
EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

Szakedolgozat

*A kémiai és fizikai tévképzetek
fejlődésének vizsgálata*

Témavezető:

Dr. Szalay Luca
egyetemi adjunktus

Készítette:

Kissné Menkó Orsolya
kémia tanár – matematika tanár
osztatlan tanári mesterszak

Budapest, 2019

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, aki segítettek szakdolgozatom elkészítésében.

Közöttük témavezetőmnek, Dr. Szalay Luca tanárnőnek, aki szakmailag támogatott. Hálával tartozom azoknak a pedagógusoknak, akik az általam összeállított feladatlapokat (időt nem sajnálva) kitöltették diákjaikkal. Köszönöm valamennyi tanulónak, aki munkájával lehetőséget adott számomra a feladatlapokon leírt helyes gondolatmenetek és tévképzetek megfigyelésére, elemzésére. Tanulmányaik folytatásához sok sikert kívánok nekik!

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm családtagjaimnak, akik mindenben támogattak, segítettek, hogy ez a munka ilyen formában megjelenhessen.

Tartalomjegyzék

| | |
|---|----|
| Köszönetnyilvánítás | 2 |
| 1. Bevezető | 5 |
| 2. Irodalmi áttekintés | 7 |
| 3. A kémiai és fizikai fogalmak beépülésének mérése | 11 |
| 3.1 A minta | 11 |
| 3.2 A tévképzetek alakulását vizsgáló feladatlapok felépítése és kérdései | 16 |
| 3.3 A kérdések relevanciája a kerettantervek és tankönyvek alapján | 18 |
| 3.4 Kutatási kérdések és hipotézisek | 25 |
| 4. Eredmények: A talált tévképzetek csoportosítása | 26 |
| 4.1 A részecskeszemlélet kialakulása | 26 |
| 4.1.1 Kemények-e a jég molekulái? | 26 |
| 4.1.2 Élnek-e az atomok? | 29 |
| 4.1.3 Mi található a levegő részecskéi között? | 32 |
| 4.1.4 Gondolatok az égésről | 35 |
| 4.2 Primitív axiómák..... | 38 |
| 4.3 Amikor a halmazállapot változik | 42 |
| 4.3.1 Halmazállapot-változás-e a tojássütés? | 42 |
| 4.3.2 Amikor forr a víz | 47 |
| 4.3.3 Van-e különbség az olvadás és az oldódás között? | 49 |
| 4.3.4 Van-e különbség a párolgás és a forrás között? | 53 |
| 4.4 Szakkifejezések használata, ismerete..... | 57 |
| 4.5 Számolások a kémiaórán | 59 |
| 5. Konklúzió | 64 |
| 6. Összefoglalás | 79 |
| 7. Irodalomjegyzék | 80 |
| 8. Mellékletek | 83 |

| | |
|--|-----|
| 1. melléklet: Feladatlap a 6. évfolyamos tanulók számára | 83 |
| 2. melléklet: Feladatlap a 8., a 10. és a 12. évfolyamos tanulók számára | 84 |
| 3. melléklet: Adatok a kutatásban részt vevő iskolákról és diákokról..... | 86 |
| 4. melléklet: 5-6. osztályos matematika kerettanterv (részletek)..... | 88 |
| 5. melléklet: Természetismeret, kémia és fizika tantárgyi kerettanterv részletek (általános iskola)..... | 89 |
| 6. melléklet: A számolási példák nehézségeit szemléltető megoldások | 97 |
| 7. melléklet: Szülői nyilatkozat..... | 100 |
| Témavezetői nyilatkozat..... | 101 |
| Eredetiség nyilatkozat..... | 102 |
| Még egy nyilatkozat | 103 |

1. Bevezető

Lényeges-e az előzetes tudás? Ezzel a kérdéssel már sokan foglalkoztak. Több hazai és külföldi kutató kereste rá a választ. Egy előadás keretében ismertem meg a következő mondókát, mely a témát bevezető kérdés fontosságát támasztja alá. Először a résztvevőknek el kellett olvasniuk az alábbi állításokat:

„János a tetőn sétál.

Béla összeszedi a tojásokat.

Feri felkapcsolja a villanykapcsolót.

Jóska verset ír.

András hajót épít.

Sándor kerítést fest.

Dani a kockával játszik.

Tibi felvonja a vitorlát.

Pali színdarabot ír.”

Rövid memorizálás után kérdések hangzottak el, „Ki fest kerítést? Ki írt verset?”. Természetesen e kérdésekre nehéz válaszolni. Ám, ha a szöveget kicsit átalakítjuk, akkor máris könnyebb lesz a feladat:

„Mikulás a tetőn sétál.

Nyuszi összeszedi a tojásokat.

Edison felkapcsolja a villanykapcsolót.

József Attila verset ír.

Noé hajót épít.

Huckleberry Finn kerítést fest.

Ernő a kockával játszik.

Kolumbusz felvonja a vitorlát.

Shakespeare színdarabot ír. „

(Kovácsné, 2016)

Ez a játékos példa jól szemlélteti, hogy a tanulás során milyen nagy szerepet játszik az előzetes ismeret. De mi a következménye annak, ha az előzetes ismeret hiányos, hibás, vagy rosszul felépített?

Amikor tanárként találkozunk egy-egy tévesen rögzült elképzeléssel, akkor vagy bosszankodunk rajta, vagy jót mosolygunk. Álljon erre itt két konkrét példa a saját korábbi tapasztalataim közül:

- A levegő részecskéi között „rezgő drótok van, ami összekötik őket”
- „Az oldódás egy olyan folyamat, amikor pl. egy vegyszert összekeverünk egy másikkal. A másik vegyszer anyagai »megölik« az egyik vegyszer anyagait, így tulajdonképpen semmivé válik.” (Menkó, 2016)

Jelen dolgozatomban az előző, a tudományos diákköri munkám keretében készített dolgozataimhoz hasonlóan azt vizsgálom, hogy különböző korosztályokhoz tartozó diákok körében milyen tévképzetek fordulnak elő a kémiai és fizikai tanulmányaikhoz fontos fogalmak és összefüggések között. Azonban a korábbi vizsgálataimtól eltérően (amikor csak 7. évfolyamos tanulók által kitöltött feladatlapokat elemeztem), a jelen dolgozatban összefoglalt munkám során azt vizsgáltam, hogy az egyes elképzelések hogyan fejlődnek a kémiai tanulmányok megkezdésétől az iskolás évek végéig. A 6. évfolyamos diákok a vizsgált fogalmakkal iskolai kereteken belül a környezetismeret, illetve a természetismeret tantárgyak óráin találkozhattak, az idősebb korosztály pedig már fizikából és/vagy kémiából is tanulhatta ezeket. Kutatásomban egy olyan diagnosztikus (felmérő) jellegű feladatlap válaszait elemeztem, amely több, a diákok által korábban már tanult, és a 7. évfolyam kémia tananyagában szereplő témához kapcsolódó feladatot is tartalmaz, de ezekkel a kérdésekkel már a természetismert órákon is találkoztak a diákok. A válaszokat annak megfelelően kategorizáltam, hogy volt-e bennük téves elképzelés, s ha igen, akkor az milyen jellegű volt.

A szakdolgozat alapját képezi számos szakirodalom mellett a 2016-ban írt Tudományos diákköri (TDK) dolgozatom, melynek címe: *Fizikai és kémiai fogalmak vizsgálata a 7. évfolyam elején*¹. Ezért a feladatlapokon szereplő néhány kérdés már abban a dolgozatban is előfordult, illetve az irodalmi áttekintésben is fellelhető több gondolat, amelyeket az előző TDK dolgozataimból vettem át.

¹ http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/tevképzetek2017_03_25menko_orsolya.pdf
(Utolsó letöltés: 2018. 07. 04.)

