett NaOH-tömeget (12,9 g).

*Stratégiaváltás provokálása az adatbázis változtatásával*

A megoldási módszerek tanítása – a feladatmegoldáshoz szükséges kognitív sémák kialakítása – gyakran igényli azt, hogy a tanulók egy adott feladattípusnak ne csak egyféle megoldását ismerjék, hanem legalább két-félét. Egy másik – nagyobb teljesítményű, vagy bizonyos feladatok esetén könnyebben alkalmazható – stratégia iránti igény provokálása a *kognitív konfliktus* módszerével lehetséges. Ez azt jelenti, hogy – a feladat adatbázisának változtatásával – olyan feladatokkal szembesítjük a tanulót, amelyeket az addig használt stratégiájával nem – vagy legalábbis nagyon nehezen – tud megoldani. Így – jó eséllyel – belátja, hogy a sikeres feladatmegoldáshoz szükséges egy másik megoldási stratégia ismerete is. Példaként nézzük az oldatok hígításával, töményítésével, kristályosítással kapcsolatos feladatokat! Ezeknek a feladatoknak négyféle megoldási stratégiája ismert: az ún. logikai út és három algoritmus (keverési egyenlet, mérlegmódszer, tömegbővítéses eljárás). A következőkben röviden azt nézzük meg, hogyan célszerű a feladatmegoldás kezdeti fázisában nagyon fontos logikai út mellé megtanítani valamelyik algoritmust, pl. a keverési egyenletet.

Hány g  $\text{KNO}_3$  kristályosodik ki, ha 300 g  $80^\circ\text{C}$ -on telített oldatot  $20^\circ\text{C}$ -ra hűtünk? 100 g víz  $20^\circ\text{C}$ -on 31,6 g,  $80^\circ\text{C}$ -on 169 g sót old.

	80 °C-os telített oldat	→	20 °C-os telített oldat	+	$\text{KNO}_3$
<i>m</i> :	300 g				?
oldhatóság:	169 g só / 100 g víz		31,6 g só / 100 g víz		

A logikai utat akkor célszerű használni, ha (1) van az oldatnak olyan komponense, amelynek a tömege a folyamat során nem változik meg; (2) ezt a tömeget a kiindulási adatokból ki tudjuk számítani. Jelen esetben az oldatban lévő víz tömege nem fog változni, tehát erre építhetjük a megoldásunkat. A  $80^\circ\text{C}$ -on telített oldat adataiból kiszámíthatjuk a víz tömegét (111,5 g). Ugyanennyi víz van a  $20^\circ\text{C}$ -os oldatban is. Ebből a  $20^\circ\text{C}$ -os oldat tömege kiszámítható (146,8 g). A két oldattömeg különbsége megadja a kivált só tömegét (153 g).

Hány g 80 °C-on telített KNO<sub>3</sub>-oldatot kell 20 °C-ra hűteni, hogy 50,0 g só kristályosodjon ki? 100 g víz 20 °C-on 31,6 g, 80 °C-on 169 g sót old.

	80 °C-os telített oldat	→	20 °C-os telített oldat	+	KNO <sub>3</sub>
<i>m</i> :	?				50,0 g
oldhatóság:	169 g só / 100 g víz		31,6 g só / 100 g víz		

Ebben az esetben sem változik meg a víz tömege, de ezt a tömeget a kiindulási adatokból nem tudjuk kiszámítani. A csak a logikai utat ismerő tanulók egy része itt megakad, és belátja, hogy érdemes egy másik módszert, pl. a keverési egyenletet megtanulni. A feladat megoldása a keverési egyenlettel a következő:

	80 °C-os telített oldat	→	20 °C-os telített oldat	+	KNO <sub>3</sub>
<i>m</i> :	x g		(x – 50,0) g		50,0 g
oldhatóság:	169 g só / 100 g víz		31,6 g só / 100 g víz		
m/m%	62,83		24,01		100

A keverési egyenlet:  $62,83x = 24,01(x - 50,0) + 100 \cdot 50,0$   
innen  $x = 97,9$ , tehát 97,9 g melegen telített oldatot kell lehűteni.

Azok a tanulók viszont, akik ismerik a „nem jó helyen lévő extenzív mennyiség” esetén használható eljárást – a feladat átfogalmazását, továbbra is használhatják a logikai utat. Átmenetileg „felejtjük el” a kivált KNO<sub>3</sub> tömegét, és válasszuk meg – célszerűen – a melegen telített oldat tömegét: legyen 100 g! Innentől kezdve a feladat megoldása hasonló az előző feladatéhoz. Ki tudjuk számítani a 100 g oldatban lévő víz tömegét (37,17 g). Ugyanennyi víz van a hidegen telített oldatban is. Ebből az oldat tömege számítható: 48,92 g. A két oldat tömegének különbsége (51,08 g) megadja a 100 g oldat lehütésekor kiváló KNO<sub>3</sub> tömegét. Ha 100 g oldat esetén 51,08 g só válik ki, akkor mennyi oldatot kell lehűteni, hogy 50,0 g só váljon ki? Az eredmény: 97,9 g.

Hány g CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O kristályosodik ki, ha 500 g 80 °C-on telített CuSO<sub>4</sub>-oldatot 20 °C-ra lehütünk? 100 g víz 20 °C-on 20,7 g, 80 °C-on 53,6 g CuSO<sub>4</sub>-ot old.

	80 °C-os telített oldat	→	20 °C-os telített oldat	+	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O
<i>m</i> :	500		?		
oldhatóság:	53,6 g CuSO <sub>4</sub> /100 g víz		20,7 g CuSO <sub>4</sub> / 100 g víz		

Ebben a folyamatban – mivel kristályvizes só válik ki – mind az oldott anyag, mind az oldószer tömege megváltozik, tehát a logikai út nem használható. Vagy legalábbis nem könnyen használható... Viszonylag könnyű a megoldás a keverési egyenlettel:

	80 °C-os telített oldat	→	20 °C-os telített oldat	+	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O
<i>m</i> :	500		(500 – x) g		x g
oldhatóság:	53,6 g CuSO <sub>4</sub> /100 g víz		20,7 g CuSO <sub>4</sub> / 100 g víz		
<i>m/m</i> %	34,90		17,15		63,93

A keverési egyenlet:  $500 \cdot 34,90 = 17,15(500 - x) + 63,93x$   
innen  $x = 189$ , tehát 189 g kristályvizes só válik ki.

Persze, ezt a feladatot is meg lehet oldani logikai úton. Azt kell elérni, hogy a három anyagi rendszer közül csak kettőben legyen olyan komponens, ami a harmadikban nincs. Nos, ezt úgy tudjuk elérni, ha nem a CuSO<sub>4</sub>-ot, hanem a CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O-ot tekintjük oldott anyagnak. Ekkor ugyanis teljesül az, hogy a maradék víz tömege a két oldatban azonos lesz. Nézzük a számítást!

	80 °C-os telített oldat	→	20 °C-os telített oldat	+	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O
<i>m</i> :	500				?
oldhatóság:	53,6 g CuSO <sub>4</sub> /100 g víz		20,7 g CuSO <sub>4</sub> / 100 g víz		
oldhatóság:	83,84 g CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O/ 69,76g víz		32,38 g CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O/88,32 g víz		

Ezekből az adatokból kiszámíthatjuk a kiindulási „CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O-oldat” szabadvíz-tartalmát (227,1 g). Ugyanennyi lesz a 20 °C-os „CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O-oldatban” is. Innen a „CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O-oldat” tömege: 310,3 g. A két „oldat” tömegének különbsége (190 g) megadja a kivált kristályvizes só tömegét.

A következő feladat megoldása logikai úton annyival nehezebb, hogy az előbbi „oldottanyag-váltáson” kívül alkalmazni kell a „nem jó helyen lévő extenzív mennyiség” esetén használható eljárást is:

A nátrium-karbonát telített vizes oldata 20 °C-on 17,7 *m/m*%-os, 80 °C-on 31,4 *m/m*%-os. Hány g 80 °C-on telített oldatot kell készíteni ahhoz, hogy 20 °C-ra hűtve 100 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O váljon ki?



Ha van olyan tanuló, akit még ez a feladat sem győzött meg arról, hogy a logikai út mellett más megoldási stratégiát sem ártana ismerni, annak adjuk fel a következő egyszerű feladatot!

Hány g 40,0 m/m%-os oldatot kell adni 300 g 50,0 m/m%-os oldathoz, ha 42,0 m/m%-os oldatot akarunk előállítani?

Ez a feladat nagyon könnyen megoldható a keverési egyenlettel, na de a logikai eljárással biztosan nem. Pedig igen! Tekintsük oldott anyagnak a legtöményebb oldatot! Ezután már csak azt kell belátnunk, hogy a 40,0 m/m%-os oldat 50,0 m/m%-os oldatra, mint oldott anyagra nézve 80,0 m/m%-os...stb. És a feladat könnyedén megoldható... Ez már öncélú szellemi kalandozásnak tűnik, pedig nem az. Ilyen és hasonló problémákkal lehet fejleszteni – és tesztelni – a gondolkodás rugalmasságát.

### *A kémiai számítások pontossága*

A kémiai számítások során a mért adatok pontosságához illeszkedő ésszerű kerekítéseket kell alkalmazni. Általános szabály, hogy *az eredmény nem lehet pontosabb, mint azok az adatok, amelyekből azt számítottuk*. Az adatok pontosságát azok számértékének értékes számjegyei jellemzik. Értékes számjegy a számsorban az első 0-tól különböző számjegy. Ezt követi a második, harmadik stb. értékes számjegy – és ezekbe az első 0-tól különböző számjegy után álló 0 is beletartozik.

Szorzásnál és osztásnál csak annyi értékes számjegyet tartunk meg, amennyi a legkevesebb értékes számjegyet tartalmazó – legpontatlanabb – mért adatban van.

$$\begin{aligned} \text{Pl.} \quad & 12,7 \cdot 11,20 = 142,24 \approx 142 \\ & 5,61 \cdot 7,891/9,1 = 4,864671429 \approx 4,9 \end{aligned}$$

Összeadásnál és kivonásnál csak annyi számjegyet kell megtartani a tizedesvessző után, amennyi annak a számnak van, amely a tizedes vessző után a legrövidebb.

$$\begin{aligned} \text{Pl.} \quad & 12,01 + 17,3 + 0,1154 = 29,4254 \approx 29,4 \\ & 133 - 2,21 = 130,79 \approx 131 \end{aligned}$$

Amennyiben a feladat adatai nagyon különböző pontosságúak, akkor alkalmazhatjuk a következő szabályt: részeredményeket mindig 4 értékes számjeggyel, a végeredményt pedig 3 értékes számjeggyel adjuk meg.

***A vegyületek összetételével kapcsolatos számítások***

Vegyük a következő feladatot!

Hány gramm lítiumot tartalmaz 60 g  $\text{Li}_3\text{N}$ ?  $A_r(\text{Li}) = 7$ ;  $A_r(\text{N}) = 14$ .

Az ilyen típusú feladatok megoldására hat megoldási módszer áll rendelkezésünkre: logikai út, mólmódszer, hármasszabály, kevert módszer, LEGO-elv, dimenzióanalízis.

A *logikai út* lényege, hogy az alkotó elemek moláris atomtömegének aránya, valamint a vegyületben az alkotó elemek atomjainak molaránya alapján megadjuk az alkotó elemek tömegarányát, és a vegyület tömegét annak arányában osztjuk szét a két alkotó elem között:

A moláris atomtömegek aránya:  $M(\text{Li}) : M(\text{N}) = 7 \text{ g/mol} : 14 \text{ g/mol} = 1 : 2$

Az alkotók anyagmennyiség-aránya:  $n(\text{Li}) : n(\text{N}) = 3 : 1$

Az alkotók tömegaránya ezek szorzata:  $m(\text{Li}) : m(\text{N}) = 3 : 2$

A lítium tömege tehát a vegyület tömegének  $3/5$ -szerese:

$$m(\text{Li}) = 60,0 \text{ g} \cdot 3/5 = \underline{36 \text{ g}}$$

A *mólmódszer* jellemzője, hogy a számítás részeredményei között szerepel mindkét anyag (az ismert tömegű vegyület és az ismeretlen tömegű elem) anyagmennyisége:

A vegyület moláris tömege:  $M(\text{Li}_3\text{N}) = 35 \text{ g/mol}$

A vegyület anyagmennyiségének számítása:

$$n(\text{Li}_3\text{N}) = 60 \text{ g} : 35 \text{ g/mol} = 1,714 \text{ mol}$$

A vegyület képlete alapján:  $n(\text{Li}) = 3 \cdot n(\text{Li}_3\text{N}) = 5,142 \text{ mol}$

A keresett tömeg számítása:  $m(\text{Li}) = 7 \text{ g/mol} \cdot 5,142 \text{ mol} = \underline{36 \text{ g}}$

A *hármasszabály* alapján közvetlenül az ismert tömeg és az ismeretlen tömeg között írunk fel kapcsolatot, és egyik anyagnak sem számoljuk ki az anyagmennyiségét:

A vegyület moláris tömege:  $M(\text{Li}_3\text{N}) = 35 \text{ g/mol}$

Az egyenes arányosság felírása: Mivel 35 g  $\text{Li}_3\text{N}$ -ben van  $3 \cdot 7 \text{ g Li}$ ,  
ezért 60 g  $\text{Li}_3\text{N}$ -ben van  $x \text{ g Li}$ .

A felírható matematikai egyenlet:  $x = 3 \cdot 7 \cdot 60$

Ennek megoldása:  $\underline{x = 36}$

A *kevert módszer* esetén a feladatot két lépésben oldjuk meg, az egyik lépés a mólmódszerhez hasonló, a másik a hármasszabályhoz. Jellegzetesége, hogy a számítás részeredményei között csak egy anyagmennyiség jelenik meg, vagy az ismert mennyiségű vegyületé, vagy az ismeretlen tömegű alkotó elemé:

A vegyület moláris tömege:  $M(\text{Li}_3\text{N}) = 35 \text{ g/mol}$

A vegyület anyagmennyiségének számítása:

$$n(\text{Li}_3\text{N}) = 60 \text{ g} : 35 \text{ g/mol} = 1,714 \text{ mol}$$

Az egyenes arányosság felírása: Mivel 1 mol  $\text{Li}_3\text{N}$ -ben van  $3 \cdot 7 \text{ g Li}$ ,  
ezért 1,714 mol  $\text{Li}_3\text{N}$ -ben van  $x \text{ g Li}$ .

A felírható matematikai egyenlet:  $x = 3 \cdot 7 \cdot 1,714$

Ennek megoldása:  $\underline{x = 36}$

A *LEGO-elv* alapja az ismert és az ismeretlen anyag anyagmennyisége közötti összefüggés, mint „alappanel”, valamint az azokkal kapcsolatos elemi összefüggések, mint „építőelemek” segítségével fejezzük ki a kérdéses mennyiséget, majd behelyettesítés után azt kiszámoljuk:

Az alappanel:  $n(\text{Li}) = 3 \cdot n(\text{Li}_3\text{N})$

Építőelemek:  $n(\text{Li}) = m(\text{Li}) / M(\text{Li})$

$$n(\text{Li}_3\text{N}) = m(\text{Li}_3\text{N}) / M(\text{Li}_3\text{N})$$

Az építőelemek alappanelre illesztése:  $m(\text{Li}) / M(\text{Li}) = 3 \cdot m(\text{Li}_3\text{N}) / M(\text{Li}_3\text{N})$

Az ismeretlent kifejezve:  $m(\text{Li}) = 3 \cdot M(\text{Li}) \cdot m(\text{Li}_3\text{N}) / M(\text{Li}_3\text{N})$

Az értékeket behelyettesítve:  $m(\text{Li}) = 3 \cdot (7 \text{ g/mol})(60 \text{ g}) / (35 \text{ g/mol})$

A keresett tömeg:  $\underline{m(\text{Li}) = 36 \text{ g}}$

A *dimenzióanalízis* esetén az ismert mennyiségből kiindulva, annak olyan törtekkkel való szorzásával, hogy a dimenzió tekintetében az ismeretlen mennyiséget érvük el, kapjuk meg az ismeretlen mennyiséget:

$$x \text{ g Li} = (60 \text{ g Li}_3\text{N}) \cdot (1 \text{ mol Li}_3\text{N} / 35 \text{ g Li}_3\text{N}) \cdot (3 \text{ mol Li} / 1 \text{ mol Li}_3\text{N}) \cdot (7 \text{ g Li} / 1 \text{ mol Li}) = \underline{36 \text{ g Li}}$$

***A vegyületek képletének meghatározásával kapcsolatos számítások***

Vegyük a következő feladatot!

Mi annak a króm-oxidnak a képlete, amelynek 1,64 g-ja 1,12 g krómot tartalmaz?  $A_r(\text{Cr}) = 52$ ;  $A_r(\text{O}) = 16$ .

A vegyületek képletének meghatározása összetétel ismeretében alapvetően kétféle módszerrel történhet: tömegekből kiindulva és általános képletből kiindulva.

A *tömegekből kiinduló eljárás* során anyagmennyiségeket, majd anyagmennyiség-arányokat számolunk. (Tömegszázalékos összetétel ismeretében pedig a – célszerűen – 100 g tömegűnek vett vegyületben található alkotóelem-tömegekből indulunk ki.)

Az alkotóelemek tömege:	$m(\text{Cr}) = 1,12 \text{ g}$	$m(\text{O}) = 0,52 \text{ g}$
Az alkotóelemek anyagmennyisége:	$n(\text{Cr}) = 1,12 \text{ g} / 52 \text{ g/mol} = 0,02154 \text{ mol}$	$n(\text{O}) = 0,52 \text{ g} / 16 \text{ g/mol} = 0,0325 \text{ mol}$
Az anyagmennyiség-arány:	$n(\text{Cr}):n(\text{O})=0,02152:0,0325=1:1,5=2:3$	
A vegyület (tapasztalati) képlete:	<u><math>\text{Cr}_2\text{O}_3</math></u>	

Az *általános képletből kiinduló eljárás*hoz először meg kell adnunk a vegyület általános képletét:

A vegyület általános képlete:	$\text{Cr}_x\text{O}_y$
A vegyület és az alkotóelem tömegének viszonya	
– az általános képlet alapján:	$(52x + 16y) \text{ g-ban van } 52x \text{ g Cr}$
– az adatok alapján:	$1,64 \text{ g-ban van } 1,12 \text{ g Cr}$
Az egyenes arányosság alapján:	$1,64 \cdot 52x = 1,12 \cdot (52x + 16y)$
Innen:	$y / x = 1,5 = 3 / 2$
A vegyület (tapasztalati) képlete:	<u><math>\text{Cr}_2\text{O}_3</math></u>

***Az oldatok hígításával és töményítésével kapcsolatos számítások***

Vegyük a következő feladatot!

Hány g  $\text{KNO}_3$  kristályosodik ki, ha 300 g  $80^\circ\text{C}$ -on telített oldatot  $20^\circ\text{C}$ -ra hűtünk? 100 g víz  $20^\circ\text{C}$ -on 31,6 g,  $80^\circ\text{C}$ -on 169 g sót old.

Ezeknek a feladatoknak alapvetően négyféle megoldása módszere ismert: a logikai út, a keverési egyenlet, a mérlegmódszer és a tömegbővítéses eljárás.

A *logikai utat* akkor célszerű használni, ha (1) van az oldatnak olyan komponense, amelynek a tömege a folyamat során nem változik meg; (2) ezt a tömeget a kiindulási adatokból ki tudjuk számítani. Jelen esetben az oldatban lévő víz tömege nem fog változni, tehát erre építhetjük a megoldásunkat.

Az adatok rendszerezett kigyűjtése:

	80 °C-os telített oldat	→	20 °C-os telített oldat	+	KNO <sub>3</sub>
<i>m:</i>	?				50,0 g
oldhatóság:	169 g só / 100 g víz		31,6 g só / 100 g víz		

A 80 °C-on telített oldatban lévő víz tömegének kiszámítása:

(169 + 100) g oldatban van	100 g víz
300 g oldatban van	x g víz

innen:  $x = 111,5$  – azaz a víz tömege: 111,5 g.

Ugyanennyi víz van a 20 °C-os oldatban is.

A 20 °C-os oldat tömegének kiszámítása:

100 g víz van	(31,6 + 100) g oldatban
111,5 g víz van	y g oldatban

innen:  $y = 146,8$  – azaz az oldat tömege: 146,8 g.

A kivált só tömege egyenlő a két oldat tömegkülönbségével:  $300 \text{ g} - 146,8 \text{ g} = \underline{153 \text{ g}}$ .

A *keverési egyenlet* használatához tömeg- és tömegszázalék-értékekre van szükségünk:

Az adatok rendszerezett kigyűjtése és az ismeretlen elhelyezése:

	80 °C-os telített oldat	→	20 °C-os telített oldat	+	KNO <sub>3</sub>
<i>m:</i>	300 g				x g
oldhatóság:	169 g só / 100 g víz		31,6 g só / 100 g víz		

Az oldhatósági adatokból a tömegszázalékok kiszámítása és beírása a táblázatba:

	80 °C-os telített oldat	→	20 °C-os telített oldat	+	KNO <sub>3</sub>
<i>m:</i>	300 g		(300 - x) g		x g

oldhatóság:	169 g só / 100 g víz	31,6 g só / 100 g víz	
m/m%:	62,83	24,01	1
A keverési egyenlet felírása:	$300 \text{ g} \cdot 62,83$	$=$	$(300 - x) \cdot 24,01 + x$
Az egyenlet megoldása:	$x = 153$ , tehát <u>153 g</u> só kristályosodik ki.		

A mérlegmódszer esetén az egyik alkotó tömegére felírt tömegmérleg-egyenletet kell megoldanunk:

Az adatok rendszerezett gyűjtése és az ismeretlen elhelyezése:

	80 °C-os telített oldat	→	20 °C-os telített oldat	+ KNO <sub>3</sub>
m:	300 g			x g
oldhatóság:	169 g só / 100 g víz		31,6 g só / 100 g víz	

A sóra vonatkozó tömegtört megadása:

	80 °C-os telített oldat	→	20 °C-os telített oldat	+ KNO <sub>3</sub>
m:	300 g		(300 - x) g	x g
oldhatóság:	169 g só / 100 g víz		31,6 g só / 100 g víz	
tömegtört (KNO <sub>3</sub> ):	169 g / 269 g		31,6 g / 131,6 g	1

A tömeg és a tömegtört szorzataként a só tömegének kifejezése és a tömegmérleg-egyenlet felírása:

$$300 \text{ g} \cdot 169 \text{ g} / 269 \text{ g} = (300 - x) \text{ g} \cdot 31,6 \text{ g} / 131,6 \text{ g} + x \text{ g}$$

Az egyenlet

megoldása:  $x = 153$ , tehát 153 g só kristályosodik ki.

A tömegbővítéssel eljárás során azt vizsgáljuk, hogy valamelyik kiindulási oldatnak hogyan változik a tömege, valamint a benne oldott anyag tömege a hígítás vagy a töményítés során:

A kiindulási oldat tömege: 300 g, a benne oldott só tömege:  $300 \cdot 169 / 269$  g.

A kivált só (x g) mind az oldat, mind az oldott anyag tömegét csökkenti x g-mal.

A kapott (20 °C-os) oldat tömege: (300 - x) g, a benne oldott só tömege:  $(300 \cdot 169 / 269 - x)$  g

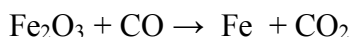
Másrészt, az oldhatóság alapján: 131,6 g oldatban oldott só tömege: 31,6 g

Az egyenes arányosság alapján:  $131,6 \cdot (300 \cdot 169 / 269 - x) \text{ g} = 31,6 \cdot (300 - x) \text{ g}$

A megoldás:  $x = 153$ , tehát 153 g só kristályosodik ki.

### **Reakcióegyenletek rendezése**

Rendezzük a következő reakcióegyenletet!



A reakcióegyenletek rendezésének számos módszere ismeretes. Ezek közül most négyet mutatunk be: a láncszabályt, a kapcsolt részfolyamatok módszerét, az oxidáció számok megváltozásának módszerét és az algebrai módszert. Valamennyi módszer alapja az atomok megmaradásának elve.

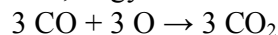
A *láncszabály* során a rendezést mindig azzal az atommal kezdjük, amelyik csak egy kiindulási anyagnak és egy terméknek alkotója. És olyan atommal folytatjuk, amelynek mennyisége már csak egy anyagban ismeretlen:

Kiindulásra alkalmas atomok: Fe és C  
 Az egyenletet először Fe-ra rendezzük:  $1 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2 \text{ Fe} + \text{CO}_2$   
 Sem C-atommal, sem O-atommal nem lehet folytatni...  
 Az egyenletet először C-re rendezzük:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 1 \text{ CO} \rightarrow \text{Fe} + 1 \text{ CO}_2$   
 Folytatni tudjuk O-atommal:  $1/3 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 1 \text{ CO} \rightarrow \text{Fe} + 1 \text{ CO}_2$   
 És befejezzük a Fe-atommal:  $1/3 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 1 \text{ CO} = 2/3 \text{ Fe} + 1 \text{ CO}_2$   
 A legkisebb egész számú  
 együtthatókkal felírva:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ CO} = 2 \text{ Fe} + 3 \text{ CO}_2$

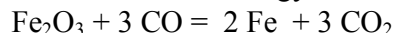
A *kapcsolt részfolyamatok módszerénél* a reakcióegyenletben szereplő anyagokat – a közös felépítő atomok alapján – két csoportba osztjuk, és ezeken belül a közös atomokra rendezzük az egyenletet. Az így kapott két részfolyamatot azzal az atommal kötjük össze, amelyik mind a két részfolyamatban szerepel:

A két csoport létrehozása: első csoport: Fe-tartalmúak ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  és Fe)  
 második csoport: C-tartalmúak (CO és  $\text{CO}_2$ )  
 Az első csoportot Fe-ra rendezzük:  $1 \text{ Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{ Fe}$   
 A második csoportot C-re rendezzük:  $1 \text{ CO} \rightarrow 1 \text{ CO}_2$   
 A közös atommal, az O-atommal kapcsoljuk össze a két részfolyamatot:  
 Az első részfolyamatban 3-mal csökken az O-atomok száma:  
 $1 \text{ Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{ Fe} + 3 \text{ O}$   
 A második részfolyamatban 1-gyel nő az O-atomok száma:  
 $1 \text{ CO} + 1 \text{ O} \rightarrow 1 \text{ CO}_2$

A második részfolyamatot tehát 3-szor kell venni, hogy az O-atomok száma összességében ne változzon.



Így összeadva a két részfolyamatot, megkapjuk a rendezett reakcióegyenletet:



Az *oxidációs számok megváltozásának módszere* az iskolában tanult/tanított egyenletrendezési eljárás. Alkalmazása az oxidációs szám fogalmának és kiosztásának ismeretét feltételezi:

A vizsgált reakcióban kétféle atomnak, a vasatomnak és a szénatomnak változik az oxidációs száma.

Az oxidációs részfolyamat:  $\text{C}^{+2} \rightarrow \text{C}^{+4}$  a változás: +2

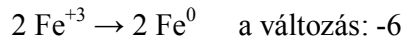
A redukciós részfolyamat:  $\text{Fe}^{+3} \rightarrow \text{Fe}^0$  a változás: -3

Ahhoz, hogy az oxidációs szám-változások összege nulla legyen

az oxidációs részfolyamatot meg kell szorozni 3-mal:



a redukciós részfolyamatot meg kell szorozni 2-vel:



Mivel a részfolyamatokban szereplő oxidációs számú atomokat valamennyi esetben csak egy-egy anyag tartalmazza, ezért mind a négy sztöchiometriai együttható beírható a reakcióegyenletbe.

A rendezett reakcióegyenlet tehát:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ CO} = 2 \text{ Fe} + 3 \text{ CO}_2$

Az algebrai módszer során az atomok megmaradásának törvényét írjuk fel algebrai egyenletek formájában (ionegyenletek esetén a töltésmegmaradás törvényét is). Amennyiben az ilyen módon kapott – független – algebrai egyenletek száma legfeljebb csak 1-gyel nagyobb, mint a keresett sztöchiometriai együtthatók száma, akkor a reakcióegyenlet egyértelműen rendezhető:

Esetünkben 4 együtthatót keresünk és 3 független anyagmérleg-egyenletet írhatunk fel. Egy együtthatót önkényesen megválaszthatunk:

Az anyagmérleg-egyenletek:  $1 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + x \text{ CO} = y \text{ Fe} + z \text{ CO}_2$

$$\text{Fe:} \quad 2 = y$$

$$\text{O:} \quad 3 + x = 2z$$

$$\text{C:} \quad x = z$$

Az egyenletrendszer megoldása:  $y = 2 \quad z = 3 \quad x = 3$

A rendezett reakcióegyenlet:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ CO} = 2 \text{ Fe} + 3 \text{ CO}_2$



**Kétkomponensű keverékes feladatok összetételének meghatározása**

Vegyük a következő feladatot!

Egy metánból és eténből álló gázelegy 12,00 móljának tökéletes elégetésekor összesen 20,00 mol szén-dioxid keletkezett. Hány mól metán volt a gázelegyben?

A kétkomponensű keverékes feladatok megoldására négy módszert ismerünk: algebrai módszer, fej-láb módszer, Archimédész-módszer, átlagok módszere.

Az *algebrai módszer* esetén két ismeretlen – célszerűen a keverék alkotóinak anyagmennyiségeire – bevezetése után egy kétismeretlenes egyenletrendszer felírása, majd megoldása után jutunk el a végeredményhez:

Legyen a keverék összetétele:  $x$  mol  $\text{CH}_4$  és  $y$  mol  $\text{C}_2\text{H}_4$

I. algebrai egyenlet a keverék anyagmennyiségére:

$$x + y = 12,00$$

A metán égési reakciója:  $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

A metán égésekor képződő  $\text{CO}_2$  anyagmennyisége:

$$x \text{ mol}$$

Az etén égési reakciója:  $\text{C}_2\text{H}_4 + 3 \text{O}_2 = 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Az etén égésekor képződő  $\text{CO}_2$  anyagmennyisége:

$$2y \text{ mol}$$

II. algebrai egyenlet a  $\text{CO}_2$  anyagmennyiségére:

$$x + 2y = 20,00$$

Az egyenletrendszer megoldása:  $y = 8,00$ ;  $x = 4,00$

Válasz: A gázelegyben 4,00 mol metán volt.

A *fej-láb módszer* lényegében a szisztematikus próbálgatás általánosításából levezetett megoldási módszer:

Ismert a keverék anyagmennyisége és a képződött szén-dioxid anyagmennyisége.

A reakcióegyenletek alapján megállapítható, hogy

1 mol  $\text{CH}_4$  égésekor 1 mol  $\text{CO}_2$  keletkezik,

1 mol  $\text{C}_2\text{H}_4$  égésekor 2 mol  $\text{CO}_2$  keletkezik

Tételezzük fel, hogy a teljes gáz csak etént tartalmaz!

Ekkor tehát lenne 12,00 mol eténünk, aminek égésekor 24,00 mol  $\text{CO}_2$  keletkezne. A feladatban szereplő érték ennél kisebb (20,00 mol), ezért annyi etént kell metánra cserélnünk, hogy a  $\text{CO}_2$  mennyisége 4,00 móllal csökkenjen.

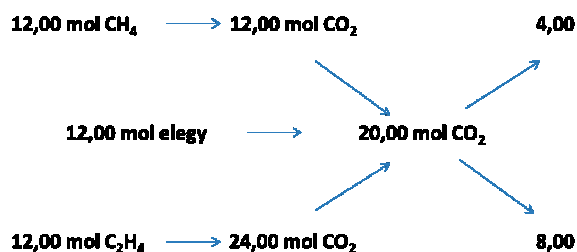
- ha 1 mol  $\text{C}_2\text{H}_4$ -et 1 mol  $\text{CH}_4$ -re cserélünk, akkor a  $\text{CO}_2$  anyagmennyisége 1 móllal csökken,
- ahhoz, hogy a  $\text{CO}_2$  anyagmennyisége 4,00 móllal csökkenjen, 4,00 mol etént kell metánra cserélnünk, tehát a gázelegy 4,00 mol metánt tartalmazott.

Az *Archimédész-módszer* alapja az a tudománytörténeti „sztori”, hogy hogyan határozta meg Archimédész egy hamisított aranykorona aranytartalmát vízkiszorítás módszerével:

Ha a gázelegy csak metánból állna, akkor 12,00 móljából 12,00 mol  $\text{CO}_2$  keletkezett volna.

Ha a gázelegy csak eténből állna, akkor 12,00 móljából 24,00 mol  $\text{CO}_2$  keletkezett volna.

A valódi adat minél közelebb áll az utóbbihoz, annál több az etén a gázelegyben. Az etén esetén kapott értéktől való eltérés tehát egyenesen arányos a metántartalommal, a metán esetén kapott értéktől való eltérés pedig egyenesen arányos az eténtartalommal. Vizuális megjelenítéssel:



A gázelegy anyagmennyiségét tehát 4:8 arányban kell megosztani a metán és az etén között. A gázelegy 4,00 mol metánt tartalmazott.

Az *átlagok módszere* során vagy átlagos összegképletet, vagy átlagos moláris tömeget használva jutunk el az összetételhez:

A metán – etén gázelegy átlagos molekulaképletét a következőképpen (is) meg lehet adni:

$C_{1+x}H_4$ , ahol x az etén móltörtje.

Az adatok alapján: 12,00 mol elegyből lett 20,00 mol  $CO_2$

az átlagos molekulaképlet alapján: 1 mol elegyből lesz  $(1 + x)$  mol  $CO_2$ .

Ebből az egyenes arányosságból felírható algebrai egyenlet:  $20,00 = 12,00 (1+x)$

melynek megoldása:  $x = 2/3$ .

A gázelegy anyagmennyiségének 2/3-a etén, 1/3-a, azaz 4,00 mol pedig metán.

### Ajánlott irodalom

- Molnár J., Molnárné Hamvas L. (2005): A LEGO-elvről diákoknak. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 32 (4), 329.
- Molnár J., Molnárné Hamvas L. (2006): Kémiai számítások a LEGO-elv alapján. *A Kémia Tanítása*, 14 (1), 6.
- Nahalka, I., Poór, I. (2002): Problémák és feladatok megoldása a fizika tanulása során. In: Radnóti, K., Nahalka, I., Poór, I. és Wagner, É.: *A fizikatanítás pedagógiája*. (Szerk.: Radnóti, K. és Nahalka, I.), Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Soltész Gy., Tóth Z. (1990): Kétkomponensű keverékek összetételének meghatározása: „Fej-láb” módszer. *Módszerek és Eljárások*. 6. Kötet, Debrecen, 82.
- Tóth Z. (1994): Kétkomponensű keverékek összetételével kapcsolatos számítások az „átlagos molekulaképlet” alapján. *A Kémia Tanítása*, 2 (4), 11.
- Tóth Z. (1996): *Kémiai számítások mérlegmódszerrel*. Pedellus Kiadó, Debrecen.
- Tóth Z. (1996): Rendezzünk reakcióegyenleteket! *Módszerek és Eljárások*. 9. Kötet, Debrecen, 128.
- Tóth Z. (1997): Ionegyenletek rendezése. *A Kémia Tanítása*, 5 (5), 19.
- Tóth Z. (1998): Új eljárás a reakcióegyenletek rendezésére. *A Kémia Tanítása*, 6 (1–2), 16.
- Tóth Z. (1999): A reakcióegyenletek rendezésének módszerei és problémái. *Magyar Kémiai Folyóirat*. 105 (6), 207.