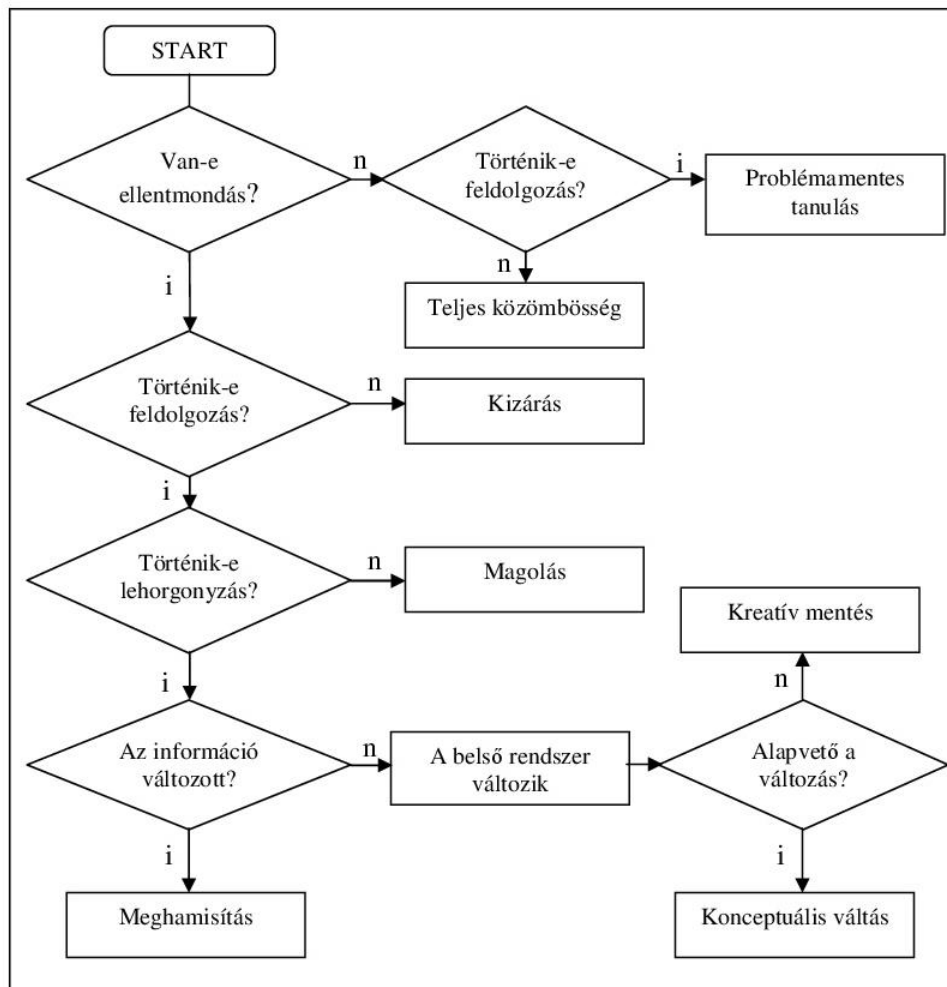
2. Irodalmi áttekintés

A tévképzet-kutatással a szakirodalom már több évtizede foglalkozik. Egészen pontosan az 1970-es évek elejétől lehet találni ilyen irányú kutatásokat (Korom, 2005). Ezek többsége arra összpontosított, hogy a tanulók milyen elképzelésekkel bírnak a mindennapi jelenségekkel kapcsolatban. A „**tévképzet**” szó helyett gyakran más kifejezéseket is használnak. Ezeket a fogalmakat érdemes két részletben megvizsgálni: elő- és utótagra bontva. Az előtag annak megfelelően, hogy a tudományos nézethez mennyire közelít az adott elképzelés: így ez lehet „**téves**”, „**naiv**” vagy „**alternatív**”. A „téves” arra utal, hogy az adott elképzelés a tudományos felfogástól nagyon távol áll és hibás. Míg a „naiv” és az „alternatív” megfogalmazás nem az elképzelés helytelen voltát jelenti, hanem egy sajátos megfogalmazást. A kifejezés másik fele, az utótag, két oldalról közelíti meg az elképzelést. Ennek megfelelően lehet egyedi „**felfogás**”, „**meggyőződés**”, vagy nagyobb struktúrába ágyazott „**elmélet**”. A szakirodalomban elterjedtek a fentiek mellett más magyar (és zárójelben angol) nyelvű kifejezések is, pl.:

- tévképzet (*misconception*),
- alternatív elképzelés (*alternative conception*),
- naiv meggyőződés (*naive belief*),
- naiv elmélet (*naive theory*),
- gyermeki nézet (*children's view*),
- gyermektudomány (*children's science*),
- spontán gondolkodás (*spontaneous reasoning*),
- oktatás előtti tudás (*preinstructional knowledge*)... (Korom, 2005)

Amikor egy téves elképzelésről beszélünk, annak mindig adott egy téves vagy éppen hiányos magyarázata. Ez a magyarázat a diák fejében logikusnak tűnik, ezért is ragaszkodik hozzá. A kapott újabb információ annak függvényében épül be a tanulók tudatába, hogy mi az előzetes elképzelése, vagyis amit már „tud”, az milyen viszonyban áll az új információval. Ha a fogalom akadály nélkül képes beépülni, akkor a jelenséget asszimilációnak nevezzük. (Ekkor az előzetes elképzelés nincs ellentmondásban az új információval.) Viszont ha a már felépült rendszernek át kell alakulnia, hogy beépüljön az új fogalom, akkor az akkomodáció folyamatáról beszélünk (Piaget, 1970). Ez a beépülés többféleképpen is történhet, melyeket Nahalka István tovább részletezett (Nahalka, 1997). Ez az elmélet hét lehetséges kimenetelt adott meg (a korábban ismert két kimenetel helyett): problé-

mamentes tanulás, teljes közömbösség, kizárás, magolás, kreatív mentés, meghamisítás, konceptuális (fogalmi) váltás (ld.: 1. ábra).



1. ábra • Nahalka István szerint a tanulás folyamatának hét lehetséges kimenete (Kiss, 2008)

Egy téves, vagy nem teljes elképzelés gyakran gátolja a tanulást, hiszen a már felépített fogalmi szerkezetet kell korrigálni, lerombolni annak érdekében, hogy a tudományos álláspontot befogadja a diák. Ez figyelhető meg a 2-6 éves gyermekek esetén is, amikor egy alacsony, de széles pohárból egy keskeny, de magas pohárba öntünk át folyadékot. Nagy valószínűséggel úgy vélik, hogy több lett a folyadék. Piaget szerint ennek a magyarázata, hogy a gyermek egyetlen dimenzióra összpontosítva gondolkodik az adott problémáról, és így ebben az esetben nem látja a térfogat állandóságát. (Kollár, 2004)

Vajon ilyen jellegű „egy dimenzióban” való gondolkodás, téves elképzelések csak a kisebb gyermekeknél találhatók meg, vagy az idősebb tanulók körében is előfordulnak? Illetve egy-egy diákot, vagy egész diákcsoportokat érint-e (tehát tipikusnak tekinthető-e) egy adott téves megközelítés? A válasz az, hogy több olyan téves elmélet, elképzelés is van, ami a diákok jelentős hányadánál kimutatható. Az e témával foglalkozó kutatók szá-

mos, a kémiához és fizikához kapcsolódó tipikus tévképzetet fogalmaztak már meg. Álljon itt példaként néhány, a különböző vizsgálatok alapján alkotott tipikus téves elképzelés a kémia és a fizika különböző területeiről²:

I) Halmazállapotok (illetve a szubmikroszkopikus részecskék makroszkopikus tulajdonságokkal való felruházása)