- Tóth Z. (2000): Kémiai számítások dimenzióanalízissel. *A Kémia Tanítása*, 8 (1), 23.
- Tóth Z. (2000): Tanulói eljárások, logikai utak és algoritmusok a kémiai feladatok megoldásában. *Módszerek és Eljárások. 11. Kötet*, Debrecen, 37.
- Tóth Z. (2002): Tanulói stratégiákon alapuló feladatmegoldás kémiaórán. *Módszerek és Eljárások. 12. Kötet*, Debrecen, 91.
- Tóth Z., Kiss E. (2004): Középiskolás tanulók feladatmegoldási stratégiái egyszerű sztöchiometriai problémákra. *A Kémia Tanítása*, 12 (1), 7.
- Tóth Z., Paragh Gy. (1995): Kétkomponensű keverékek: régi feladatok új megoldása. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 22 (4), 289.
- Tóth Z., Soltész Gy. (1990): Kémiai számítások mérlegmódszerrel. *Módszerek és Eljárások. 6. Kötet*, Debrecen, 75.
- Villányi A. (2010): *Ötösöm lesz kémiából*. Műszaki Kiadó, Budapest.

### *Felkészülés és felkészítés a kémia érettségire*

**SARKA Lajos**

2005-től került bevezetésre a *kétszintű érettségi rendszer*. Ennek egyik fontos feladata, hogy kiváltsa az egyetemi felvételit, mely a közös írásbeli érettségi-felvételi ellenére nagy próbatétel volt nem csak a diákok számára, hanem a felvételiztető oktatók számára is.

Az egyes egyetemek sokszor különböző feltételeket állítottak a felvételizők elé, így akik több egyetemet is megjelöltek, többször is kellett szóban vizsgáznuk. Az egyetemek szempontjából azért volt mégis elfogadott ez a rendszer, mert találkozhattak a leendő hallgatókkal, és megsűrűhették a jelentkezőket.

A kétszintű érettségi egyik előnye, hogy csak egyszer kell szóbeli vizsgát tenni, s az egységes és egy alkalommal lehető szóbeli vizsgára és az írásbeli vizsgára adott pontokkal bekerülhetnek a tanulók bármelyik egyetemre, ott a megfelelő szakra és képzésre.

A másik előnye, hogy a tanulók időben eldönthetik, melyik egyetemre szeretnének bejutni, s ott milyen szintű vizsgát kérnek, így arra céltudatosan készülhetnek.

Néhány tantárgy esetében mint a kémia is kedvező volt az előrehozott érettségi lehetősége, mert a 10. vagy 11. évben letett középszintű érettségi után külön lehetett készülni az emelt szintű vizsgára. Sajnos erre most már az új szabályok bevezetésével nincs lehetőség (kémiaiból sem lehet előrehozott érettségit tenni).

A különböző plusz pontok megadásával is igyekeztek növelni az esélyegyenlőséget, de ez nem mindig a kívánt hatást érte el.

A Bologna-jellegű oktatás, a BSc és MSc bevezetése, mellette az osztatlan képzés meghagyása kissé átláthatatlanná tette a felsőoktatást, melynek egységesítésére jelenleg is tesznek lépéseket.

### **Az egyes vizsgafajták (Vizsgaelnöki útmutató 2014)**

A 2005-től bevezetésre került új érettségi rendszer szerint közép és emelt szinten tehető le érettségi vizsga. A vizsgának hét fajtája van, melyek pontos meghatározásával csak azok vannak tisztában, akik érettségi-re készülnek, vagy tanárként segítséget nyújtanak a felkészülőknek. Először tekintsük át röviden a hét vizsgafajtát a „**Vizsgaelnöki útmutató 2014.**” alapján, mely az internetről az irodalomjegyzékben megadott címen is letölthető.

#### *Rendes érettségi vizsga*

Rendes érettségi vizsga a középiskolai tanulmányok követelményeinek teljesítése után, a tanulói jogviszony fennállása alatt vagy megszűnését követően első alkalommal tett érettségi vizsga.

A vizsgára bocsátás feltétele tanulói jogviszony fennállása esetén, hogy az iskola helyi tantervében előírt középiskolai követelményeket a vizsgaidőszak kezdetéig a jelentkező teljesítse, tudását osztályzattal értékeljék, és ezt bizonyítvánnyal igazolni tudja. R. 12. § (1)

#### *Előrehozott érettségi vizsga*

Előrehozott érettségi vizsga a tanulói jogviszony fennállása alatt, a helyi tantervben a jelentkező számára az adott tantárgyra vonatkozóan meghatározott követelmények teljesítését követően a középiskolai tanulmányok teljes befejezését megelőző első vagy második tanév május-júniusi vizsgaidőszakában letett érettségi vizsga, amelyre a 12. § (1) bekezdésében **meghatározott idegen nyelvekből, továbbá informatikából kerülhet sor**. Előrehozott érettségi vizsga továbbá a R. 12. § (15)-(16) bekezdésben meghatározott vizsga.

Amennyiben a 11. évfolyamos tanuló szeretne idegen nyelvből vagy informatikából vizsgázni a május-júniusi vizsgaidőszakban, megteheti, de akkor az adott vizsgatárgyból a 11. és a 12. évfolyam tantervi követelményeit az írásbeli vizsgaidőszak kezdetéig teljesítenie kell, egy-egy osztályozó vizsgát kell tennie. Az érettségi vizsga megkezdésének feltétele az előírt év végi osztályzatok megléte.

Az előrehozott vizsga eredményéről a vizsgázó törzslapkiadványt kap.

A sikertelen előrehozott érettségi vizsga esetében az adott vizsgatárgyból javító vagy pótló vizsgára legkorábban csak a rendes érettségi vizsga vizsgaidőszakában lehet jelentkezni.

*Szintemelő érettségi vizsga*

Szintemelő érettségi vizsga egyes vizsgatárgyból a középszinten sikeresen befejezett érettségi vizsgának az emelt szintű érettségi vizsgán első alkalommal történő megismétlése. A tanulói jogviszony fennállása alatt, a középiskolai tanulmányok teljes befejezése előtt szintemelő érettségi vizsgát a R. 12. § (1) bekezdésében meghatározott idegen nyelvekből, továbbá informatikából lehet tenni. Ezt változatlanul mind a május-júniusi, mind az október-novemberi vizsgaidőszakban megtehetik.

A vizsgára való jelentkezés feltétele, hogy a vizsgázó már rendelkezzen középszintű érettségi minősítéssel a vizsgatárgyból.

*Pótló érettségi vizsga*

Pótló érettségi vizsga a vizsgázónak fel nem róható okból meg sem kezdett, vagy megkezdett, de be nem fejezett rendes, előrehozott, kiegészítő, szintemelő, ismétlő, javító érettségi vizsga folytatása.

A pótló érettségi vizsgán a korábban már sikeresen teljesített vizsgarészeket – amíg az adott tárgy vizsgakövetelményei nem változnak – nem kell újból teljesíteni. R. 41. § (8)

Fel nem róható oknak tekintendő minden olyan a vizsgán való részvétel gátló esemény, körülmény, amelynek bekövetkezése nem vezethető vissza a vizsgázó szándékos vagy gondatlan magatartására.

*Javító érettségi vizsga*

Javító érettségi vizsga a vizsgázónak felróható okból meg sem kezdett, vagy megkezdett, de be nem fejezett, illetve a megkezdett, de a vizsgakövetelmények nem teljesítése miatt sikertelen rendes, előrehozott, pótló és az érettségi bizonyítvány megszerzése előtti szintemelő érettségi vizsga megismétlése.

Javító érettségi vizsgát csak a folyamatban lévő érettségi vizsgát követő másik vizsgaidőszakban lehet tenni, és függetlenül a korábbi vizsgán elért esetleges részeredményektől, valamennyi vizsgarészt meg kell ismételni. R. 11. § (3)

*Ismétlő érettségi vizsga*

Ismétlő érettségi vizsga az érettségi bizonyítvány kiadása után iskolai felvételi kérelem elbírálásához vagy más okból egyes vizsgatárgyból a korábban sikeresen letett érettségi vizsga azonos szinten, illetve az emelt szintű vizsga középszinten történő megismétlése.

*Kiegészítő érettségi vizsga*

Kiegészítő érettségi vizsga a sikeresen befejezett érettségi vizsga után az érettségi bizonyítványban nem szereplő egyes vizsgatárgyból tett vizsga.

Az ismétlő, ill. a kiegészítő vizsga választásának lehetősége nem a tanulói jogviszonyhoz, hanem az érettségi bizonyítvány megszerzéséhez kötött. Tehát a magasabb (pl. 14.) szakképző évfolyamokon tanulói jogviszonyban lévő diákok is tehetnek kiegészítő vagy ismétlő vizsgát.

**Vizsgaidőszakok és vizsgaszintek**

A vizsgaszabályzat alapján a **május-júniusi** vizsgaidőszakban rendes, előrehozott, kiegészítő, szintemelő, ismétlő, pótló és javító érettségi vizsgát lehet tenni. Az **október-novemberi** vizsgaidőszakban előrehozott vizsga letételére nincs lehetőség.

A kémia érettségi vizsga vizsgakövetelményei az Oktatási Hivatal honlapján megtalálhatók. A követelmények a tananyag általános felépítését követve (Általános kémia, Szervetlen kémia, Szerves kémia) tartalmazza a fogalmakat és a legfontosabb ismereteket, jelölve a fogalomel-sajátítás szintjeit is.

Például:

TÉMÁK	VIZSGASZINTEK		
	Középszint	Emelt szint	
Az ionok	Fogalmi szint	kation fogalma, anion fogalma	ionsugár, ionizációs energia fogalma, jele, mértékegysége; elektronaffinitás, jele, mértékegysége
	Értse, értelmezze	A kationok képződését atomokból, az anionok képződését atomokból, elnevezésüket (-id)	Az atomok illetőleg a belőlük képződő anionok és kationok mérete közti kapcsolatot; az ionizációs energia változását a periódusos rendszerben.



	Tudja	Jelölni az elemek kationjait és felírni képződési egyenletüket atomjaikból, jelölni az elemek anionjait és felírni képződési egyenletüket atomjaikból	Összehasonlítani az egy főcsoportba, illetve egy periódusba tartozó elemeket első ionizációs energiájuk szerint. Összehasonlítani az adott nemesgáz szerkezetével megegyező elektron-szerkezetű ionok méretét.
--	-------	---	--

A részletes követelmények megtalálhatók a <http://www.oktatas.hu/koznevelas/erettsegi/vizsgatargyak> internetcímen (utolsó letöltés 2014.október 24.).

### Az érettségi vizsga részei:

Az érettségi vizsga két részből áll. Írásbeli és szóbeli vizsgából. Az írásbeli vizsgák időpontja emelt és középszinten megegyezik. A középszintű vizsgadolgozat javítását az iskola szaktanára végzi a központi „Javítási-értékelési útmutató” alapján, melytől eltérni nem lehet. A középszintű szóbeli vizsgát a tanuló a saját érettségi bizottsága előtt teszi le, többnyire saját tanára a kérdezőtanár.

Az emelt szintű írásbeli és szóbeli vizsga időpontját központilag határozzák meg, amiről az érettségizőt írásban értesítik. Az írásbeli dolgozat javítását központilag megbízott kémia szakos kollégák végzik a „Javítási-értékelési útmutató” alapján, melytől eltérni nem lehet. A szóbeli vizsgát három fős, vizsgáztatói jogosítvánnyal rendelkező kémiatanárokból álló, központilag megbízott bizottság végzi. Munkájukat részletes útmutató segíti, mely csak kevés szubjektív pontozási lehetőséget ad.

#### A vizsga részei

Középszint		Emelt szint	
Írásbeli	Szóbeli	Írásbeli	Szóbeli
120 perc	15 perc	240 perc	20 perc
100 pont	50 pont	100 pont	50 pont

Az írásbeli feladatsorok megoldására lényegesen több idő van emelt szinten, mint középszinten, de ezen a kémiatanárok és a vizsgázó diákok jelzései ellenére nem történt változás. A feladatok minőségében a követel-

ményrendszernek megfelelően van különbség, de középszinten a 120 perc többnyire kevésnek bizonyul a megoldáshoz.

*Középszintű szóbeli vizsga*

- Tételsorának összeállításáról a vizsgabizottságot működtető intézmény gondoskodik.
- A tétel pontos megfogalmazása nem hozható nyilvánosságra.
- Vizsgázónként szükséges segédeszköz a függvénytáblázat periódusos rendszerrel és szöveges adatok tárolására és megjelenítésére nem alkalmas zsebszámológép, továbbá a tételeknek megfelelően csoportosított kísérleti eszközök.
- -A tételt a vizsgázónak önállóan kell kifejtenie. Közbekezdni csak akkor lehet, ha teljesen helytelen úton indult el, vagy nyilvánvaló, hogy elakadt. (Ez esetben segítő kérdést lehet feltenni, amennyiben az még a felelési időbe belefér.)

*A szóbeli tételsor tartalmi jellemzői*

*A tételsor jellemzői*

A tételsor legalább 20 tételt tartalmaz. A tételeknek a követelményrendszer egészét le kell fedniük.

*A tétel jellemzői*

A szóbeli vizsgatétel két feladatot, A és B feladatokat, tartalmaz.

Az A feladat: Egy szerves, szervetlen vagy általános kémiai téma vagy témakör átfogó ismertetése.

A B feladat: Egy kísérlet végrehajtása és a tapasztalatok értelmezése vagy leírt kísérlet megadott tapasztalatainak értelmezése. A két feladatnak eltérő témaköröket (pl. szerves és szervetlen vagy általános és szerves kémia) kell érinteniük. A tételeknek utalniuk kell a használható segédeszközök-re.

*Példa tételek a középszintű kémia szóbeli vizsgához (kemiaerettsegi.hu weboldalról)*

*„I. tétel*

- 1. A periódusos rendszer felépítése és kapcsolata az atomok elektronszerkezetével.*
- 2. A tálcán szőlőcukor, illetve répacukor van a sorszámozott kémcsövekben. Annak eldöntésére, hogy melyik kémcső mit tartalmaz, végezze el a következő vizsgálatot:*

- Öntsön tiszta kémcsőbe kb. 1 cm<sup>3</sup> ezüst-nitrát-oldatot, majd adagoljon hozzá annyi ammóniaoldatot, hogy a kezdetben keletkező csapadék éppen feloldódjék. Tegyen a vizsgálandó cukorból az így elkészített oldathoz, majd a kémcsövet tegye forró vízfürdőbe.
- Rögzítse és értelmezze a vizsgálat tapasztalatait, majd azonosítsa a kémcsövek tartalmát!

*II. tétel*

1. A klór jellemzése (szerkezete, fizikai és kémiai sajátosságai, jelentősége).
2. A tálcán látható tojásfehérje-oldathoz cseppentsen néhány csepp ólom-nitrát-oldatot, és figyelje meg a változást. Értelmezze a tapasztaltakat!

*III. tétel*

1. Az acetilén jellemzése (szerkezet, fizikai és kémiai tulajdonságok, jelentőség).
2. A tálcán lévő vegyszerek és eszközök felhasználásával végezze el a következő kémcsőreakciókat:
  - sósav + ezüst-nitrát-oldat,
  - sósav + fenolftaleines nátrium-hidroxid-oldat,
  - sósav + magnézium forgács.

A tapasztalatok megfigyelése mellett állapítsa meg, hogy melyik reakció:

- a) redoxireakció,
- b) sav-bázis reakció?

Írja fel a reakciók egyenleteit is!

*IV. tétel*

1. Az ionos, a kovalens és a fémes kötés kialakulásának feltételei és bemutatásuk egy-egy példán.
2. A tálcán levő kémcsőben acetaldehid vagy körömlakk-lemosó (aceton) van. Kémcsőben készítse el a következő oldatot: ezüst-nitrát-oldathoz csepegtessen ammónia oldatot, míg a keletkező csapadék fel nem oldódik (ha túl gyorsan adagolja az ammóniát, a csapadék keletkezése nem is figyelhető meg, mert azonnal oldódik). Ehhez az oldathoz adjon egy keveset az ismeretlen oldatból, és enyhén melegítse az oldatot (ha szükséges).

A tapasztalatok alapján döntse el, hogy mi volt a kémcsőben!”

További mintatételek találhatóak a <http://kemiaerettsegi.hu> weboldalon.

*A szóbeli vizsgarész értékelése*

A felelet összpontszáma az alábbi szempontok szerint megállapított részpontszámok összegzésével alakul ki:

	<b>Értékelési szempontok</b>	<b>Maximális pontszám</b>
<b>A feladat</b>	a) Tartalmi helyesség	20 pont
	b) Előadásmód, logikai helyesség	5 pont
<b>B feladat</b>	a) A kísérlet elvégzése, a tapasztalatok megállapítása*	10/0 pont
	b) A kísérlet tapasztalatainak értelmezése	5/15 pont
Szakmai nyelvezet, a mértékegységek, a jelrendszer helyes használata		5 pont
A segédeszközök szakszerű használata		5 pont
Maximálisan elérhető összes pontszám		50 pont

\*Attól függően, hogy elvégzendő kísérletről van-e szó vagy megadott kísérletet kell-e értelmezni.

(A pontozási útmutató részletes segítséget nyújt mind a szakmai, mind az egyéb pontok megállapításához.)

*Az emelt szintű szóbeli vizsga**Az emelt szintű tételsor jellemzői*

A tételsor egyenként legalább 20 tételt tartalmaz. A tételeknek a követelményrendszer egészét le kell fedniük.

*A tétel jellemzői*

A szóbeli vizsgatétel három feladatot, A, B és C feladatokat, tartalmaz.

Az A feladat: Egy szerves, szervetlen vagy általános kémiai téma vagy témakör átfogó ismertetése.

A B feladat: Egy kísérlet végrehajtása és a tapasztalatok értelmezése, vagy egy leírt kísérlet várható eredményének becslése és elemzése.

A C feladat: Problémamegoldó feladat.

A tétel három feladatának megfogalmazásánál törekedni kell arra, hogy legalább egy-egy szerves, illetve szervetlen kémiai kérdés szerepeljen, amelyben fel kell használni az általános kémiai ismereteket. (Például, ha az A feladat általános kémiai témára vonatkozik, akkor a következő két feladat egyikében a szerves, a másikban a szervetlen kémia domináljon.)

Törekedni kell arra, hogy a B és C feladat közel azonos nehézségű legyen. A tételeknek utalniuk kell a használható segédeszközökre.

*A szóbeli vizsgarész értékelése*

Az értékelés központi értékelési útmutató alapján, az alábbi szempontok szerint megállapított részpontszámok összegzésével történik:

	<b>Értékelési szempontok</b>	<b>Max. pontszám</b>
<b>A feladat</b>	a) Tartalmi helyesség	15 pont
	b) Előadásmód, logikai helyesség	5 pont
<b>B feladat</b>	a) A kísérlet elvégzése, a várható tapasztalatok megadása	5 pont
	b) A kísérlet tapasztalatainak értelmezése	5 pont
<b>C feladat</b>	a) A probléma megoldásához szükséges elmélet ismerete	5 pont
	b) A probléma megoldása	5 pont
	Szakmai nyelvezet, a mértékegységek, a jelrendszer helyes használata	5 pont
	A segédeszközök szakszerű használata	5 pont
	Maximálisan elérhető összes pontszám	50 pont

(A pontozási útmutató részletes segítséget nyújt mind a szakmai, mind az egyéb pontok megállapításához.)

*Az emelt szintű írásbeli feladatlap tartalmi jellemzői*

Az írásbeli feladatsor közel azonos pontszámban tartalmaz általános, szervetlen és szerves kémiai kérdéseket. Az írásbeli feladatsor tartalmi összeállításánál meg kell jelennie a környezetkémiai szemléletmódnak.

*Az írásbeli feladatsor a következő típusú feladatokból állhat:*

- Feleletválasztásos kérdések.
- Elméleti feladatok, ezen belül táblázatos feladat, egyenletkiegészítés, elemző feladatok (kísérletelemzés, táblázatok elemzése, anyagok összehasonlítása, a jelenségek magyarázata stb. kis esszé formájában), esettanulmány. Az esettanulmány valamely kémiai tárgyú szöveg (pl. újságcikk) értelmezésén túl a témához kapcsolódó kémiai kérdéseket is tartalmaz. Az elméleti feladatoknak ismeret-, értés és alkalmazás szintű kérdéseket is tartalmazniuk kell.

- Számítási feladatok (szöveges feladatok és feleletválasztásos kérdések egyaránt). A feladatok száma változó, a felsorolt feladattípusok közül lehetőleg minél több fajta szerepel az írásbeli feladatsorban. Egy feladaton belül a feladattípusok vegyesen is alkalmazhatók, például kísérlet értelmezése és hozzá kapcsolódó számítás.

*Az írásbeli feladatsor összeállításában a következő arányok érvényesülnek:*

- A számítási feladatokkal elérhető pontszám az összpontszámnak mintegy 40-50%-át teszi ki.
- Az elméleti feladatok az elérhető összpontszámnak 50-60%-át teszik ki.
- Ezen belül: az elméleti feladatok típusainak aránya az elmélet pontszámának százalékában:
  - Feleletválasztásos kérdések 15-20%
  - Táblázatos feladat, egyenletkiegészítés 25-40%
  - Elemző feladatok 30-40%
  - Esettanulmány 0-15%
- Az alkalmazás szintű válaszok pontszáma az elméleti pontszámnak minimálisan 20%-a.
- A környezetkémiával kapcsolatos kérdések az elméleti pontszámnak minimum 5%-át teszik ki.
- Egy-egy feladat maximális pontszáma nem haladhatja meg az írásbeli feladatsor összpontszámának 20%-át.
- Az írásbeli feladatsor legalább négy számítási feladatot tartalmaz.

**A 2014. május-júniusi emelt szintű kémia érettségi feladatsor feladatain** keresztül kívánom bemutatni az egyes feladattípusokat. A feladatsor és a javítókulcs az internetről letölthető. Az előadáson ennél részletesebben fogjuk elemezni, itt csak mintául szolgálunk.

#### *Táblázatos feladat*

A következő táblázatban az ammóniaszintézis és a szintézisgáz metánból és vízgőzből történő előállításának megfordítható reakcióját kell összehasonlítani.

	<b>Ammónia</b>	<b>Szintézisgáz</b>
Reakcióegyenlet	1.	2.
Reakcióhő (a számítás menetének feltüntetésével)	3. Ammóniaszintézis:	
$\Delta_k H(\text{NH}_3(\text{g})) = -46$ kJ/mol $\Delta_k H(\text{CO}(\text{g})) = -111$ kJ/mol $\Delta_k H(\text{CH}_4(\text{g})) = -75$ kJ/mol $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = -242$ kJ/mol	4. Szintézisgáz előállítása:	
Az egyensúly kialakulását gyorsítja vagy lassítja-e a hőmérséklet emelése?	5.	6.

stb.

#### *Esettanulmány*

Olvassa el a következő szöveget, majd válaszoljon a kérdésekre a szöveg és kémiatudása alapján!

#### Édesítőszer

stb.

#### *Egyszerű választás*

Írja be az egyetlen megfelelő betűjelet a válaszok jobb oldalán található üres cellába!

1. Az alábbiakban felsorolt anyagokban – egy kivétellel – soronként azonos a kén, illetve a nitrogén oxidációs száma. Melyik sor a kivétel?
  - A)  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NaHS}$ ,  $\text{FeS}$
  - B)  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{NaHSO}_3$
  - C)  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ,  $\text{FeSO}_4$
  - D)  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NO}_2$
  - E)  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{-NH}_2$

## 2. Melyik megállapítás hibás?

- A) A magnézium első ionizációs energiája nagyobb, mint a kalciumé.
- B) A magnézium első ionizációs energiája nagyobb, mint a nátrium első ionizációs energiája.
- C) A magnéziumion sugara kisebb, mint a magnéziumatomé.
- D) A magnéziumion sugara nagyobb, mint a nátriumioné.
- E) A magnéziumion sugara kisebb, mint a kalciumioné.

*Elemző feladat*

Halogének és vegyületeik

1. A következő kérdésekre a halogénelemek (fluor, klór, bróm, jód) közül kell kiválasztani a megfelelő(ke)t. (A válasz „mindegyik” vagy „egyik sem” is lehet.)
  - a) Melyik halogénelem forráspontja a legalacsonyabb? Magyarázza anyagszerkezeti ismeretei alapján!
  - b) Melyik halogénelem képes oxidálni a bromidionokat? Melyik adat összehasonlítása alapján dönthető el ez? Válaszát indokolja! Írja fel a kérdésben szereplő (egyik) reakció ionegyenletét!

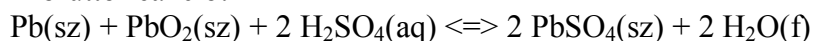
*Kísérletelemzés*C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>O összegképletű szerves folyadékkal kísérletezünk.

1. Nátriumot dobunk egy kis részletébe. Szintelen, szagtalan gáz fejlődését tapasztaljuk.
  - a) Adja meg a képződő gáz képletét!
  - b) A szerves vegyület összegképletét is figyelembe véve melyik funkciós csoport jelenlétére következtethetünk a reakció alapján?
  - c) Írja fel a nátriumos reakció egyenletét (használhat általános képletet is)!stb.

*Elemző és számítási feladat*

A savas ólomakkumulátor elektródjai ólomból és ólom(IV)-oxidból készülnek, elektrolitja pedig 35,0 tömegszázalékos kénsavoldat. Az akkumulátor energiatermelésekor (lemerítés) az ólemelektrodon ólom(II)-ionok keletkeznek, miközben a másik elektródon az ólom(IV)-oxid is ólom(II)-ionokká alakul. Az ólom(II)-ionok a kénsavval ólom(II)-szulfáttá alakulnak, ezzel tolják el az egyensúlyt a képződés irányába.

A bruttó reakció:





a) Írja fel az ólomakkumulátor anódreakciójának ionegyenletét lemerítés közben!

stb.

*Számítási feladat*

Egy egyértékű savként viselkedő aromás vegyület moláris tömege 229 g/mol. Telített vizes oldatának pH-ja 1,26, ami  $5,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$  oxóniumion-koncentrációnak felel meg.

Ugyanezen hőmérsékleten 1,17-g-jából készített 500 cm<sup>3</sup> oldat pH-ja 2,00 lett.

a) Határozza meg ennek a szerves vegyületnek a savállandóját! (A vegyületet egyszerűen HA-val is jelölheti.)stb.

*Az értékelő táblázat:*

	<b>Maximális pontszám</b>	<b>Elért pontszám</b>
1. Táblázatos feladat	9	
2. Esettanulmány	9	
3. Egyszerű választás	8	
4. Elemző feladat	14	
5 Kísérletelemzés	11	
6. Elemző és számítási feladat	13	
7. Számítási feladat	13	
8. Számítási feladat	11	
9. Számítási feladat	10	
Jelölések, mértékegységek helyes használata	1	
Az adatok pontosságának megfelelő végeredmények megadása számítási feladatok esetén	1	
Az írásbeli vizsgarész pontszáma	100	

**A fakultáció szerepe**

A 9–10. osztály tananyaga a szűk (2+2-es) heti óraszám miatt nehezen (vagy egyáltalán nem) dolgozható fel, így a továbbtanulni szándékozók számára nagy segítséget jelent a 11-12. osztályosok számára indítható fakultáció. Sajnos a kémiából továbbtanulni szándékozó tanulók egy része csak 10. év végén dönti el, hogy érettségizni akar (szeretne) a tárgyból, így a 9–10-es anyag hiányosságainak pótlására is sort kell keríteni.

A szaktanárnak így nagyon nehéz a dolga, ha minden tanulójának a maximális segítséget kívánja nyújtani az érettségire való felkészüléshez.

A fakultáció feladata tulajdonképpen az lenne, hogy a korábban már jól megtanult ismereteket felelevenítve, azokat kiegészítve segítse az elméleti feladatokra és gyakorlati, számítási feladatokra való felkészülést, a kísérletek elvégzését és elemzését.

A tervezést s főleg a végrehajtást nem csak a tanulók különböző tudásszintje nehezíti, hanem sokszor az is, hogy az egy fakultációra járó tanulók egy része középszintű, másik része emelt szintű vizsgát szeretne tenni. (Az emelt szintű vizsgák kötelezővé tétele az egyetemeken az utóbbi irányába tolja el az érdeklődést.) Így egy foglalkozáson kell mindkét igényt kielégíteni. Például a pH és az oxóniumion mennyiségének meghatározását középszinten csak egész pH értékekre, emelt szinten viszont tört értékekre is tudni kell. Hogy mit jelent a  $\text{pH} = 5.5$ , azt csak emelt szinten kell tudni.

A tanulók egy része nem kedveli a számítási feladatokat, így ők azok gyakorlását igénylik, de nem mindig tudnak lépést tartani a jobb matematikai képességűekkel. A csoport megosztására sincs mindig lehetőség.

Hasonló a helyzet a szaknyelv használatával, az elméleti ismeretek szabatos kifejtésével. A középiskolások szóbeli feleltetésére viszonylag kevés idő jut, így a fakultáció keretein belül kell lehetőséget biztosítani a feleletek gyakorlására. Egyik lehetőség az, hogy mások feleletét hallgatja és megfelelő szempontok alapján elemezi a tanuló, másik lehetőség, hogy maga készül fel az adott tananyagból. A szóbeli vizsgához közeledve erre is nagy hangsúlyt kell fektetni.

Ezért nagy a pedagógus felelőssége a fakultáció anyagának összeállításakor, s sokszor menet közben kell változtatni a tematikán.

Például az itt következő tematika is alkalmazható, de a konkrét feladatok a csoport összetételétől függnnek:

*Kémia fakultáció 11. osztályosoknak*

1–2.	A fakultáció célja, a felhasználandó tankönyvek, a foglalkozások menete	Munka és balesetvédelmi rendszabályok
3–4.	Atomszerkezeti ismeretek, elemi részecskék, az elektronszerkezet kiépülésének elvei, kvantumszámok	Mg égése, S égése

5–6.	A periódusos rendszer felépítése, elektronszerkezet magyarázata, ionok képződése atomokból	Hidrogén előállítása (minikipp), $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; $\text{CuO} + \text{H}_2$
7–8.	Kötéstípusok (csoportosítás), a kovalens kötés, kötés polaritása, molekula polárossága Ötösöm lesz A molekulaképlet 24.o	Jód szublimációja
9–10.	Ionkötés, fémes kötés, másodrendű kötések példákkal	A gázégő használatának lépései, víz melegítése kémcsőben, T-K-M
11–12.	Ionvegyületek és molekulák képletének felírása, gyakorlás	$\text{Zn} + \text{S}$ , besorolás a reakciótípusokba
13–14.	Halmazállapotok jellemzése, gáztörvény, (standard, szobahőm., normál állapot), Rácstípusok és jellemzésük	Kísérletek $\text{H}_2\text{S}$ -nel; + $\text{KI}$ ; + $\text{Pb}^{2+}$ ; + $\text{Ag}^+$
15–16.	Oldatok fogalma, oldhatóság, oldódás feltételei m/m%; molaritás Ötösöm lesz A tömegszázalék 25.o Ötösöm lesz Az anyagmennyiség-százalék 27.o	$\text{H}_2\text{SO}_4$ +víz; $\text{NaOH}$ +víz; $\text{I}_2$ +víz; +benzin; +alkohol
17–18.	Koncentrációsámítási feladatok gyakorlása, R-O és S-B reakciók egyenleteinek felírása, ex-end; e-b folyamatok Ötösöm lesz Az anyagmennyiség-koncentráció 28.o Ötösöm lesz A koncentrációk átváltása 31.o	sósav+Cu; +Zn; $\text{HNO}_3$ +Cu; $\text{NO}_2$ + $\text{H}_2\text{O}$
19–20.	A reakció sebessége, Egyensúlyra vezető folyamatok, az egyensúlyi állandó (K) meghatározása (számítási feladatok) Ötösöm lesz Kémiai egyensúly 62.o	$\text{Mg} + \text{Br}_2$
21–22.	Termokémiai egyenletek fogalma, a reakcióhő kiszámításának gyakorlása Ötösöm lesz A termokémiai egyenlet 58.o	Sósav + fémek reakciója

23–24.	Koncentráció, egyensúlyi állandó és képződéshő számításának gyakorlása Ötösöm lesz A kémiai egyensúly 64.o	CaC <sub>2</sub> és víz reakciója, a termék vizsgálata
25–26.	Az oxidációs szám fogalma, egyszerű egyenletek rendezése oxidációs számmal. Ötösöm lesz Egyenletek oxidációs szám 40.o	Ca + víz; a termék kémhatása, oldása savban
27–28.	Egyenletek oxidációs számmal történő rendezésének gyakorlása Ötösöm lesz Kémiai egyenletek 52.o	Na + víz és K + víz reakciók összehasonlító elemzése
29–30.	Tanulókísérleti nap	Direktdurranógáz, S + O <sub>2</sub> ; SO <sub>2</sub> + víz; fém + sav; fém + víz stb.
31–32.	Elektrokémia I. Elektród, standard el. potenciál., galvánelemek, elektromotoros erő számítása Ötösöm lesz EME számítása 160.o Ötösöm lesz Redoxifolyamatok iránya 161.	Fe + Cu <sup>2+</sup> ; Cu + Fe <sup>2+</sup> ; Cu + Hg <sup>2+</sup> ; Hg + Ag <sup>+</sup>
33–34.	Elektrokémia II. Elektrolízis, timföld elektrolízise, kősó oldat elektrolízise Ötösöm lesz Elektrolízis 166.o	Vízbontás, a keletkező gázok kimutatása
35–36.	Az elektrokémiai ismeretek gyakorlása Ötösöm lesz Faraday-törvények 167.o	Póluspapír készítése
37–38.	Az elemek csoportosítása, a fémek és nemfémek általános tulajdonságainak összehasonlítása	Fémek és nemfémek fizikai tulajdonságai
39–40.	A hidrogén: atomszerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, jellemző reakciói, fontosabb vegyületei	H <sub>2</sub> előállítása; H <sub>2</sub> + CuO; + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; H <sub>2</sub> + O <sub>2</sub>
41–42.	A halogének jellemzése, a klór: atomszerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, jellemző reakciói, fontosabb vegyületei	Cl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> ; Cl <sub>2</sub> + Na; Cl <sub>2</sub> + I
43–44.	A VI. főcsoport elemei, az oxigén: atomszerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, jellemző reakciói, fontosabb vegyületei	O <sub>2</sub> előállítása KMnO <sub>4</sub> ; HgO; H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>

45–46.	A kén: atomszerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, jellemző reakciói, fontosabb vegyületei	S olvadása; S égése; $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; kénessav és kénsav tulajdonságai
47–48.	Az V. főcsoport elemei, a nitrogén: atomszerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, jellemző reakciói, fontosabb vegyületei	$\text{N}_2$ 78%-a a levegőnek; $\text{NO}$ ; $\text{NO}_2$ ; $\text{HNO}_3$ tulajdonságai
49–50.	A foszfor: atomszerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, jellemző reakciói, fontosabb vegyületei	A foszfor égése; $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ ; kémhatás; foszfátok
51–52.	A IV. főcsoport elemei, a szén: atomszerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, jellemző reakciói, fontosabb vegyületei	A faszén előállítása, $\text{CO}_2$ és $\text{CO}$ tulajdonságainak összehasonlítása
53–54.	A szilícium: atomszerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, jellemző reakciói, fontosabb vegyületei	Kvarc és üvegtárgy viselkedése gyors hőmérsékletváltozás hatására
55–56.	A alkálifémek jellemzése, a nátrium: atomszerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, jellemző reakciói, fontosabb vegyületei	$\text{Na} + \text{H}_2\text{O}$ ; $\text{K} + \text{H}_2\text{O}$ ; $\text{NaOH} + \text{savak}$
57–58.	Az alkáliföldfémek jellemzése, a Ca és a Mg: atomszerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, jellemző reakciói, fontosabb vegyületei	$\text{Ca} + \text{H}_2\text{O}$ ; $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$ ; $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{sav}$ ; $+\text{CO}_2$
59–60.	Az alumínium: atomszerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, jellemző reakciói, fontosabb vegyületei	$\text{Al} + \text{O}_2$ ; $+\text{H}_2\text{O}$ ; $+\text{sósav}$ ; $\text{NaOH}_{\text{aq}}$
61–62.	A vas: atomszerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, jellemző reakciói, fontosabb vegyületei	A vas rozsdásodása, reakciója savakkal.
63–64.	Fémek előállítása, alumíniumgyártás	A vas és az Al reakciója savval és lúggal (összehasonlító kísérlet)
65–66.	Fémek előállítása, vas és acélgyártás	Alumíniumtermit reakció
69–70.	Ón, ólom és tulajdonságaik	Az ón és ólom reakciói
71–72.	Az éves tevékenység értékelése	

A fakultációs órák megtartásához segítséget nyújtanak az elmúlt években megjelent könyvek és segédanyagok (ld. irodalomjegyzék).