- 1) A forrásban lévő vízből felszálló buborékok levegőt tartalmaznak.³ – Osborne (1983)
- 2) A levegő él. A levegő mindig ki akar terjedni mindenhová. – Sere (1986)
- 3) A forró folyadék molekulái melegebbek, mint a hideg folyadékban lévők. – deVos (1987)
- 4) A halmazállapot-változás során megváltozik a molekulák alakja. – Griffiths (1989)
- 5) A jég molekulái kemények és fagyottak – Lee (1993)

II) Az anyagi halmazok szerkezete

- 1) A részecskék közötti térben pára és oxigén van, vagy valamilyen szennyeződés. – Novick (1978)
- 2) Az anyag folytonos, de részecskéket tartalmaz. Az anyag az atomok között van. – Griffiths (1992)
- 3) A molekulák és az atomok közötti teret levegő tölti ki. – Kokotas (1998)
- 4) Az atomok és molekulák közötti tér nem üres. – Kind (2004)

III) Fizikai és kémiai változások

- 1) Amikor az anyagok eltűnnek (pl. párolgás, égés során), megszűnnek létezni. – Piaget (1974)
- 2) Oldódáskor eltűnnek az anyagok (só, cukor). – Prieto (1989)
- 3) Az olvadás és az oldódás ugyanazok a folyamatok. – Lee (1993)
- 4) Oldódáskor eltűnik a só. – Lee (1993)
- 5) Amikor a só feloldódik, folyékony sóvá válik. – Kokotas (1998)

Vajon e tévképzetek időtállóan újra és újra megjelennek minden diák-generáció gondolkodásában, vagy az oktatási módszerek fejlődésével és az újabb tankönyvek, digitális szemléltetési módok elterjedésével megszűntek? A kutatásom során ez a legfontosabb kérdés, amelyre megpróbálok válaszolni.

² Példák: Dobóné Tarai Éva 2008-ban írt doktori (PhD) értekezésének 8. melléklete alapján.

³ Mivel a vízben van minimális mennyiségű oldott levegő, ezért részben igaz az állítás, de fő mennyiségben vízgőz található a buborékban.

Mint minden tudományágban a kémia területén belül is találhatunk tévképzet-kutatásokat, pl.:

- Prieto, Blanco és Rodrigues (1989) A spanyol tanulók háromnegyede egy-neműnek (azaz egykomponensűnek), a fele pedig folytonosnak tartja az oldatot. Illetve az oldatról alkotott fogalmuk leszűkül „a szilárd anyagot feloldunk folyadékban” esetre.
- Longden, Black és Solomon (1991) angol tanulókat vizsgáltak. A 11-12 éves diákok 20%-a, a 13-14 éves diákok 30%-a tudta helyesen megmagyarázni az oldódás jelenségét a részecskék szintjén.
- Krajcik (1991) kutatása során arra a megállapításra jutott, hogy a diákok jelentős része nem érti az alapvető kémiai fogalmakat, és nem képes összekapcsolni azokat a mindennapi jelenségekkel. A kémiai problémák megoldását gyakran csak memorizálják. Ezért nem képesek olyan fogalmi rendszert felépíteni, amelynek segítségével a mindennapi életben tapasztalt jelenségeket meg tudják magyarázni. (Korom, 2005)

A téves elképzelésekkel foglalkozó kutatások mára már a tévképzetek több jellemzőjét gyűjtötték össze.

- A tévképzetek **gátolhatják a tanulást!**
- A tanulóknak a formális közoktatásba való belépésük idején már számos elképzelésük van a világ jelenségeiről. (Nem „tisztá lappal” érkeznek az iskolába a tanulók.)
- A tévképzetek tartósak, a hagyományos tanítási módszerekkel a tanulók jelentős hányadánál nem, vagy csak igen nehezen változtathatók meg.
- A tévképzetek széles körben elterjedtek korra, nemre, képességre és nemzeti-ségre való tekintet nélkül. (A spanyol és az angol gyerekek hasonló téves elképzelésekkel gondolkodnak az oldódásról, és ezek a hibák a magyar diákok esetében is előfordulnak.)
- A tanulók elképzelései gyakran párhuzamba állíthatók a tudomány történetében korábban elfogadott, de mára már meghaladott nézetekkel. („A föld lapos.”)
- A tévképzetek változatos forrásból származhatnak: hétköznapi tapasztalatok, hétköznapi nyelv, szociális környezet, oktatás. (pl.: „A cukor felolvad a teában.”) (Korom, 2005)⁴

⁴ Az Irodalmi áttekintés alapján képezzük az általam írt TDK dolgozatok.

3. A kémiai és fizikai fogalmak beépülésének mérése

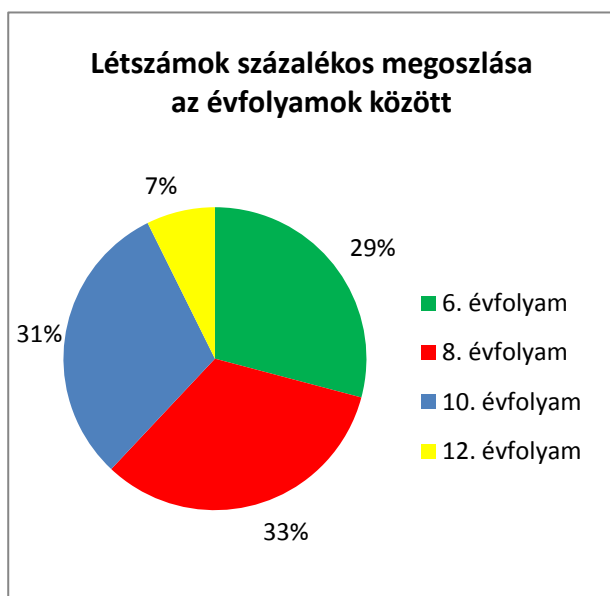
3.1 A minta

A kutatásban négy korosztály ismereteit vizsgáltam. 6. 8. 10. és 12. évfolyamon tanuló diákok tudását mértem fel.

A célcsoportok választásában a következő szempontok voltak hangsúlyosak. A 6. osztályos diákok még nem tanultak kémiát és fizikát. Ezért e fogalmakkal kapcsolatos tudásuk még csak a környezetismeret és a természetismeret órákon tanultakon, illetve otthon, vagy más informális forrásból (pl. média) hallottakon alapulhatnak. A 12. évfolyamra azért esett a választás, mert ők birtokolhatják leginkább a középiskolában megszerezhető kémiai, fizikai fogalmi ismeretek „teljességét”. A 8. és 10. évfolyam pedig azért került a mintában szereplő évfolyamok közé, hogy részletesen lehessen vizsgálni a diákok válasza alapján, hogyan fejlődnek a fogalmak az életkorral. Ezen korosztályokhoz közeli életkorú (15 éves) tanulók alkalmazható tudását méri a PISA is.

A mintába került osztályok és tanulócsoporthoz kiválasztásában a témavezetőm és több csoporttársam is segített. Így viszonylag nagyméretű adatbázis került birtokomba, és ez az ország több települését is lefedi. Ennek részletes kifejtése a 3. mellékletben olvasható.

A kérdőíveimet összesen 1037 diák töltötte ki. A tanulók évfolyamonkénti megoszlását a 2. ábra mutatja. A végzős évfolyam létszáma sokkal kisebb a másik három korcsoportéhoz képest. Ennek az oka, hogy a 12. osztályos diákok elsősorban akkor találkoznak kémiát tanító pedagógussal, ha fakultációra járnak. Azonban ha csak ilyen végzős diákok lennének ebben a vizsgált csoportban, akkor a kapott eredmény természetesen nem tükrözné a végzős tanulók



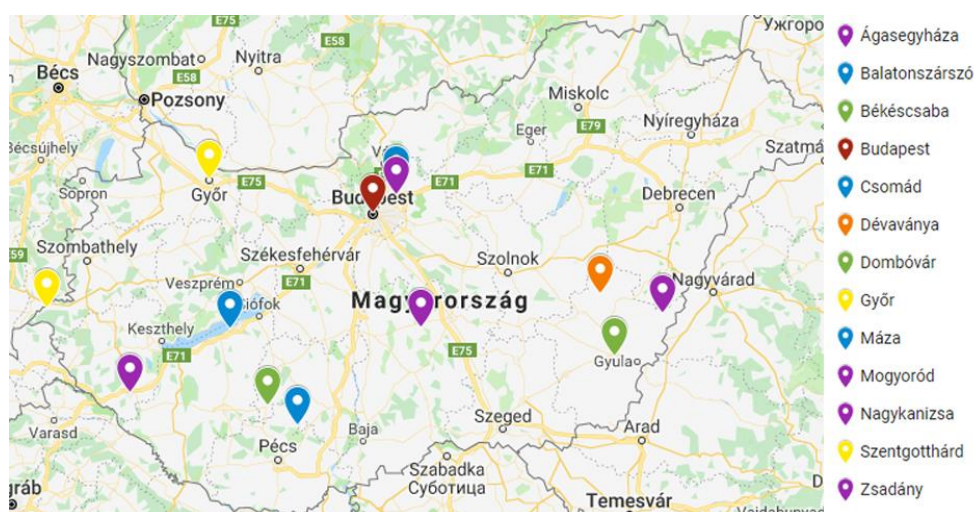
2. ábra • Létszámok százalékos megoszlása az évfolyamok között

tudását, hanem csak a kémiával intenzíven foglalkozókról közvetítene információt. Ezért nem csak kémia fakultációra járó 12. osztályos diákok töltötték ki a kérdőívet, hanem ké-

miát már nem tanulók is. (A tanulók közül 27 fő jár kémia fakultációra egy budapesti gimnáziumban. 29 fő gimnáziumban tanul, de nem jár kémia fakultációra. 20 fő egy vidéki szakgimnáziumban tanul, de már nem tanul kémiát.)

- 6. évfolyam: 302 fő
- 8. évfolyam: 341 fő
- 10. évfolyam: 318 fő
- 12. évfolyam: 76 fő

A vizsgált korosztályban fővárosi és vidéki diákok egyformán szerepelnek. Összesen 13 település, 19 iskolájában töltötték ki az általam összeállított kérdőíveket (amelyek nagyobb részét a tanulók tudását vizsgáló feladatok tették ki).



3. ábra • Települések, ahonnan a kitöltött kérdőíveket postázták

A 3. ábrát a **Google MyMaps** segítségével készítettem el. Az ábrán látható térképen azt a 13 települést jelöltem, ahonnan a kitöltött kérdőívek érkeztek. A településeket más-más színnel jelöltem, annak megfelelően, hogy az adott településről mennyi visszakapott kérdőívvel dolgoztam.

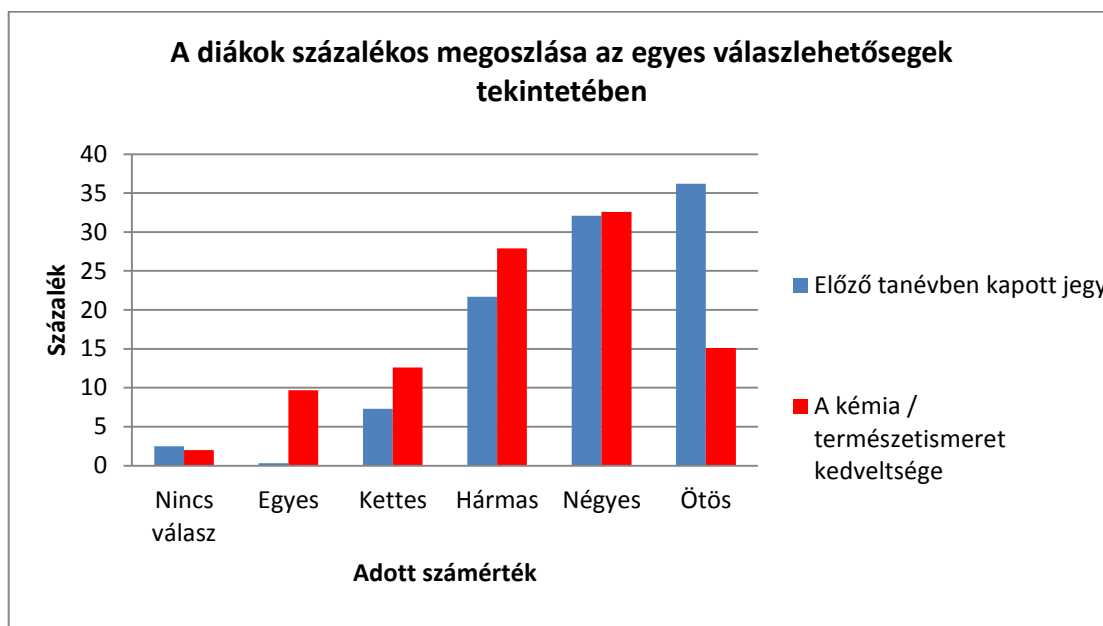
- Piros: 300-nál több kérdőívet küldő település.
- Narancssárga: 100-nál több kérdőívet küldő település.
- Citromsárga: 80-99 kérdőívet küldő település.
- Zöld: 60-79 kérdőívet küldő település.
- Kék: 40-59 kérdőívet küldő település.
- Lila: 20-39 kérdőívet küldő település.

Látható, hogy (bár a minta területi eloszlása nem reprezentatív) az ország különböző pontjairól kaptam kitöltött kérdőíveket.

A nemek közötti megoszlás közel áll az 50-50%-hoz. Így ilyen téren sincs nagy aránytalanság a mintában.

- Fiú: 47,1%
- Lány: 50,1%
- Nem válaszolt: 2,8%

Sokkal érdekesebb viszont, hogy a vizsgálatban tevékenyen részt vevő diákok mennyire kedvelik a kémiát, a természetismeretet, és hogyan teljesítettek az előző tanévben. A kérdőív végén ilyen jellegű kérdések is találhatóak (ld. 1. és 2. melléklet). A 4. ábrán látható, hogy a legrosszabtól a legjobb érdemjegy felé haladva nő a válaszadók száma, és az ötös érdemjegyet szerzők voltak a legtöbben. (Ez önmagában is azt sugallja, hogy a minta nem reprezentatív.) Ugyanakkor a kedveltség terén nem mutatkozik ezzel párhuzamos, növekvő tendencia. Ha a diagramot alaposan szemügyre vesszük, akkor egy érdekes megfigyelést tehetünk: az ötös osztályzatot szerzők sokkal többen vannak (kétszer annyian), mint akik a legjobban kedvelik a kémiát. Ennek egyik oka az lehet, hogy az ötösök között sokan vannak azok, akiknek csak valamilyen külső kényszer (pl. szülői elvárás, egyetemi felvételi) miatt „muszáj” a legjobb érdemjegyet megszereznie ezekből a tantárgyakból. A belső motiváció hiánya pedig nagyban ronthatja a tantárgy kedveltségét.



4. ábra • A diákok viszonya a kémiához

Az összefüggések részletesebb elemzéséhez az *SPSS*⁵ nevű szoftvert használtam. E programmal keresztábrák (crosstabs) alkalmazásával ugyanis több kapcsolatot lehetett alaposabban is megvizsgálni.