A fakultációt minden gimnázium fontosnak tartja. Például az *ELTE Trefort Ágoston Gyakorlóiskola Budapest* is, amelynek honlapján a következőképpen ajánlják a kémia fakultációt:

*„Kémia 11. évfolyam:*

*alapóra heti 2 óra + heti 2 óra fakt (bontott csoportban a 4 óra); 12. évfolyam: heti 4 óra*

*A számonkérés formái*

- *írásbeli dolgozatok, amelyekre a diákok százalékos értékelést kapnak. Ezekből azután érdemjegyeket képzünk. A dolgozatok alapvetően elméleti, kísérleti és számolási ismereteket kérnek számon.*
- *előadás tartása egy szabadon választott kémiához köthető témában*
- *kísérlet elvégzése jegyre (titrálás)*

*A fakultáció céljai*

- *az alapórákon megszerzett tudás elmélyítése, a hiányosságok pótlása*
- *az alapórákon megszerzett tudás emelt szinten való kiegészítése*
- *a számolási készségek fejlesztése az alapoktól kezdve*
- *az önálló kísérletezés elsajátítása, a 70 érettségi kísérlet elvégzése*
- *mennyiségi analitikai módszerek megismerése és önálló kísérlet elvégzése (titrálás)*
- *stabil, magas szintű, értő tudás kialakítása, hogy diákjaink ne csak bekerüljenek választott egyetemükre, hanem ott meg is állják a helyüket*

*Témakörök*

*11. osztály: atomszerkezet, molekulaserkezet, anyagi halmazok, elektrokémia, titrimetria*

*12. osztály: kémiai reakciók, szénhidrogének és halogénezett származékaik, oxigéntartalmú szerves vegyületek, nitrogéntartalmú szerves vegyületek, biológiailag fontos makromolekulák, hidrogén, halogének, oxigén csoport, nitrogén csoport, alkálifémek, alkáliföldfémek, alumínium, vascsoport, rézcsoport.*

*Egyéb tudnivalók*

*A kémia fakultációt javasoljuk a természettudományos felsőoktatás irányába érdeklődő diákjainknak. A kémia mellé jellemzően biológia vagy mate-*

matika fakultációt érdemes fölvenni, de egyéb párosítások is elképzelhetőek és hasznosak lehetnek.

*A 11. évfolyamon, az alapórán tárgyalt elektrokémia témakört a fakultáción párhuzamosan egészítjük ki a magasabb szintű ismeretekkel*

*Házi feladat minden alkalomra van.*

*A rendszeres készülést, gyakorlást és folyamatos visszajelzést elősegítő gyakorlati feladatok.”*

A leírás megtalálható a következő internetcímen: <http://www.trefort.elte.hu/dokumentumok/faktokpdf.pdf>

### **A kémia érettségi vizsga módosítása**

Az érettségi vizsga módosítására fog sor kerülni a 2016/2017. tanévben, melyet a rendelet a következőképpen indokol:

*„A Vizsgaszabályzat módosításának fő oka a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról szóló 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendeletben (a továbbiakban: Nat.), és a kerettantervek kiadásának és jóváhagyásának rendjéről szóló 51/2012. (XII. 21.) EMMI rendeletben (a továbbiakban: Kerettantervi rendelet) foglalt szabályozások az érettségi vizsga vizsgaszabályzatának kiadásáról szóló 100/1997. (VI. 13.) Korm. rendelet érettségi vizsgatárgyainak általános követelményeivel történő harmonizálása. A módosítást indokolja, hogy 2017 májusában tesznek érettségi vizsgát azok a vizsgázók, akik az új Nat. szerint készültek fel az érettségi vizsgákra., (EMMI ELŐTERJESZTÉS az érettségi vizsga vizsgaszabályzatának kiadásáról szóló 100/1997. (VI. 13.) Korm. rendelet módosításáról Budapest, 2014. december)*

A tervezet tartalmazza a Nat.-hoz igazított középszintű és emelt szintű követelményeket, melyek áttekintésére a tanfolyam során lehetőségünk lesz.

Az állami finanszírozású képzések felvételi ponthatárait emelni kívánják a döntéshozók, ezért a 2015. évi ponthatárokat már nyilvánosságra hozták. Az 1. mellékletben található táblázatban a kémia tekintetében érintett képzéseket vastag betűvel emeltük ki. (lásd 1. melléklet)

## 1. melléklet

### Állami ösztöndíjas képzések központi ponthatárai 2015-ben

alkalmazott közgazdaságtan 465  
**állatorvosi 400**  
**általános orvosi 380**  
andragógia 430  
anglisztika 310  
emberi erőforrások 443  
építészmérnöki 330  
erdőmérnöki 300  
**fogorvosi 390**  
gazdálkodási és menedzsment 455  
gazdaság- és pénzügy-matematikai elemzés 465  
gyógypedagógia 400  
**gyógyszerészeti 400**  
humánkineziológia 370  
igazságügyi igazgatási 424  
jogász 460  
kereskedelem és marketing 449  
kommunikáció- és médiatudomány 455  
közszolgálati 440  
lótenyésztő, lovassportszervező agrármérnök 300  
magyar 310  
munkaügyi és társadalombiztosítási igazgatási 410  
nemzetközi gazdálkodás 460  
nemzetközi tanulmányok 465  
ókori nyelvek és kultúrák/assziológia 310  
ókori nyelvek és kultúrák/egyiptológia 310  
ókori nyelvek és kultúrák/klasszika filológia 310  
pénzügy és számvitel 458  
politológia 300  
pszichológia 420  
rekreációs szervezés és egészségfejlesztés 310  
sportszervező 310  
szabad bölcsészet 310  
szociológia 300



tájérendező és kertépítő mérnöki 350  
**osztatlan tanári 305**  
társadalmi tanulmányok 300  
történelem 310  
történelem/régészet 300  
turizmus-vendéglátás 428  
üzleti szakoktató 440

### Ajánlott irodalom

- Balázsikné Karácsony Lenke, Dr. Kiss Lajosné, Prókai Szilveszter (2008): *12 próbaérettségi kémiából*. Maxim Könyvkiadó.
- Czirók Ede (2007): *Kétszintű érettségi nagykönyvek kémia*. DFT-Hungária Kft.
- ELTE Trefort Ágoston Gyakorlóiskola Budapest (fakultációk).  
<http://www.trefort.elte.hu/dokumentumok/faktokpdf.pdf>
- Dr. Forgács József (2010): *Kémia érettségi feladatsorok*. Műszaki Könyvkiadó.
- Oktatási Hivatal (2014): *Tájékoztató érettségi vizsgaelnökök számára*  
[http://kemiaerettsegi.hu/weboldalon/a\\_szobeli\\_2014okt\\_kozepszint.pdf](http://kemiaerettsegi.hu/weboldalon/a_szobeli_2014okt_kozepszint.pdf)
- Oktatási Hivatal (2014): *Vizsgaelnöki Útmutató* (2014. október) [http://www.oktatas.hu/kozneveles/erettsegi/2014oszi\\_vizsgaidoszak/vizsgaelnoki\\_utmutato](http://www.oktatas.hu/kozneveles/erettsegi/2014oszi_vizsgaidoszak/vizsgaelnoki_utmutato) letöltve 2014. október 19.
- Részletes érettségi vizsgakövetelmény KÉMIA (2014). <http://kemiaerettsegi.hu/kovetelmeny.html>
- Siposné Dr. Kedves Éva, Dr. Rózsahegyi Márta, Horváth Balázs (2010): *Kémia 11–12. Tankönyv és feladatgyűjtemény*. MOZAIK Könyvkiadó.
- Villányi Attila: *Kémia a kétszintű érettségire* (2010) Műszaki Könyvkiadó Kft; *Kémia feladatgyűjtemény a kétszintű érettségire*, Műszaki Könyvkiadó Kft; *Ötösöm lesz kémiából feladatok és megoldások, Kémia próbaérettségi emelt és középszinten* (2008), Kemavill Bt. stb.



### *A tehetséggondozás lehetőségei kémiából*

**BOHDANECZKY Lászlóné – SARKA Lajos**

#### **A kémiából tehetséges tanulók azonosítása**

A kémia tárgy 7. osztályos megjelenésekor kevés információnk van a tanulók tantárgyi beállítódásáról. Nehéz megállapítani, hogy kikből lehetnek a későbbi tehetségek. A tehetség nem valamiféle személyiségjegy, a tanulók képességei változnak az iskoláztatás során. A tehetség megnyilvánulása idővel változhat. A csodagyerekből nem biztos, hogy ugyanolyan felnőtt is lesz. És a fordítottjára is van példa. A csodagyerek kamaszkorban nem tudja felvenni a versenyt az egyenletesen fejlődő osztálytársai-val. Az átlagos gyerekek az iskola befejezésével sokszor tehetségesebbekké válnak a csodagyerekeknél.

Elmondható, hogy nagy felelősséget jelent a tanár és az iskola számára a tehetséges tanulók felismerése, majd tehetségük kibontakoztatása, és fejlesztése.

Egy adott iskolában a tehetség felismerésének és gondozásának, valamint fejlesztésének hagyományos színtere a tanítási óra.

Kit vagy kiket tekinthetünk kémiából tehetségesnek? Nehéz megmondani, hiszen a tehetség fejlődik, változik, ezért célszerű inkább egy 10 év körüli gyerek esetében a kémia vonatkozásában tehetségigéretéről beszélni.

Egy a Debreceni Egyetemen munkatársai által elvégzett kérdőíves vizsgálaton a tanároknak arra kellett válaszolniuk, hogy miként definiálnák a tehetséges diákra jellemző tulajdonságokat (Dávid I-Bóta M. 1999).

A válaszadók szerint a tehetséges tanulók legfőbb ismérve a az átlagosnál nagyobb *érdeklődés, a motiváltság és a kíváncsiság*.

Az első kémia óráinkon a fenti tulajdonságok felismerése jelentheti az egyik legfontosabb kapaszkodót a tanár számára a tehetségazonosítás kezdetén. Fontos tehát a tantárgyi érdeklődés felkeltése. Az egyik legmegfelelőbb módja ennek a kísérletezés. Érdemes az első órákon kísérleteket

bemutatni, az egyszerűbbeket esetleg a tanulókkal otthon is elvégeztetni. A jelenlegi tankönyvek erre számtalan lehetőséget kínálnak a kíváncsi diákok számára. Az otthon elvégzendő feladatok az aktuális tananyagokhoz kapcsolódnak, könnyen elvégezhetőek és vegyszerigényük a mindennapi anyagok felhasználásával biztosítható. Az otthoni kísérletek tapasztalatait és a magyarázatokat természetesen ellenőrizni kell, és a helyes következtetéseket meg kell beszélni a tanulókkal.

Tanári gyakorlatomban az önálló kísérletvégzés terén évről-évre sikeres próbálkozás az oldatból történő kristályosítás otthon történő elvégzése. A tanulók számára rendkívüli élményt jelent például a sókristályok megjelenése a konyhasó oldatából. A gyerekek órára behozzák a kristályokat, és jöhet a szépségverseny. Egy diákokból álló zsűri dönti el a rangsort. Egyszerű otthoni feladat, melynek motivációs ereje igen nagy. Néhány tanuló a tapasztaltak alapján megismétli a kísérletet más anyagokkal is. Észreveszik a kristályformák különbözőségét, továbbgondolják a természetben kialakuló kristályok keletkezésének kérdését. A jelenséggel mélyebben foglalkozó, az összefüggéseket a fentiek szerint kutató tanulókra érdemes figyelni, hiszen kreativitásuk, megfigyelőképességük átlagostól eltérő fejlettsége itt már megmutatkozhat.

Visszatérve a fent említett tanári kérdőív válaszaira a tanárok a tehetséges tanuló ismervei között hasonlóan fontosnak tartják az *átlagosnál jobb képességek* meglétét. A gyakorlatból tudjuk, hogy a jó vagy kiemelkedő képesség fontos, azonban magában nem elegendő. A jó képességhez hozzátartozik, hogy a diáknak azt ki is kell tudni bontakoztatnia, miáltal az átlagosnál jobb eredményeket kell elérnie.

A tehetséges tanulóknak képességeik kibontakoztatásához lehetőséget kell biztosítani. A módszert, mely segítségével ez megvalósítható a szakirodalom gazdagításnak nevezi. A gazdagítás lehetőséget biztosít a kötelező anyagon túl a tanulók egyéni irányokba történő fejlődésére. A továbbiakban a gazdagítás sokféle lehetőségeiről esik szó, a kémia ismeretanyagát állítva a középpontba.

### A tehetség felismerése a kémia órán

A gazdagítás lehetőségének egyik fontos színtere a tanítási óra, melyet a tanárnak a tehetség-felismerésre maximálisan ki kell használnia.

Az iskolai munka során döntő többségben úgynevezett általános tantervű osztályokban tanítunk. Mindenki számára ugyanazt a tananyagot, ugyanolyan szinten és ütemben dolgozzuk fel, annak ellenére, hogy a tanulók képességeiket tekintve heterogén összetételűek. Ez a fajta heterogenitás kisebb vagy nagyobb mértékű szórást is mutathat. Az alábbiakban nézzük meg, milyen lehetőségeink vannak a tanulók átlagostól eltérő képességeinek felismerésére, majd fejlesztésére.

### A differenciálás módszere

Nem mindig szívesen alkalmazzuk a differenciált óraszervezést, mivel a tanulók ellenőrzése, a feladatkijelölés átgondolt szervezése, sok plusz munkát kíván.

Néhány a gyakorlatban is bevált módszert azonban érdemes alkalmazni, illetve fontolóra venni.

Az egyik gyakran alkalmazott módszer a *különböző munkatempóra épülő feladatmegoldás*. Lényege, hogy a tanulók fokozatosan nehezedő feladatsort kapnak, melyet saját tempójukban oldhatnak meg. A tehetséges diákok így nem várnak az osztálytársaikra, és gyorsabban haladhatnak. Kémia számolási feladatok megoldása során, gyakorlóórán ez sokszor alkalmazott, jól bevált módszer.

Oldatok százalékos összetételének meghatározásakor az egyes nehézségi szinteket az alábbi feladatsor illusztrálja.

- Hány tömegszázalékos lesz az a sóoldat, melyet úgy készítünk hogy 2 g konyhasóhoz 150 g vizet öntünk?
- Hány tömegszázalékos lesz az a sóoldat, melyet úgy készítünk hogy 2 g konyhasóhoz 150 g vizet öntünk, majd 20 g vizet párologtatunk el az oldatból/ vagy adunk hozzá még 3 g konyhasót?
- Összeöntünk 120 g 2 tömegszázalékos és 100 g 8 tömegszázalékos sóoldatot. Mekkora töménységű lesz a keletkezett oldat?
- Hány g 8 tömegszázalékos konyhasóoldathoz kell 120 g 2 tömegszázalékos oldatot önteni, hogy az oldat 4 tömegszázalékos legyen?

Általános iskolában a feladatsorral jól mérhető az ismeretek megértésének és alkalmazásának szintje.

Középiskolában bővíülhetnek a fenti alapfeladatok a kristályvizes sókból készített oldatok összetételének meghatározásával.

- Hány tömegszázalékos lesz az a réz-szulfát oldat, melyet 2 g kristályvizes sóból készítünk 150 g víz hozzáadásával. A réz-szulfát 5 mól kristályvízzel kristályosodik mólonként.

Ha megpróbálunk nehézség, bonyolultság szerint a feladatokban választékot biztosítani, akkor hamar kiderül, hogy melyik tanuló a jó problémamegoldó, és ki szereti az ilyen kihívásokat. Fennáll ugyanis annak a lehetősége, hogy a tehetséges gyerekek a könnyebb feladatokat választják.

A *képességek szerinti csoportba sorolást* is lehet alkalmazni, amelyet tanítási gyakorlatomban nem szívesen vállalok, ugyanis fejlesztés szempontjából hátrányba kerülhetnek a gyengébb képességű tanulók. A jobb képességűek csoportja nem jelenti automatikusan a tehetséges tanulókat, és okot adhat a kiválasztottság, a magasabbrendűség érzésére a többiekkel szemben. Nem beszélve arról, hogy közöttük is rangsor alakul ki. Kétségtelen tény azonban, hogy a jobbak közé tartozás előnyösen befolyásolja fejlődésüket.