⁵ A szoftver teljes neve: *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, IBM SPSS®

A jegyek megoszlása az évfolyamok tekintetében az alábbiak szerint alakult. A 6. évfolyamos diákok körülbelül 78%-a 4-es vagy 5-ös érdemjegyet vitt haza természetismeretből. A következő korosztályban enyhe romlás figyelhető meg a teljesítményben, ugyanis a 8. évfolyam esetén kémiából 4-est és 5-öst összesen a tanulók 61%-a kapott. Ez arra utalhat, hogy kémiából már nehezebb jó jegyeket szerezni, mint természetismeretből, hiszen a kémia tantárgyi követelményei mennyiségükben is nagyobbak, és az elvárt absztrakciós szint is magasabb. Ezt követően azonban az életkor emelkedésével ismét növekedést tapasztalhatunk. (Föltehetően ez az általános iskolából a középiskolába történő felvételi folyamat során megvalósuló szelekciónak is köszönhető.) A 10. évfolyamosok 69%-a, míg a 12. évfolyamosok 80%-a nyilatkozott úgy, hogy az előző tanév végén 4-est vagy 5-öst kapott kémiából. (A teljes mintában átlagosan 70%-ban kaptak ilyen osztályzatokat a tanulók, ami nyilván szintén nem tekinthető tipikusnak.) A 8. évfolyamosok körében kiugróan sokan szereztek 2-es vagy 3-as osztályzatot, és elégtelen is előfordult. Pedig ha egy tanuló már a kezdeteknél rosszul teljesít, nem érti meg az alapvető fogalmakat, akkor nem meglepő, ha később sem ér el jó eredményeket, esetleg nem kedveli a tantárgyat. Ennek következménye viszont az lehet, hogy az iskolai tanulmányai idején nem tud elegendő alkalmazható tudást összegyűjteni.

A 4-es és 5-ös osztályzatok tehát nagyon nagyszámban fordultak elő a mintában. Ennek valószínűleg az az oka, hogy a lelkes és elkötelezett, a kémiát megszerettetni igyekvő tanárok az átlagosnál nagyobb arányban töltették ki a kérdőíveimet. Ezt a bukások száma is alátámasztja. Az Oktatási hivatal⁶ honlapja alapján, a diákok összlétszámának átlagosan:

- 6,28%-át teszi ki a félév értékelésénél, minősítésénél egy vagy több tantárgyból elégtelen (1) osztályzatot kapott tanulók száma;
- 0,59%-a kémiából bukott.

Ezek alapján a mintában körülbelül 6 főnek kellett volna bukást jelölnie. Ez abszolút értékben közel áll a mért 3 főhöz, de arányaiban a kétszerese annak.

⁶ <https://www.kir.hu/kir2esl/Kimutatas/VeszelyeztetettTanulokTerIdoFeladatMegoszlásban>
(Utolsó letöltés: 2019. 03. 21.)

1. táblázat • Az előző tanévben kapott természetismeret, illetve kémia érdemjegyek a különböző évfolyamokon

| Évfolyam | Jegyek | | | | | Összes válaszdó |
|---------------|--------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 6. | 0,0% | 4,7% | 16,6% | 32,5% | 46,1% | 100% 295 fő |
| 8. | 0,9% | 10,8% | 27,5% | 34,1% | 26,6% | 100% 334 fő |
| 10. | 0,0% | 8,0% | 22,8% | 32,2% | 37,0% | 100% 311 fő |
| 12. | 0,0% | 1,4% | 18,1% | 31,9% | 48,6% | 100% 72 fő |
| Összes | 0,3% 3 fő | 7,5% 76 fő | 22,2% 225 fő | 32,9% 333 fő | 37,1% 375 fő | 100% 1012 fő |

A természetismeret és a kémia kedveltsége a mintában kiugróan magas. A 6. évfolyamosok körében a tanulók 67%-a jelölt be 4-es vagy 5-ös értéket az 1-5 közötti ötfokú Likert-skálán, míg a többi évfolyam esetén 35-45% körül mozgott az ilyen válaszok aránya. A végzősök esetén is igaz, hogy az országos átlaghoz képest magas a 4-es 5-ös érték. Ennek valószínűsíthető oka, hogy arányaiban az országos átlagnál jóval több kémia fakultációs diák van a mintában, akik föltehetőleg ezzel a tárggyal szeretnének a későbbiekben is foglalkozni, vagy legalábbis használni akarják az ott megszerzett tudást a felsőfokú tanulmányaik során. A természettudományos tantárgyak terén végzett attitűdvizsgálatok már régóta foglalkoztatják a kutatókat. A reprezentatív mintán végzett vizsgálatok eredményei szinte mindig azonosak: a természettudományos tárgyak a kedveltségi rangsor végén állnak, a legkevésbé kedvelt pedig hol a fizika, hol a kémia. Egy ilyen mérés adatai (*5-fokú skálaátlagok*):

- Kémia: 3,1 (ált. isk.) 3,0 (gimnázium)
 - Fizika: 3,2 (ált. isk.) 2,8 (gimnázium)
 - Biológia: 3,8 (ált. isk.) 3,6 (gimnázium)
 - Természetismeret: 3,9 (ált. isk.) –
 - Informatika: 3,91 (ált. isk.) 3,57 (gimnázium)
 - Angol: 3,77 (ált. isk.) 4,28 (gimnázium)⁷
- (Chrappán, 2017)

⁷ <http://www.matud.iif.hu/MaTud-2017-11.pdf> (Utolsó letöltés: 2019. 03. 21.)

2. táblázat • Mennyire kedvelik önbevallás alapján a diákok a kémia/természetismeret tantárgyat?

| Évfolyam | Természetismeret / kémia kedveltsége | | | | | Összes válaszadó |
|----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 6. | 4,1% | 4,7% | 24,0% | 45,9% | 21,3% | 100% 296 fő |
| 8. | 9,9% | 14,1% | 30,6% | 32,1% | 13,2% | 100% 333 fő |
| 10. | 12,8% | 19,2% | 32,6% | 24,3% | 11,2% | 100% 313 fő |
| 12. | 21,6% | 13,5% | 18,9% | 25,7% | 20,3% | 100% 74 fő |
| Összes. | 9,9% 101 fő | 12,9% 131 fő | 28,4% 289 fő | 33,3% 338 fő | 15,5% 157 fő | 100% 1016 fő |

3.2 A tévképzetek alakulását vizsgáló feladatlapok felépítése és kérdései

A kérdőívek nagyobb részét a tanulók tudását vizsgáló feladatok tették ki. A kutatásom az alapvető fizikai és kémiai fogalmak közül az általam leglényegesebbeknek tartotakra korlátozódik. Azért ezeket a témákat választottam, mert ha ezek tévesen rögzülnek, akkor nem lehet rájuk alkalmazható tudást építeni a későbbiek folyamán. E fogalmakat a diákoknak már általános iskolában el kell(ene) sajátítani. Viszont a szakirodalom és a saját korábbi tapasztalataim szerint ez sajnos nem minden esetben sikerül.

Az alapvető fogalmak a következők:

- halmazállapot-változás, oldódás 4., 6., 7a., 7b. kérdések
- égés 5. kérdések
- a víz szerkezete 7c. kérdések
- a részecskék világa (atomok, molekulák...) 1., 2., 3., 8. kérdések
- tömegszázalék-számítás 9., 10., 11. kérdések

Az előző fejezetben több példán keresztül bemutatam a vonatkozó szakirodalomból kigyűjtött gyakori téves elképzeléseket. Az együttműködő tanárokkal való kommunikációban következetesen és szándékosan „kérdőíveknek” nevezett feladatlapok tanulók tudását vizsgáló kérdéseit ezeket felhasználva állítottam össze. Az így született feladatlapok az 1. és 2. mellékletben, tehát „kérdőívek” címmel láthatók. A 6. osztályosoké bizonyos részletekben eltér a többi korcsoportétól. Ennek oka az, hogy ők még nem minden fogalmat ismertek, tanultak.

A feladatlapok felépítése:

- Az első nyolc kérdésben tévképzetek meglétét vagy hiányát vizsgáltam, a szakirodalmi összefoglaló és az előzetes kutatásaim alapján.
- A 9., 10., 11. kérdésekre adott válaszokból pedig azt akartam megtudni, hogy a diákok mennyire eredményesen tudnak számolni, ha egy kémiai kontextusba helyezett számolási példáról van szó, és nem a matematikaórán találkoznak ezekkel a feladattípusokkal.

A feladatlapok első öt feladata „igaz – hamis” jellegű eldöntendő kérdés. Az állítások mindegyike egy-egy, a szakirodalomból jól ismert tévképzetet fogalmaz meg, és a tanulóknak azt kell megállapítani, hogy igaz vagy hamis az állítás, majd indoklással kell alátámasztani válaszaikat.

1. „A jég molekulái kemények és fagyottak.” (Lee, 1993)
2. „Az atomok azért mozognak, mert élnek.” (Griffith 1989)
„A levegő él. A levegő mindig ki akar terjedni mindenhová.” – Sere (1986)
3. „A száraz levegő nehezebb, mint a nedves levegő.” (Tóth, 2016)
4. „A tojássütés fagyás, mert folyékony halmazállapotú anyagból szilárd halmazállapotú anyag keletkezik.” (Tóth, 2002)
5. „Égés során az anyag egy része eltűnik, és hamu marad vissza.” (Tóth, 2002)
„A magnézium kétféle részecskéből áll: az egyik égéskor elillan, a másik visszamarad, mint MgO.” (Tóth, 2002)

A hatodik feladat arra a téves gondolatra épül, hogy: „A forrásban lévő vízből felszálló buborékok csak levegőt tartalmaznak.” (Osborne, 1983)

A hetedik feladatban fogalmak között kell különbséget tenni a diákoknak Az első (olvadás és oldódás) és a harmadik (nehésvíz és keményvíz) fogalompár felcserélése, illetve összemossa már szintén „jól ismert” tévképzetnek minősül. A második fogalompár (párolgás és forrás) összetévesztésével azonban eddig nem találkoztam a szakirodalom tanulmányozása során. Viszont számomra nem volt evidens, hogy a párolgás és a forrás közötti különbséget a diákok meg tudják-e fogalmazni. Ezért úgy véltem, hogy az erre a kérdésre adott válaszok elemzése is nagyon érdekes eredményre vezethet. A nehésvíz és keményvíz megkülönböztetése nem szerepel a 6. évfolyamos feladatlapban. Ennek oka az, hogy számukra e fogalmak még ismeretlenek, nagy valószínűséggel nem is hallottak róluk. Így csak fölösleges stresszfaktor lett volna, ha ezek megjelentek volna a feladatsorukban.

- a) Olvadás és oldódás: „Az olvadás és az oldódás ugyanazok a folyamatok.”
(Lee, 1993)

b) Párolgás és forrás

c) Nehézvíz és kemény víz: „A nehézvíz ugyanaz, mint a kemény víz.” (Tóth, 2002)

A nyolcadik feladatban lévő tévképzetnek is nagy jelentősége van. Több kutató dolgozott már rajta, hogy feltérképezze: „Mi található a levegő részecskéi között?” a diákok elképzelése alapján. Ezzel a kérdéskörrel pár évvel ezelőtt a MTA-ELTE Kutatásalapú Kémia tanítás Kutatócsoport segítségével már egyszer foglalkoztam (Menkó, 2016).

- „Az atomok és molekulák közötti tér nem üres.” (Kind, 2004)
- „A molekulák és az atomok közötti teret levegő tölti ki.” (Kokotas, 1998)
- „A részecskék közötti térben pára és oxigén van, vagy valamilyen szennyeződés.” (Novick, 1978)

A 9. 10. és 11. kérdés a 7c. kérdéshez hasonlóan csak a 8., 10. és 12. évfolyam feladatsorában kapott helyet. Ennek oka szintén a vonatkozó kerettantervben található. A 6. osztályos diákok iskolai keretek között még nem tanultak semmit a százalékszámításról (ld. 4. melléklet). Így tőlük még nem várható el, hogy megoldják ezeket a feladatokat. Viszont a többi korcsoportban nem lenne szabad problémát okozni ezeknek a kérdéseknek. A számolási feladatok fokozatosan nehezednek, de nem jelentős mértékben. Az 9. feladat egy a Mozaik kiadó által kiadott 6. osztályos matematika tankönyvi példa, a következő szintén a Mozaik kiadó által kiadott 9. osztályos kémia tankönyvben található meg. Az utolsó példa pedig az MTA-ELTE Kutatásalapú Kémia tanítás Kutatócsoport által alkotott egyik feladatsorból származik, amelyet 7. évfolyamos diákoknak állítottak össze.

3.3 A kérdések relevanciája a kerettantervek és tankönyvek alapján

A vonatkozó kerettantervek a vizsgált fogalmak tanítását több helyen is előírják. Az egyes előfordulásokhoz tartozó megfogalmazásokat részletesen az 5. melléklet tartalmazza.

A feladatlapokban lévő első, a kerettantervek által is alapvetőnek tekintett fogalomkör a halmazállapot-változás. A hozzá tartozó a fogalmakkal (pl. olvadás, fagyás) az idősebb tanulók már többször találkoztak. Ezek ugyanis megjelennek az 5-6. évfolyam természetismeret kerettantervében és a 7-8. évfolyamos kémia kerettantervben is. Hasonlóképpen az oldódás és az égés fogalomkörök is megtalálhatók mindkét kerettantervben. A kemény víz és nehézvíz, illetve az anyag részecsketermészete és a tömegszázalék-számítás pedig a 7-8. évfolyamos kémia kerettantervben fordulnak elő. Utóbbinak az egyik (és bi-

zonyára a legfontosabb) oka az, hogy a diákok általában a 6. évfolyamon tanulják matematikából a százalékszámítást, ezért korábban nem is állnának ehhez rendelkezésre a matematikai alapok. A másik oka pedig az, hogy (míg a többi fogalom az alapvető természetismeret fogalmak közé sorolható), ez kimondottan kémia specifikus. A feladatlap példáit tehát e szempontok alapján állítottam össze.

Jelenleg az iskolák számára a fenntartó által ajánlott, jutányos áron megvásárolható, így a legelterjedtebb tankönyvcsalád az Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet (OFI) által kiadott tankönyvekből áll. Ezért annak érdekében, hogy kiderüljön, a diákok pontosan mit is tanulnak, érdemes megvizsgálni, hogy e tankönyvekben és munkafüzetekben milyen kontextusban fordulnak elő az adott fogalmak. Így a kerettantervi tartalmaktól részletesebb képet kaphatunk arról, hogy a fogalmakkal milyen kontextusban (szövegrészekben, feladatokban és kérdésekben) találkozhatnak a diákok. A vizsgálatban az 5. osztályos természetismert tankönyvet és munkafüzetet, illetve a 7. osztályos kémia tankönyvet vettem figyelembe. (A 7. osztályos kémia munkafüzet nem tartalmazott a többitől eltérő új típuskérdést, ezért nem hivatkozom rá.)