Az *alapokról történő indulás* módszerében a tanórai differenciálást a kötelező és az ajánlott anyag feldolgozása jelenti. Az ilyen óraszervezés segíti a tehetséges tanulókat a többlettudás megszerzésében. Megjegyzendő, hogy a rendkívül alacsony óraszámok miatt kémia órákon egyre kevesebb idő jut a többlettudás megszerzésére, bármennyire is hasznos lenne a tanulók ismeretinek gazdagítására.

Az *egyéni feladatadást* is egyféle, a gyakorlatban sokszor alkalmazott differenciálásnak tekinthetjük. Legtöbbször a kiválasztott tanuló önállóan dolgoz fel egy a tananyaghoz kapcsolható témát. A feladat elvégzéséről az órán ad számot, melyet a tanár értékeli. Itt a tananyaghoz kapcsolódó többletismeret – kémiatörténet, tudósok élete, érdekességek, új eredmények, adatok gyűjtése stb. – feldolgozásáról lehet szó. Általános gyakorlat az úgynevezett kiselőadások kiadása, de a diákok kaphatnak például manuális feladatokat is.

Nagyon szeretik például a tanulók a különböző indikátorok otthoni elkészítését. Szívesen csinálnak pl. vöröskáposztából, almahéjból, sárgarépből oldatot még középiskolás korban is. A diákok órán lehetőséget kapnak a színváltozások bemutatására a különböző kémhatású oldatokban. Nemcsak osztálykeretek között, hanem egyéb fórumokon például szak-

körön, vagy az iskola nyílt napján látogatóknak is szívesen bemutathatják a kémhatás-vizsgálatokat.

A fenti tanításmódszertani technikák tapasztalataim szerint osztályke-reteken belül is megfelelően alkalmazhatók a tehetséges diákok felismeré-sére és fejlesztésére, miáltal a mindenkinek nyújtott alaptudás mellett megfelelő többlet ismerethez juttatjuk őket. A napjainkban használatos módszerek közül ismerünk hatékonyabbakat is a tehetség-felismerésben illetve gondozásban. Kevésbé elterjedt, de hatékony óraszervezési mód a kooperatív technikák alkalmazása vagy a projektkészítés.

A kémiát első ízben tanuló diákokról viszonylag rövid idő alatt hasz-nos információkat szerezhethetünk a tanítási órákon, természetesen jól meg-tervezett óraszervezéssel. Más tantárgyat tanító kollégákkal történő be-szélgetések figyelembe vételével megközelítőleg reális képet kaphatunk az úgynevezett tehetségígéretekről.

### **A tehetséges tanulók kiválasztásának tanórán kívüli lehetőségei.**

Vannak olyan iskolák, ahol nem bízzák a véletlenre a kémiából tehet-séges tanulók kiválasztását. Teszik ezt azért, hogy az emelt óraszámban (speciális tantervű) kémiát tanító tanárok a leghatékosabbakkal tudja-nak foglalkozni. Ma már a továbbtanuló általános iskolások számára nem elegendő a középiskolák ismertetőit, a kínálatot elolvasni, hanem érdemes személyes kontaktusba kerülniük a kiválasztott intézményekkel. Így a te-hetséges diákok könnyebben megtalálják a nekik megfelelő oktatási for-mát. Sok iskola felvállalja a tehetségek felkutatását.

Általában a kémia munkaközösségek tervet dolgoznak ki erre a nem könnyű feladatra.

Egy kémia tagozatot működtető középiskola jól működő, kémiából te-hetségeseket kiválasztó programja röviden az alábbiakban foglalható össze:

A szaktanárok versenyeket szerveznek az általános iskolás, a kémia iránt érdeklődő diákok számára.

Versenyfeladatsort állítanak össze, és a feladatlapokat eljuttatják a székhelyükhöz földrajzilag közeli iskolákba. Levelező formában történik a feladatok kiadása és a javítása. A diákok így megismerik az iskola szak-mai elvárásait, kölcsönösen benyomásokat szereznek egymásról. A leg-jobb teljesítményt nyújtó gyerekek kémiából mentesülhetnek a szóbeli felvételi vizsga alól.

Lehetőség van arra is, hogy országos kémiaversenyek területi döntőinek megrendezésére az iskola vállalkozzon, ilyen például a Curie kémia emlékverseny is. Ezen a versenyen az általános iskolák és a középiskolák is képviseltetik magukat. A versenyszervezők fel tudnak figyelni a kiemelkedő teljesítményt nyújtó tanulókra. Tapasztalat szerint az elért eredmények és az iskoláról szerzett jó benyomások erős motivációt jelentenek a diákok számára a későbbi jelentkezést illetően.

### **Kapcsolatkeresés egyéb programok szervezésével**

Másféle, de céljában ugyanazt szolgálja a különböző előkészítő foglalkozások szervezése általános iskolások 6-8. osztályosai számára.

Itt legtöbbször az általános iskolai tananyag átismétlése, begyakorlása történik. Kémiából ez az út abban az esetben mondható eredményesnek, ha az adott iskola kémiából indít emelt óraszámú vagy esetleg szakirányú képzést és a tantárgy általános iskolai eredményét beszámítja, vagy felvételit ír elő a bejutáshoz.

Középiskolában a tehetségesek bevonásához érdeklődést felkeltő kísérletező szakkör szervezésére is lehetőség van. Ezekre a foglalkozásokra meghirdetés után, többségében azok a tanulók jelentkeznek, akik megfelelően motiváltak a kémia iránt. Kellően színes, jól megszervezett tanulói kísérleteken alapuló szakkörökön a kémia iránt érdeklődő a tárgy tanulása iránt elkötelezettséget mutató tanulók kiválaszthatóak lesznek.

Egy sikeresnek mondható szakkör anyaga például az alábbi feldolgozandó témákat tartalmazhatja.

1. Miről beszél a gyertya lángja?  
Feldolgozott ismeret: a láng szerkezetének vizsgálata egyszerű megfigyelésekkel illetve kísérletekkel.
2. Miért zöld nyáron és miért sárga ősszel a fák levele?  
Feldolgozott ismeret: elválasztási módszerek bemutatása. Kromatográfia. A klorofill és a xantofil szétválasztása papírkromatográfiával.
3. Hogyan készül a pezsgőtabletta? Kísérletek pezsgőtablettával.  
Feldolgozott ismeret: gázfejlődéssel járó reakciók. Az oldódás sebességét befolyásoló tényezők.



4. Rejtőzködő ionok.  
Feldolgozott ismeret: fémionok kimutatása egyszerű csapadékképződéses reakciókkal.
5. Szökőkutak a kémiában.  
Feldolgozott ismeret: ammónia és hidrogén-klorid gáz oldódása vízben.
6. Színes képek készítése savval és lúggal.  
Feldolgozott ismeret: Oldatok kémhatásának jelzése indikátorokkal.  
Egyszerű kísérlet vöröskáposzta levélvel, mint indikátorral.
7. Érdekes feladatok.  
Feldolgozott ismeret: Egyszerű számolási feladatok, játékos formában.
8. Látogatás egy kutató laboratóriumban.

### **A tehetség gondozása, gazdagító programok**

A gazdagítás során a tanulók lehetőséget kapnak érdeklődésüknek megfelelő irányban történő fejlődésre. Olyan területeket választhatnak, mely a kötelező anyagon túl lehetőséget ad egyéni igényeiknek megfelelő érdeklődésük kielégítésére.

A kémia órán is lehetőség van gazdagításra, de ennek keretei szabályozottak, a tantervi kötöttségek miatt nincs lehetőség az egyéni érdeklődésnek megfelelő szabad választásra. Kémiából erre iskolai keretek között tanórán kívüli foglalkozásokon kerülhet sor. Lehetőség van szakkörök, versenyek szervezésére, önképzőkörök megalakítására, szaktáborok indítására. Időtartam szerint ezek lehetnek több tanévre kiterjedő, rendszeres foglalkozások, de szerveződhetnek egy-két alkalommal is.

Gazdagítást lehet nyújtani egyéni és csoportos foglalkozások keretében.

### **Szakköri programok szervezése, típusai**

1. *Ismeretanyag és fejlesztési célok alapján a szakkör lehet:*
  - Feladatmegoldó.
  - Kísérletező.
  - Továbbtanulásra felkészítést célzó program.
  - Versenyekre felkészítő.
  - Vegyes típusú.

- Egyéb, a tanár által fontosnak vélt fejlesztési területhez tartozó szakkör.

Lehet érdeklődést felkeltő, tehetségeseket kiválasztó egyéb oktatási intézmények számára szervezett foglalkozás.

2. *A célcsoport kiválasztása alapján*

- Megvalósulhat osztály ill. azonos évfolyam keretei között.
- Megvalósulhat különböző évfolyamokra járó diákok között. Versenyfelkészítés történhet 9 és 10. évfolyamra járó tanulók összevonásával.
- Megvalósulhat más intézményekbe járó tanulók számára.

3. *A bekerülés módja történhet*

- Jelentkezés alapján.
- Valamilyen szűrés alapján. Lehet felkészítő szakkört szervezni országos versenyek döntőjébe jutott tanulók számára. Pl. OKTV döntős versenyzők laboratóriumi felkészítése.

4. *A program forrása lehet*

- Saját tervezés.
- Egy kész program átvétele.
- Vegyes

5. *A megvalósítás módja és feltételének biztosítása*

- A program személyi feltételei. Lehet szaktanár, külső előadó, technikus.
- Kapcsolatok más iskolákkal, kutatóintézetekkel.
- Tárgyi feltételek. Laboratórium, vegyszerek, előadó, technikai eszközök.
- Anyagi feltételek, források. Óradíjak, utaztatási költségek, vegyszerbeszerzési költségek. Források: pályázat útján, iskolai költségvetésből, alapítványi, szponzori segítséggel.

A szakkörök szervezése egyre nehezebb feladat elé állítja az iskolákat. Az érvényes rendelkezések szerint a jelentkezők létszámának el kell érnie a 15 főt, kisebb csoportok indítása ezáltal nem lehetséges, legalábbis nehezen megoldható. A tanulókkal történő egyéni foglalkozás nálunk nem elterjedt oktatási forma, pedig nagy szükség lenne rá. A tanárok legtöbbször szabadidejükben foglalkoznak egyénileg tanítványaikkal.

A másik nehézség a tárgyi feltételek biztosítása. Kevés iskola rendelkezik jól felszerelt kémia laboratóriummal, valamint a tantárgy oktatásához szükséges megfelelő mennyiségű vegyszerrel. Egy jól felszerelt kémia szertár fenntartása és működtetése nem kis anyagi áldozatvállalás az iskola számára. A technikus jelenléte, oktatást segítő munkája pedig már csak a kivételes helyzetben levő iskolák sajátja.

A megoldást jelentheti, ha egyszerűen elvégezhető, kis anyag és vegyszerigényű, könnyen előkészíthető kísérleteket tervezünk a tanulók számára.

Az iskolák egy része rendelkezik félmikro kísérleti eszközökkel. Kevés vegyszer felhasználásával érdekes és látványos kísérleteket végeztethetünk el. Napjainkban új utakat keresve sok jól használható, kis anyagigényű módszerek láttak napvilágot. Ilyenek az úgynevezett fecskendő vagy a csempéken végzett, illetve bemutatott reakciók (7. fejezet).

### **Nyári Tehetséggondozó Kémia Tábor**

A természettudományok iránt érdeklődő tanulók érdeklődésének fenntartása nagyon fontos dolog. Minden tantárgynak, így a kémiának is vannak kevésbé színes, élvezetes anyagrészei, melyek sokszor nagyon elméleti jellegűek, néha magolást (képletek, definíciók), máskor sok gyakorlást, matematikai és logikai ismereteket (egyenletírás, számítások) igényelnek, s ha ezeket az anyagrészeket nem „színesítjük”, akkor könnyen a „nem szeretem” tárgyak közé kerül a kémia.

Sajnos az elmúlt évek tantervi, óraszám és egyéb módosításai a tanárokat arra ösztönözték, hogy a kísérletek bemutatásán, elvégeztetésén „spóroljanak” meg időt az egyéb ismeretek elsajátíttatására, begyakoroltatására. Ezért váltak fontossá azok a tanórán kívüli lehetőségek, melyek a motivációt jelentő kísérletezést megadják a tanulóknak. Ilyen lehetőségek a kísérletező szakkörök, az önképzőkörök és a nyári tehetséggondozó szaktáborok is.

A nyári szünet ideje alatt sok szülőnek problémát okoz, mit csináljon gyermeke, hol és mivel töltse a szabadidejét. A család felnőtt tagjainak szabadsága véges, így a gyerekek (fiatalok) felügyelete illetve tevékenykedtetése nem mindig biztosított. Ennek egy lehetősége a gyerekek érdeklődésének megfelelő nyári táborokban való részvétel. A táborok szervezői nagy gondot fordítanak a szabadidő hasznos eltöltésére, ezért különböző, főként sport vagy kézműves foglalkozásokon kötik le a gyerekeket.

Ezen táborok mellett egyre több a különböző pályázatok által is támogatott, valamilyen szaktárgyi ismeretet nyújtó nyári tábor. A nyelvi, matematikai táborok mellett a természettudományos táborok iránt is nagy az érdeklődés. Főleg akkor, ha a táborlakók különböző vizsgálatokat, kísérleteket is végezhetnek.

A szaktábor megszervezése nem egyszerű dolog, mert sok úgynevezett „apróságra” kell odafigyelnie a szervezőknek. A következőkben vegyük sorra ezeket az „apróságokat”, a szervezés lépéseit.

### **A nyári tehetséggondozó tábor szervezésének lépései:**

#### **Eldöntendő kérdések**

##### *1. Milyen jellegű tábort szeretnénk szervezni?*

- a. Csak kémia tábort
- b. Kémia és fizika tábort
- c. Természetismereti komplex tábort
- d. Vegyes szakmai tábort

A kérdés megválaszolása azért nagyon fontos, mert ez határozza meg, hogy

- kik (mely tantárgy iránt érdeklődő tanulók) fognak jelentkezni a táborba,
- hová szervezhető a tábor,
- milyen eszközöket kell biztosítanunk,
- kik legyenek a foglalkozást vezető kollégák, stb.

##### *2. Bejárós (napközis) vagy bentlakós tábort szeretnénk?*

Mindkét formának vannak előnyei és hátrányai egyaránt, ezért kell nagyon megfontolni a döntést.

- A bejárós (napközis) tábor előnye a kisebb költségigény, hiszen szállásra nem kell költeni, a reggeli és vacsora helyett elegendő a tízórai és az uzsonna, viszont hátránya, hogy minden nap utaznia kell a résztvevőknek. Ez akkor okoz komolyabb gondot, ha a résztvevők nem egy városból vagy faluból vannak.
- A napközis tábort főként a fiatalabb korosztály részesíti előnyben, például 5-6. osztályosok természetismereti tábora, de már ők is szívesen kirándulnak, ha a tábor például a hegyekben van.
- A napközis tábor esetén a délutáni és esti (esetleg éjszakai) programokról, felügyeletről nem kell gondoskodni, ami könnyeb-

bséget jelent, de az a tapasztalatom, hogy a táborozás legmaradandóbb élményei közé tartoznak az esti közös játékok, a „nagy beszélgetések” a tábortűznél, a sport vagy szellemi vetélkedők, az élmények megosztása a többiekkel, stb.

- A szülők többsége szívesen választja gyermeke részére a bentlakásos tábort, mert így a „napi gondokat” átruházhatja a tábor vezetőire.
- Vannak azonban olyan gyerekek is, akiket még korábban nem engedtek el otthonról hosszabb időre, így mind a szülő, mind a gyerek szívesebben vállalja a napi bejárást.
- A programok időtartamát is behatárolhatja a napközis tábor, hiszen megadott időre be kell fejezni a gyakorlatot, stb. mert jönnek a gyerekekért.

### 3. *Kiknek szervezzük a tábort?*

- a. Csak általános iskola 7. osztályos tanulói számára
- b. Általános iskola felső tagozatosai számára
- c. Általános és középiskolás tanulók számára
- d. Középiskolás tanulók számára

A korosztály megválasztása is nagyon fontos. Egyszerűsíti a dolgunkat, ha azonos a korosztály, mert ilyenkor a korábbi ismeretanyag is körülbelül azonos. A kísérletek megtervezésénél, a feladatok meghatározásánál csak az egyéni különbségekre kell odafigyelni.

Ha a tanulók különböző évfolyamból jönnek, akkor nem lehetnek együtt minden foglalkozáson. Sokkal hatékonyabb a munka, ha a tanulókat külön csoportokba osztjuk, még akkor is, ha a csoportok létszáma nem lesz egyenlő. Így minden tanuló megfelelő szintű feladattal tud foglalkozni. Nem fogja úgy érezni, hogy „butább” a másikonál, vagy hogy neki ilyen egyszerű dologgal kell foglalkoznia, pedig ő már gimnazista.

Természetesen az elvégzendő kísérletek sok esetben lehetnek azonosak, csak míg a 7-8. osztályosok a tapasztalatok megadása és következtetések levonása után egyszerű magyarázatot adnak, addig a középiskolások a magyarázatokat reakcióegyenletekkel, számítással kiegészítve adják meg. (például az oldódás energiaviszonyinak magyarázata során)

4. *Hol vagy hová szervezzük a tábort? Hogyan oldható meg az étkeztetés?*
- Az iskolában legyenek a foglalkozások
  - Más intézményekkel közösen tartsuk a foglalkozásokat
  - Szervezzük a tábort természetes környezetbe (az iskola hegyekben lévő házába)
  - Ki biztosítja az étkeztetést?