Ha megnézzük a természetismert tankönyvek tartalomjegyzékének vonatkozó fejezetét (5. ábra), máris jól látható, hogy nagy az átfedés a vizsgált csoportok számára összeállított feladatlapok kérdései és a tankönyvek tartalma között. Ez nem véletlenül van így. Mivel az alapvető fogalmak fejlődését akartam kutatni, ezért első feladatomban azt tekintettem, hogy megvizsgáljam, mit is tanulnak az ilyen korú diákok az iskolában. A feladatlapot pedig e tapasztalatok alapján állítottam össze. A régebbi kiadású természetismeret tankönyvekben ilyen tartalmú fejezet nem található meg. Azokban a könyvekben csak földrajzi és biológiai ismeretekkel találkozhatnak a diákok.

| Kropog Erzsébet és mtsai. | |
|---|----|
| I. Az anyagok világa | |
| 9 | |
| 1. Az anyagok jellemzése | 10 |
| 2. Az anyagok összetétele | 12 |
| 3. Az anyagok halmazállapota | 14 |
| 4. Környezetünk anyagai: a levegő | 16 |
| 5. Az égés | 18 |
| 6. Tűzvédelem és tűzoltás | 20 |
| 7. Környezetünk anyagai: a víz | 22 |
| Magyar óriások (Olvasmány) | 24 |
| Hasznos weboldalak (Kiegészítő anyag) | 25 |
| Összefoglalás | 26 |
| Horváth Miklós és mtsai. | |
| Anyagok és változások a környezetünkben | 39 |
| Bevezetés | 40 |
| Miből vannak a testek? | 41 |
| Mivel jellemezhetők a testek? | 44 |
| Mérések, feladatok | 46 |
| Keverékek és oldatok | 48 |
| Kísérletek, megfigyelések | 51 |
| A hőmérséklet és mérése | 53 |
| A halmazállapot-változások és a hőmérséklet változása | 55 |
| Kísérletek, megfigyelések | 58 |
| Égés és tűzoltás | 60 |
| Veszélyes anyagok, biztonsági eszközök | 62 |
| Kísérletek, megfigyelések | 64 |
| Rendszerezzük ismereteinket! | 67 |

5. ábra • OFI által kiadott Természetismert 5. osztály tankönyvek tartalomjegyzéke⁸

Ha az eddig leírt fogalmi sorrendet követem, akkor ez első vizsgált fogalom a halmazállapot-változás. A természetismert tankönyvek az ide tartozó fogalmak mindegyikét definiálják, és az egyik könyv a folyamatot az alábbi ábrával is szemlélteti (ld. 6. ábra), ezzel segítve a megértést.

- „Az **olvadás** az a folyamat, amikor egy szilárd halmazállapotú anyag cseppfolyóssá alakul.”
- „A **párolgás** az a folyamat, amikor egy folyékony halmazállapotú anyag felülete légneművé alakul.”
- „A **lecsapódás** ezzel ellentétes változás, egy légnemű anyag folyékonyvá válása.”
- „A **forrás** az a folyamat, amikor a folyadék belsejében is megindul a párolgás, a buborékok képződése.”
- „A **fagyás** az a folyamat, amikor egy folyékony halmazállapotú anyag szilárd halmazállapotúvá alakul.” (5. osztályos természetismeret tankönyv 15. oldal)⁹

⁸ Horváth Miklós és mtsai. (2013): Természetismeret tankönyv 5, Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet, Budapest

Kropog Erzsébet és mtsai. (2016): Természetismeret tankönyv 5, Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet, Budapest

⁹ A természetismert tankönyvekből (munkafüzetekből) származó összes idézet és ábra a Kropog Erzsébet és mtsai. által szerkesztett tankönyvből (munkafüzetből) származik. A kémia tankönyvekből származó összes idézet és ábra Albert Attila és mtsai. által szerkesztett tankönyvből származnak.



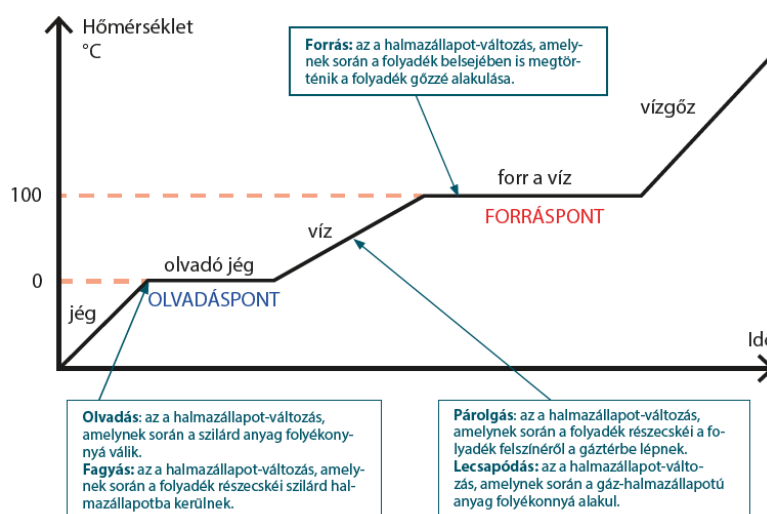
6. ábra • Halmazállapot-változások (5. osztályos természetismeret tankönyv 15. oldal)

A feladatlapok hatodik kérdése azt vizsgálja, hogy a diákok tudják-e, mi van a forrásban levő víz buborékaiban. A természetismert tankönyvben a forrás definiálása során erre a kérdésre is választ ad a tankönyv szerzője:

„Ha még tovább melegítjük a vizet, apró, vízgőzből álló buborékok jelennek meg az edény falánál, majd a folyadék belsejében is. Melegítés hatására a részecskék már a folyadék belsejében is gőzzé alakulnak. Más szóval a víz forni kezd.” (ld. Természetismeret tankönyv 15. oldal)

Arra a kérdésre, hogy „Mi a különbség a párolgás és a forrás között?” is fellelhető a természetismert munkafüzetben a válasz (ld. 14. oldal 1.b feladat).

Ezek a fogalmak a kémia tankönyv elején is szerepelnek, de itt már a folyamatok hőszínezetét is részletesen tárgyalják a tankönyv írói.

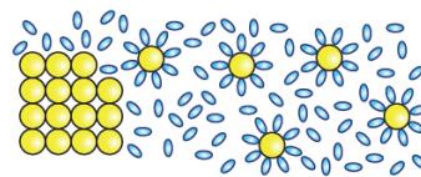


2.3.2. A víz hőmérséklet-változása

7. ábra • Halmazállapot-változások (7. osztályos kémia tankönyv 25. oldal)

A következő vizsgált fogalom az oldódás. A természetismeret tankönyv a vízről szóló fejezeten belül definiálja az oldatokat. „Az oldatok oldószerből és oldott anyagból álló keverékek.” (ld. tankönyv 22. oldal). A munkafüzet pedig rá is kérdez arra, amire az általam szerkesztett feladatlap is: „Mi a különbség az oldódás és az olvadás között?” (ld. munkafüzet 21. oldal 1.b feladat). A természetismert tankönyv érthető okokból ennél sokkal részletesebben nem ír róla. Azonban a kémia tankönyv már részletesen kifejti az oldódás mechanizmusát (természetesen az adott korosztály fogalmi szintjének megfelelően):

„Az oldatok oldószerből és oldott anyagból álló keverékek. Az oldódás fizikai változás, amely során az oldószer és az oldandó anyag részecskéi elkeverednek egymással. Az anyagok különböző oldószerekben különböző mértékben oldódnak. A leghétköznapibb oldószereink a víz, gyakran használt zsíroló szer pedig a benzin. Az oldódás mindig energiaváltozással jár.” (ld. tankönyv 28. oldal)



2.4.2. Az oldódás folyamata

8. ábra • Oldódás folyamata
(Kémia tankönyv 27. oldal)

A 6. évfolyam feladatlapján az égésre vonatkozó kérdés más, mint a többi korcsoport számára készült, ennek megfelelő feladat (mivel a 6. évfolyamos diákok még valószínűleg nem láttak magnéziumot). Magával az égés fogalmával azonban iskolai keretek között is találkoztak már. Ez onnan is látható, hogy mindkét, 5. osztályos természetismeret tankönyv tartalomjegyzékében szerepel a fogalom (ld. 5. ábra), mégpedig egy teljes lecke az égésről szól. Az Albert Attila és

Kísérlet

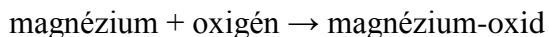
Kis darab magnéziumot fogjunk fémcsipeszbe és tartsuk lángba! Figyeljük meg az égését, majd hasonlítsuk össze az égésterméket a kiindulási fémmel!