A helyszín megválasztása is nagyon fontos. A tábor vezetőjének (vezetőségének) ismernie kell a környezetet. Otthon kell lennie a helyszínen, akár a szakmai programok előkészítését és lebonyolítását, akár az étkeztetést, akár a szabadidős programok lehetőségeit tekintjük. Tudnia kell, hogy kitől kérhet és kaphat segítséget, ha valamilyen eszközre van szüksége (kísérleti eszköz, vegyszer, egy párnahuzat, vagy egy focilabda, stb.), kihez fordulhat, ha baleset vagy betegség történik. Milyen helyiségek állnak rendelkezésre a programokhoz, van-e internet csatlakozási lehetőség, számítógépterm, stb.

5. *Kik azok a kollégák, szülők, segítők, akikre számíthatunk a tábor lebonyolításában?*
- Kollégák előadásokra
  - Kollégák gyakorlatok vezetésére
  - Felnőttek az ügyeleti és szabadidős programok irányítására
  - Felnőttek a szervező munkában való részvételre
  - Fiatalok (gimnazisták), akik már részt vettek korábban a tábor munkájában

A szakmaiság érdekében meg kell nyerni azon kollégákat, akikkel szívesen dolgozunk együtt, s akiket a tanulók is elfogadnak. Ha a tanulók a saját iskolánkból vannak, akkor fontos, hogy az általuk jól ismert tanárok elfogadottak legyenek. Ha a táborlakók például megyei merítésből kerülnek ki így nem ismerik a kollégákat, ezért nekünk kell azokat kiválasztani, akik jó kapcsolatépítő képességűek és szakmailag és emberileg is el tudják magukat fogadtatni.

Vannak nagy tudású, elismert kutatók és oktatók, akik a szakmájukhoz kiválóan értenek, de az előadásaik során nem nagyon tudnak alkalmazkodni a fiatalabb korosztályhoz. Ők nem is vállalják szíve-

sen a felkérést egy-egy előadás megtartására. Ezért olyan szakembereket kell megkérni, akik a hallgatóság szintjéhez tudják közelíteni mondanivalójukat.

A gyakorlatok vezetésére pedig kimondottan olyan kollégákat érdemes megkérni, akik tanítási gyakorlatuk révén jól ismerik a tanulók tudásszintjét, így nem okoz nekik fejtörést a magyarázatok megfelelő megadása.

A sok éves tapasztalat alapján elmondható, hogy azok a gyakorlatok sikerülnek a legjobban, amelyeket a kollégák maguk állítanak össze. Ha csak „belecsöppennek” egy mások által megtervezett foglalkozásba, (mivel nem mindig tudják, mit miért tervezett be a másik) nem mindig érzik sajátjuknak a feladatokat. Ezért az a legjobb, ha a foglalkozást az tartja meg, aki az anyagát összeállította.

Ha a tábor bentlakásos, szükség van olyan nevelőkre, akik a tanulókat kísérik, szervezik és vezetik a szabadidős programokat, folyamatos ügyeletet látnak el, gyakorlatilag együtt élnek a gyerekekkel a tábor ideje alatt. Bár ez a tevékenység tűnik a legkevésbé megterhelőnek, de egy hétben gondolkodva bizony komoly felkészültséget, empátiát és sok más kompetenciát igényel a nevelőktől, s bizony az egy hét elég fárasztó tud lenni. Ennek tudatában kell a tábor vezetőségét összeválogatni.

6. *Milyen anyagi források szükségesek és mi áll rendelkezésre?*

- a. Mit tud biztosítani az iskola?
- b. Van-e pályázati támogatásra lehetőség?
- c. Mennyivel kell a tanulóknak hozzájárulniuk a költségekhez?

Az anyagi források biztosítása gyakran a legnehezebb feladat. Ezért állandóan figyelemmel kell kísérni a különböző pályázatokat, legyenek azok önkormányzati vagy minisztériumi kiírásúak. Ha sikerül pályázati támogatást szerezni a tábor megrendezéséhez, mindenképpen szükség van egy gazdasági szakemberre, aki a szakmai háttérrel biztosítja. (Mire költhető a pénz? Hogyan kell elszámolni? Stb.)

Nagyon sok olyan kirándulást szerveznek a kollégák évente, amely önköltséges, s a gyerekek által befizetett összegből valósul meg. Ilyen lehet a szaktábor is, melynek költségeit a szülők állják. Ezeknek az elszámolása a szülők felé történik.

**A döntések után a következő feladatok várnak ránk:**

7. *A tanulókat felmérjük, milyen az érdeklődés a tábor iránt.*
8. *Egyeztetjük a tábor programját és időpontját a kollégákkal és a segítőkkel.*
9. *Lefoglaljuk a szállást, étkezést, beadjuk a pályázatokat támogatásra stb.*
10. *A szükséges egyeztetések után meghirdetjük a tábort.*
11. *Előkészítjük a kollégákkal a szakmai programokat, valamint a szabadidős tevékenységeket (pl.: múzeumlátogatás; sportvetélkedők; városismereti vetélkedők; akadályverseny; stb.)*
  - a. helyszínek
  - b. eszközök (előadásokhoz és gyakorlatokhoz)
  - c. vegyszerek beszerzése, előkészítése
  - d. munkafüzetek elkészítése, sokszorosítása
  - e. sport, kirándulás, vetélkedők, stb. megtervezése
12. *Lebonyolítjuk a tábort*
13. *Véleményeztetjük a tábort a gyerekekkel, kollégákkal, segítőkkel, (ötletbörze is legyen)*
14. *Értékeljük a tevékenységeket, feltárjuk a hiányosságokat, mit, hogyan csináljunk másként jövőre.*
15. *Lezárjuk a tábort egy beszámoló elkészítésével, melyben a kitűzött célok megvalósítását is elemezzük.*

A Nyíregyházi Főiskola Kémia és Fizika Tanszékei segítségével 1987. óta szervezzük meg a kémia-fizika szaktábort. Tekintsük át egy általunk szervezett konkrét tábor szervezési feladatait, lebonyolítását, tapasztalatait.

**Kémia–Fizika Nyári Tábor szervezése a Nyíregyházi Főiskolán**

1987-ben Dr. Nagy Zsuzsa szervező munkája nyomán jött létre az első nyári tábor, melynek a főiskola adott otthont. A tábor a szerző és kollégái lelkes munkájával azóta is minden évben megszervezésre kerül. A résztvevők összetétele mind a tanulók, mind a tanárok tekintetében évente kicsit változik, de a kollégák egy része már évtizedek óta részt vesz a tábor lebonyolításában.



*A tábor célja:*

- a tábor résztvevői kiváló szakemberek (egyetemi, főiskolai tanárok és vezető pedagógusok) irányításával ismerkedjenek meg a természettudományok legfrissebb eredményeivel,
- sajátítsák el az egyszerűbb vizsgáló módszerek alkalmazását a laboratóriumi kísérleti és mérőeszközök használata során,
- ismerjék meg az elsajátított műveletek gyakorlati alkalmazásának lehetőségeit (vizsgálatok, megfigyelések végzése laborban és terepen),
- az előadások és gyakorlatok során fejlődjön a természetismereti kompetenciájuk, kifejező készségük, megfigyelő, elemző és lényegkiemelő képességük, fejlődjön a manuális készségük,
- a további természetismereti tanulmányaik során jól hasznosítható kompetenciákat sajátítsanak el.

Az előadások megtartására a természettudománnyal foglalkozó tanszékek (fizika, kémia, környezetvédelem) oktatóit kérjük fel, akik vagy a korábbi, vagy az aktuális kutató munkájukról számolnak be, vagy a szakterületük valamely érdekes felfedezéséről tartanak előadást. A kollégák mindig lelkesen készülnek ezekre az előadásokra, mert tudják, hogy érdeklődő fiatalokkal fognak találkozni, akik figyelmes hallgatók és sokszor érdekes kérdésekkel lepik meg az előadókat.

Az előadások mellett nagyon népszerűek a gyakorlatok. Ezek során sajátíthatják el a résztvevők a kísérleti eszközök helyes használatát, a különböző melegítő és mérőeszközök alkalmazását. A gyakorlatokat vezető kollégák mindig arra törekednek, hogy a vizsgálatok során tapasztaltakat a tanulók megfelelően rögzítsék, vonják le a következtetéseket, s a saját szintjüknek megfelelő magyarázatokat adjanak. Mivel a kísérletező csoportok nem mindig azonos korosztályúak, így a következtetések és magyarázatok mélysége gyakran eltérő lehet. Amit a 7-8. osztályosok csak jelenség szintjén magyaráznak, azt a középiskolások reakcióegyenletekkel, esetleg számításokkal kiegészítve írják le (például egy reakció exoterm voltát egyik csoport csak érzékeli, hő és fényjelenség, a másik viszont a képződéshők segítségével reakcióhőt is számol).

*A tábor résztvevői:*

Azok az általános és középiskolás tanulók, akik valamilyen természettudományi (kémia, fizika, környezetvédelem) versenyen már tanúbizonyságot adtak tudásukról, érdeklődésükről.

Ahhoz, hogy a tanulók aktívan részt vegyenek a foglalkozásokon, feltétlenül szükséges, hogy érdeklődjenek a foglalkozások tartalma iránt, ami a kémia és a fizika esetében különösen fontos. Az előadókat is motiválja, ha érdeklődő hallgatóságnak tartanak előadást nem is beszélve a gyakorlatokról, ahol a fokozott figyelem és fegyelem feltétlenül szükséges. Bár az elvégzendő kísérletek többsége „nem balesetveszélyes”, de egy égő lángja, egy elpattanó üvegeszköz, egy kifröccsenő folyadék is okozhat komoly sérülést. Ezért a munka és balesetvédelmi szabályok ismerete és betartása elsődleges feladata minden résztvevőnek.

*A tábor helyszínei:*

A szakmai programokhoz olyan helyszínt kell választani, ahol lehetőség van a programban megtervezett kísérletek balesetmentes elvégzésére, az előadások megtartására. Ez lehet egy iskola szaktanterme vagy előadóterme, de ha szabadtéri helyszínre (erdei tábor) szervezzük a foglalkozást, akkor akár egy sátor is.

Mi a szakmai programokat a főiskola előadóiban és laboratóriumaiban szervezzük. Ehhez a főiskola rektora és az egyes tanszékek vezetői mindig hozzájárultak. Ez nagy segítség a számunkra, mert az előadótermek és a laborok megfelelően berendezettek. A számítógép és a projektor rendelkezésre áll az előadóban, a kísérleti eszközök és vegyszerek könnyen elérhetőek a laborokban vagy szükség esetén könnyen szállíthatók az épületen belül. A laboráns vagy technikus szívesen segít az előkészítésben, így a környezet ideális a szakmai munkára.

*A szállás és az étkezés* az alapvető egészségügyi követelményeknek feleljen meg és a tábor szervezésénél ezeket a körülményeket feltétlenül mondjuk el a tanulóknak (szülőknak is). Ha a városban, faluban szervezzük a tábort, akkor az étkezés a menzán vagy étteremben megoldható, viszont mondjuk egy erdei táborban a higiéniai követelmények biztosítására a táborvezetőségnek kell jobban odafigyelni (ÁNTSZ engedélyek stb.).

Az elmúlt évek alatt többször kellett szállást váltanunk. Voltunk nyári üdültetésre használt ifjúsági táborban, városi iskolák kollégiumaiban, üdülőnek használt faházban, a főiskola kollégiumában is többször, de né-

hány év után mindig váltanunk kellett. Így az étkeztetést is igazítani kellett az aktuális körülményekhez.

*A szabadidős programokhoz is megfelelő tér (sportpálya, uszoda, túraútvonal stb.) álljon rendelkezésre, melyet a táborvezetőségnek a szervezés megkezdése előtt be kell járnia, le kell ellenőriznie.*

Ha lehetőség volt rá, akkor úgy igyekeztünk a szállást megválasztani, hogy megfelelő terünk legyen a különböző szabadidős programok lebonyolítására. Ha más nem, egy nagyobb udvar, sportpálya, egy nagyobb terem van mindenütt, ahol lehet focizni, sorversenyezni, ügyességi vagy szellemi vetélkedőt rendezni. A szakmai munka (előadások és gyakorlatok) után mindenkinek jólesik a mozgás, a más irányú fizikai vagy szellemi tevékenység.

#### *A tábor költségei*

A szállás és étkezés valamint az anyagköltségek biztosításához érdemes valamilyen pályázatból pénzt vagy más támogatást szerezni.

Például:

- iskolai pályázatok,
- tudományos szervezetek pályázatai, támogatása,
- önkormányzatok pályázatai,
- országos pályázatok a szabadidő hasznos eltöltésére, stb.)

A fennmaradó költségeket a tanulók által befizetett részvételi díjnak kell fedeznie.

#### **A tábor programjáról**

A reggeli előadáson mindenki részt vesz, de a gyakorlatokat csoportban tartjuk. A csoportok beosztása korosztályok szerint történik. Ennek oka, hogy az általános iskolás 7. 8. és a középiskolás 9. 10. osztályos korosztály szakmai tudása általában nagyon eltérő. Ezért a csoportok a korosztályuknak megfelelő szintű gyakorlatokat végeznek.

A feladatokat kiadhatja a tanár csoportmunkában úgy, hogy minden csoport ugyanazt a kísérletet tervezi meg és végzi el, majd megbeszéli a tapasztalatokat, de kiadhatja úgy is, hogy az egyes kísérleteket más-más csoport végzi el, s a munka befejezése után a csoportok beszámolnak a többieknek az eredményeikről, amit mindenki rögzít a munkalapjába.

Lehetőség van vitára a tervezés illetve a magyarázatok során, mely viták hozzájárulnak a középiskolás tanulók kifejező készségének, ok-okoza-

ti összefüggések meglátása és megláttatása képességének fejlesztéséhez, s mások véleményének meghallgatásával és megvitatásával a kommunikációs készségük is sokat fejlődik.

A szakmai programból egy középiskolás laborgyakorlat anyagát mutatom be (4. melléklet), melyen jól látható, hogy a tanulók már meglévő tudásától függően lehetőség van a különböző módszerek alkalmazására.

### **A továbbfejlesztés lehetőségei**

A táborba szeretnénk meghívni a megyei kémia és fizikaversenyek résztvevői mellett a biológia illetve környezetvédelmi vetélkedők győzteseit és helyezetteit is. Így nem csak a résztvevők köre fog bővülni, hanem a programok is bővülnek majd biológia gyakorlatokkal, a víz és a levegő szennyezettségére vonatkozó vizsgálatokkal, valamint ilyen jellegű előadásokkal is.

A középiskolások körében is érdeklődés mutatkozott a tábor programja iránt (7 fő 9-10. osztályos vett részt a programban), ezért tervezzük a középiskolások nagyobb mérvű bevonását is. Tervezzük a középiskolás kollégák tájékoztatását a tanulók táborban végzett tevékenységéről, s segítségükkel még több tanulót mozgósítunk.

Az esélyegyenlőség megteremtése érdekében a pályázat segítségével támogatjuk a rászoruló, halmozottan hátrányos helyzetű, tehetséges tanulók részvételét a tábor munkájában.

Példaként a 2011. július 18–22. között megrendezett tábor programját mutatjuk be.

## Kémia–Fizika Nyári Tábor programja 2011. július 18–július 22.

	18.	19.	20.	21.	22.
	Hétfő	Kedd	Szerda	Csütörtök	Péntek
8.00 – 9.00	Beérkezés (regisztráció)	Fénytani alapismeretek, a lézer és alkalmazása	Környezeti védelemben	Látványos fizikai kísérletek	Látványos kémiai kísérletek
		Dr. Hadházy Tibor	Dr. Kiss Ferenc	Dr. Beszeda Imre	Sarka Lajos
		6. sz. körelőadó	6. sz. körelőadó	6. sz. körelőadó	6. sz. körelőadó
10.00 – 12.00 C csop.	Hogyan végezzük a kísérleteket?	Kísérletek az érettségiben  Kulcsár Katalin	Analitikai vizsgálatok  Prof. Dr. Balogh József	Kísérletek szerves vegyületekkel  Dr. Jekő József	Verseny a tábor ismeretanyagából  Fabu–Papp–Sarka–Varga
10.00 – 12.00 A csop.	Sarka Lajos  6. sz. körelőadó	Elektromosságtani kísérletek,  Fabu Zs.–Papp K.	Elektromosságtani kísérletek, környezetvédelem  Fabu Zs.–Papp K.	Kísérletek a konyhában található anyagokkal  Kulcsár Katalin	
10.00 – 12.00 B csop.	Hogyan végezzük a kísérleteket?  Sarka Lajos  6. sz. körelőadó	Alapvető kísérleti és mérőeszközök  Siklós Ádámné	Vegyszerek a fürdőszobában, egészségünk védelmében  Botfalusi Béláné	Elektromosságtani kísérletek, környezetvédelem  Fabu Zs.–Papp K.	Táborzáró  Fabu–Papp–SarkaT–SarkaL

10.00 – 12.00 D csop.		Fizika 7. o Dr. Varga Klára	Fizika 7. o Dr. Varga Klára	Fizika 7. o Dr. Varga Klára	
12.30	Ebéd	Ebéd	Ebéd	Ebéd	Ebéd
13.00 – 15.00 C csop.	<b>Munka és balesetvédel- mi rendsza- bályok, esz- közismeret</b> <b>Sarka Lajos</b>	Autóbuszos látogatás Debrecen- ben, az ATOMKI- ban és a Debreceni Egyetemen	<b>Radioaktivi- tás mérése</b>  <b>Tarján Péter</b>	A Nyíregy- házi Állat- park megte- kintése  Fabu- Papp- SarkaT- SarkaL	13.00– 14.00  Haza- utazás
13.00 – 15.00 A csop.	Alapvető kí- sérleti és mé- rőeszközök  Siklós Ádámné		Vegyszerek a fürdőszobá- ban, egészsé- günk védel- mében  Botfalusi Bélané		
13.00 – 15.00 B csop.	Elektromos- ságtani kí- sérletek  Fabu Zs.– Papp K.		Kísérletek a konyhában ta- lálható anya- gokkal  Kulcsár Ka- talin		
13.00 – 15.00 D csop.	Fizika 7. o  Dr. Varga Klára		Fizika 7. o  Dr. Varga Klára		13.00– 14.00
15.30 – 17.30 C	<b>Mérések, tömeg és tér- fogatmérés</b> <b>Sarka Lajos</b>		<b>Robotépítés, LEGO- robotok</b> <b>Dr. Dezső Gergely</b>		Haza- utazás

15.00 – 18.00	Fabu–Papp– SarkaT	Fabu–Papp– SarkaT– SarkaL	Fabu–Papp– SarkaT– SarkaL	Fabu– Papp– SarkaT– SarkaL	
18.00	vacsora	vacsora	vacsora	<del>SarkaL</del>	
				Vetélkedő	

### Ajánlott szakirodalom

- Balogh László (2008): Átfogó helyzetjelentés a magyar iskolai tehetséggondozásról In: Balogh László-Koncz István (szerk.): *Kiterjesztett tehetséggondozás*. Professzorok az Európai Magyarorszáért, Budapest.
- Balogh László (2008): A tanórai tehetségfejlesztés lehetőségei: differenciálás- szervezeti keretek, gyorsítás. In: Balogh László-Koncz István (szerk.): *Kiterjesztett tehetséggondozás*. Professzorok az Európai Magyarorszáért, Budapest.59-60.
- Bohdaneczkyne Schág Judit, Balogh László (2010): *Tehetséggondozás a közoktatásban a kémiatudományban*. Magyar Tehetséggondozó Szervezetek Szövetsége, Géniusz Könyvek
- Dr. Gyarmati Éva (2007): *A tehetség – Hátttere és gondozásának gyakorlata*. ELTE Eötvös Kiadó
- Juhászné Gáspár Dorottya: *Kooperatív tanulási technikák* [http://fejlesztok.hu/images/modszerek/kooperativ\\_tehnikak.pdf](http://fejlesztok.hu/images/modszerek/kooperativ_tehnikak.pdf)  
Letöltés 2011.08.14.
- Revákné Markóczi Ibolya és ts. (2011): *A természettudományok tanításának elméleti alapjai* című tananyag 10. fejezet: Varga Klára – Sarka Lajos: A tehetséggondozás lehetőségei a természettudományos oktatásban, RE-PE-T-HA TÁMOP 4.1.2.-08/1/B-2009-0001 Debrecen, 2011. 170-192.
- Rózsahegyí Márta, Wajand Judit (1991): *575 kísérlet a kémia tanításához*. Tankönyvkiadó Budapest
- Sarka Lajos (2011): *Tehetséggondozás tanítási órán kívül kémiából (gyakorlat)*, RE-PE-T-HA TÁMOP 4.1.2.-08/1/B-2009-0001. Debrecen, 2011.

**Néhány jelentősebb kémia/természettudományos nyári tábor internet elérhetősége:**

AKI Kíváncsi Kémikus Kutatótábor:

<http://www.ttk.mta.hu/intezetek/anyag-es-kornyezetkemiai-intezet/nyari-kutatotabor-2/>

Alkimista tábor:

[http://www.vdsz.hu/hirek/6/alkimista\\_nyari\\_tabor\\_\\_vdsz\\_tagok\\_gyermekeknek/804/](http://www.vdsz.hu/hirek/6/alkimista_nyari_tabor__vdsz_tagok_gyermekeknek/804/)

Gádor tábor:

<http://gadortabor.hu/term%C3%A9szetismereti-%C3%A9s-term%C3%A9szetv%C3%A9d%C5%91-t%C3%A1bor,42.html>

Kispesti Munkásotthon Művelődési Ház:

[http://www.kmo.hu/nyari\\_taborok/](http://www.kmo.hu/nyari_taborok/)

MKE Varázslatos Nyári Tábor:

<http://www.varazslatos-kemia-tabor.mke.org.hu/>

Szaktábor Tiszabecsen:

<http://www.vidamdelfin.hu/diakudules/Szaktabor-Tiszabecsen/>

Zalai matematikai tehetségekért alapítvány nyári tábora:

[http://www.zalamat.hu/tamop/?page\\_id=362](http://www.zalamat.hu/tamop/?page_id=362)



## 1. melléklet

**Kedves .....**!

Örülünk, hogy elfogadtad a meghívást a  
**„Kémia Szaktábor 2011”**  
programjára.

A tudnivalók a következők:

**A tábor ideje:** 2011. július 18 - július 22. (5 nap)

**A táborba érkezés időpontja:** 2011. július 18-án (hétfőn) reggel 8.00–9.00 között.

**Hazautazás időpontja:** 2011. július 22-én (pénteken) 13.00 órától 14.00-ig.

**A tábor részvételi díja: 20.000 Ft,** (szállás, étkezés, foglalkozások díja, munkafüzet, kirándulás, belépők, stb.)

**A szállásunk a Fenyves Turistaházban** lesz, címe Nyíregyháza-Sóstófürdő, Tölgyes ut 68. A napi háromszori étkezés szintén ott lesz. (Az étkezés mennyisége és minősége a gyermekélelmezésnek felel meg.)

Kérlek, hogy hétfő reggel a megadott időpontban érkezz meg a szálláshelyre, ott várunk rád!

A foglalkozások a **Nyíregyházi Főiskola TTIK Kémia és Fizika Tanszékein** lesznek, ahová busszal megyünk be minden nap együtt, így a buszbérletet, ha nincs neked, már az első reggel meg fogjuk váltani. Ennek összege kb. **2.300 Ft**. Szükséges hozzá (a pénzen kívül) a **diákigazolványod** is, kérlek, azt se felejtsd otthon.

Mellékelten küldöm az **egészségügyi lapot** is, amelyet az orvosnak kell meghatározott időben kitöltenie. Kérlek, azt is hozd magaddal.

A szokásos tábori kellékekre (játékok, labda, tollas, kártya, illetve tornacipő, tréningruha és fürdőruha, stb.) természetesen itt is szükség lesz.

Találkozásunkig eredményes évvzárást kívánok!  
Nyíregyháza, 2011. április 26.

**Üdvözlettel**

Nyíregyháza, Árpád ut 62.  
(Tel.: 30-3420-144)  
e-mail: sarkal@nyf.hu

Sarka Lajos  
táborvezető

## 2. melléklet

Általános Iskola Igazgatójának  
Székhelyén

Tárgy: **Kémia Szaktábor**

**Kedves Igazgató Kollégán, Kolléga!**

Hagyományainknak megfelelően ezévben is megrendezzük a  
**Nyíregyházi Főiskola TTIK Kémia és Fizika Tanszékének**  
segítségével a nyári tehetséggondozó szaktábort.

A táborozása ideje: **2011. július 18-július 22. (5 nap)**

A foglalkozások helye:

**Nyíregyházi Főiskola AMKI Kémia és Fizika Tanszék**

Szállás, étkezés, szabadidős programok:

Nyíregyháza-Sóstófürdő, **Fenyves Turistaház**, Tölgyes ut 68.

A táborba beérkezés: **2011. július 18. hétfő 8.00-9.00-ig.**

A programban előadások, gyakorlatok, szellemi és sportvetélkedők,  
strand, stb. szerepelnek.

A táborozás költségeihez a tanulóknak **20.000 Ft**-tal kell hoz-  
zájárulniuk, mely költséget részben vagy egészben az iskola átvállalhatja.

Az Ön által vezetett iskolából

.....  
részvételére számítunk.

Kérjük, hogy a meghívott tanuló **döntéséről (nemleges válasz esetén is)** a tábor vezetőjét **május 15-ig** szíveskedjen értesíteni az alábbi címen:  
**Sarka Lajos, Nyíregyháza, Árpád ut 62. IV.13. Tel.: 30-3420-144**  
**vagy a Nyíregyházi Főiskola Kémia Tanszékén Tel: 42-599-456.**  
**e-mail: sarkal@nyf.hu**

Amennyiben a tanuló részt vesz a tábor munkájában, kérjük hogy a  
mellékelt tájékoztató levelet és az egészségügyi lapot adja át neki.

Segítségét előre is megköszönve!

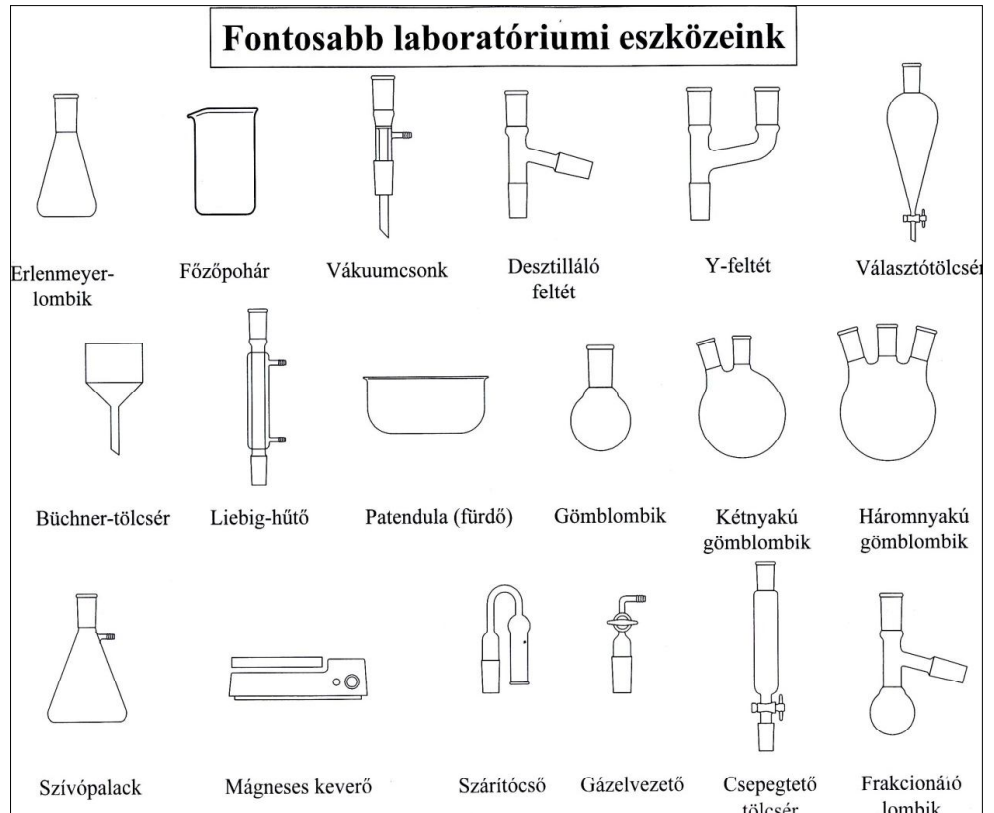
Üdvözlettel: Sarka Lajos

Nyíregyháza, 2011. április 26.

3. melléklet

Kémia gyakorlat középiskolások számára

Összeállította: Dr. Jekő József főiskolai tanár



## Kromatográfia

Egy elegy komponenseinek egy *álló-* és egy *mozgó*fázis közötti szelektív megoszlásán alapuló elválasztási művelet.

Az elegy komponensei különböző sebességgel haladnak az állófázis mentén: az állófázissal erősebb kölcsönhatásba lépő komponens jobban lemarad (retenció).

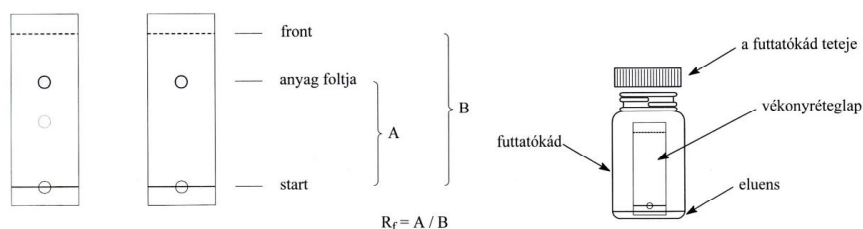


A kromatográfia olyan elválasztási módszer, amelyben nagy felületű állófázison átáramló mozgófázisban a minta komponensei a rájuk ható szorpciós erők következtében különbözőképpen mozdulnak el, ezáltal a minta komponenseire bontható.

(A kromatográfia a görög *kroma* (χρῶμα - szín) és *grafein* (γραφειν - írni) szavak összetétele – a módszert először színes növényi anyagok elválasztására alkalmazták.)

## Vékonyréteg-kromatográfia

- Technika:**
- Sík elrendezés
  - Egy üveg- vagy alumíniumlapra felvitt vékony (0,5-2 mm) állófázison történik az elválasztás.
  - A mozgófázist (eluent) a kapillárishatás mozgatja.
  - Zárt edényben (futtatókádban) fejlesztjük ki a kromatogramot.



$R_f$ : retenciósfaktor; értéke 0-1 lehet, az ideális: 0,3-0,8

A VRK felhasználása:

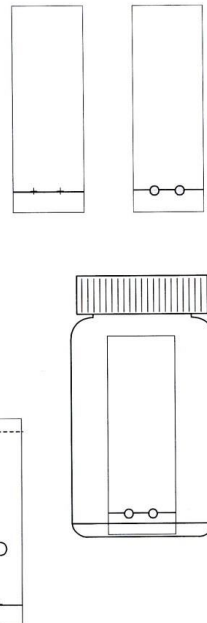
- reakció előrehaladásának vizsgálata
- elegyet alkotó komponensek számának meghatározása
- bizonyos komponensek jelenlétének vizsgálata
- oszlopkromatográfia modellezése (eluens kiválasztása) ill. detektálása
- tisztaságvizsgálat

A VRK korlátai:

- elsősorban kvalitatív módszer
- illékony anyagok nem vizsgálhatók
- felbontóképessége korlátozott (gyakran számos eluent ki kell próbálni a megfelelő elválasztás elérésére)

vékonyréteg-kromatográfia kivitelezése

- Előkészítjük a futtatókádat (eluenssel kb. 5 mm magasságig töltjük)
- Bejelöljük a minták helyét tompa ceruzával (kb. 1 cm-re a lap aljától és egymástól)
- Oldatot készítünk a vizsgálandó anyagból
- A mintát kapillárisal felcseppentjük a lapra, megszáritjuk
- A lapot az eluens gőzével telített futtatókádba helyezük, a kádat lezárjuk
- Kivesszük a kádból a lapot, mielőtt az oldószerfront a lap tetejét elérné
- Ceruzával megjelöljük az oldószerfrontot
- A lapot hajszárítóval megszáritjuk
- UV-lámpa alatt bejelöljük (vagy előhívjuk) a foltokat
- Retenciós faktort számolunk



**Olvadáspont-meghatározás**

Olvadáspont: az a hőmérséklet, amelyen a szilárd anyag olvadékaival termodinamikai egyensúlyban van (állandó nyomáson)

Alkalmazás: kristályos anyagok jellemzésére és tisztaságuk ellenőrzésére

Tiszta vegyületek op.-ja (állandó nyomáson!)

-állandó (ha azonos oldószerből kristályosították)

-éles

Keverék op.-ja

-olvadáspont-csökkenés

-széles olvadási intervallum

Kivitelezése gyors, olcsó, kis anyagigényű

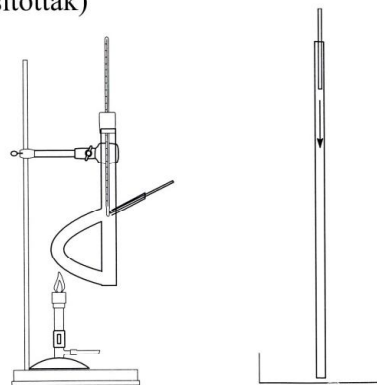
Thiele-féle készülék

Fűtőközeg: magas forráspontú

jó hővezető képességű

kis viszkozitású folyadék

(pl. paraffinolaj)



**5. melléklet**

**TOTO**

**2011. július 22.**

**Név:**..... **Iskola:**.....

1. Az anyagra vonatkozó tulajdonság betűjelének beírásával válaszolj!

a) színtelen, b) jellemző szagú c) szagtalan, d) folyadék, e) gáz, f) táplálja az égést, g) éghető, h) az égést nem táplálja, i) a levegőnél kisebb sűrűségű, j) a levegőnél nagyobb sűrűségű, k) benne a gyertya lángja elalszik

A) hidrogéngáz: .....

B) a szén-dioxid gáz: .....

2. Milyen a só és a cukor vizes oldatának kémhatása?

.....

3. Mi a képlete a cukorrépból kivont cukornak?

.....

4. Milyen színű a vörös káposzta leve ecet hatására?

.....

5. Melyik gáz keletkezett a szódabikarbóna és az ecet kölcsönhatásakor?

.....

6. Melyik elem oldatát használtuk fel keményítő kimutatására?

.....

7. Milyen alakúak a konyhasó kristályai?

.....

8. Melyik az a három atom, amelyik a cukor és az ecetsav molekulájában is benne van?

.....



9. Miért nem használhatjuk egyszerre a sósavat és a hypot?

.....

10. Melyik anyagot nevezzük „csontrablónak”?

.....

11. Milyen betegség kialakulásában játszhat szerepet a túlzott kólafo-  
gyasztás?

.....

12. Vanish-sel miért nem tisztíthatjuk a gyapjúpulóvert?

.....

13. Rajzold le a lángot és írd mellé a részeit!

13+1. Sorolj fel olyan anyagokat, melyek jól oldódnak

a) vízben: .....

b) alkoholban v. benzinben: .....



**SZÉCHENYI** 



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

**Európai Unió**  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**