2.2.3. A magnézium égése. A magnézium vakító fénnel elég, fehér, porszerű magnézium-oxidá alakul

9. ábra • Magnézium égése kísérlet leírás
(Kémia tankönyv 22. oldal)

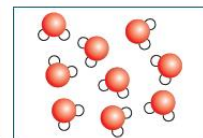
mtsai.¹⁰ által szerkesztett Kémia 7. tankönyvben pedig megtalálható maga a feladatlapon leírt kísérlet is. Vélelmezhető, hogy több diák a kémiaórán végzett tanári demonstrációs kísérlet során szemtanúja is lehetett a változásoknak. (Bár az is igaz, hogy sajnos sok iskolában nincs lehetősége a tanulóknak kísérleteket látni, illetve végezni.) E kísérlet azért is jelentős, mert sokszor általa szemléltetik a kémiatanárok az „egyesülést”. Több tankönyvben (pl.: a Mozaik Tankönyvkiadó és az OFI kémia tankönyvei) fellelhető a reakció ún. szóegyenlettel történő leírása:



Az egyenletben is jól látható, hogy csak egyféle termék keletkezik, és nincs ami „elillan”. Ezzel szemben, ha valamilyen szerves anyagot égetünk, akkor ott keletkezik szén-dioxid-gáz és vízgőz, amelyek tényleg „elillannak”. Feltehetően ebből származhat ez a tévképzet (mint ahogy a kémiatörténet során fontos negatív szerepet játszó – és valójában nem létező, az égés során eltávozó anyagot elképzelő – flogiszonelmélet is).

¹⁰ Albert Attila és mtsai. (2015): Kémia tankönyv 7, Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet, Budapest

A vízkeménység és a nehézvíz fogalmát is csak az idősebb tanulók ismerik. A kémia 7-8. évfolyamos kerettantervében¹¹ megtalálhatók ezek a fogalmak, de komolyabban csak a középiskolában foglalkoznak velük.



4. A víz és belső szerkezete

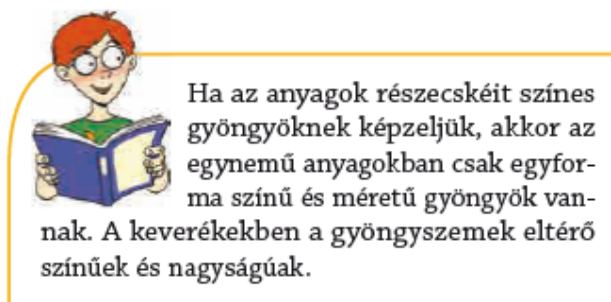
10. ábra: Víz szerkezete
(Kémia tankönyv 12. oldal)

Például az OFI által kiadott 7. osztályos kémia tankönyv a deutérium bemutatásánál említi meg a nehézvizet: „deutérium – A nehézvíz alkotója. A nehézvizet atomerőművekben használják neutronlassítóként.”

A 9-10. évfolyamos „B” kerettanterv-változatban ezek a fogalmak nagyobb hangsúlyt kapnak:

- „Információk a hidrogénbombáról, a nehézvízről és felhasználásáról, ...”
- „A vízkeménység, a vízlágyítás és vízkőoldás, ...”
- „Szappanok habzásának függése a vízkeménységtől és a pH-tól...”

A következő típusú kérdések a részecskemodell ismeretét és használatának képességét mérik fel. Ezzel már a 6. évfolyamos természetismert tankönyvben is találkozhatunk. A szöveg nagyon rövid magyarázatot ad az érdeklődés felkeltése céljából. Ellenben ez a magyarázat annyira hiányos, hogy a nem megfelelő kiegészítés melegeggya lehet például az olyan, gyakori téves elképzeléseknek, mint hogy a kénatomok sárga színűek.



11. ábra • Tananyaghoz tartozó érdekesség Halmazállapot-változások (Természetismeret tankönyv 12. oldal)

A tankönyvíró (nagyon helyesen) nem várja el, hogy a tanulók korábbi ismereteikre építve már tudják használni a részecskemodellt. Így többször is elmagyarázza, hogyan gondolkodhatnak annak segítségével. Több ábrán is bemutatja, hogyan néz ki a folyamat makroszkopikusan, és hogyan képzelhető el részecskemodellben gondolkodva. Ez a szemléltetés nagyon hasznos. Ilyen életkorban ugyanis a diákok már kellően fogékonyak a modellek befogadására, de az absztrakciós képességeik még nem feltétlenül engedik meg, hogy önállóan alkalmazni is tudják azokat (Piaget, 1970). Azonban a hiányos ismereteik

¹¹ „A” kerettantervben. http://kerettanterv.ofi.hu/02_melleklet_5-8/index_alt_isk_felso.html (Utolsó letöltés: 2019. 04. 02.)

miatt a tévképzetek a tanulás folyamán is kialakulhatnak. „Az atomok kemények, mint a biliárdgolyó.” (Wheeler, 1978)



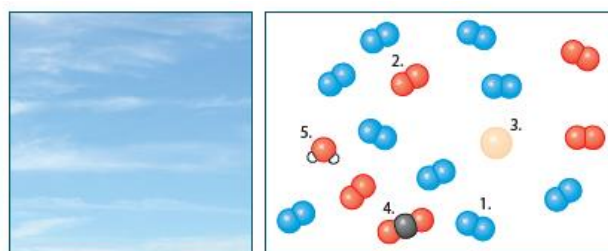
12. ábra • Vízkő képződés szemléltetése (Természetismeret 5. tankönyv 12. oldal)

A részecskemodellhez szorosan tartozik a feladatlapok 8. számú feladata: „Mi van a levegő részecskéi között?”. Erre is találunk utalásokat a Természetismeret 5. tankönyvben. Bár konkrét kérdés-ként nem fogalmazódik meg, leírás és ábra is látható a tankönyvben.

A levegő nyomása

A gázokban a részecskék azért mozoghatnak szabadon, mert távol vannak egymástól, sok közöttük az üres hely.

13. ábra • Mi van a levegő részecskéi között? (Természetismeret tankönyv 16. oldal)



1.3.5. A levegő részecskéi: 1. nitrogén; 2. oxigén; 3. argon; 4. széndioxid; 5. víz

14. ábra • Mi van a levegő részecskéi között? (Kémia 7. tankönyv 13. oldal)

Az oldaltok töménységének meghatározása része a 7. osztályos kémia tananyagának. Ennek alapját képezi a 6. osztályban matematikaórán megszerzett tudás: „A százalék fogalmának megismerése gyakorlati példákon keresztül. Az alap, a százaléktört és a százalékláb értelmezése, megkülönböztetése. Egyszerű százalékszámítási feladatok arányos következtetéssel.” (Nat, 2012).

Annak ellenére, hogy a (nem 6. osztályos) tanulók nagy része már matematikaóra keretében minden bizonnyal ügyesen tud megoldani százalékszámítással kapcsolatos feladatokat, e tudás kémiaórán való alkalmazása nem feltétlenül akadálytalan, mivel nem biztos, hogy megvalósul a két különböző tantárgy közötti tudástranszfer.

A tanulók a kémiai számításokat általában nem szeretik, többnyire haszontalannak is tartják.¹² Ez komolyan akadályozza a számolási feladatok megoldását. Sokszor éppen ezek miatt érzik a diákok nehéznek a kémiát. Ismeretes egy olyan felmérés, mely kimutatta, hogy a diákoknak kevesebb mint 9%-a kedveli a számolási példákat (Sebestyén, 2017). Le kell azonban szögeznünk, hogy a diákok ellenérzéseivel szemben is szükség van a kémiaoktatásban a számolási feladatok megoldására, mint azt az alább idézett felsorolás is mutatja. A kémiai számítások három fő célja:

- „Konkrét témakörökhöz tartozó tudásterület fejlesztése.”
- „A tanulók problémamegoldó kompetenciájának fejlesztése.”
- „Rutin elsajátítása (vizsgákra, versenyfeladatokra való felkészülés)”. (Sebestyén, 2017)

3.4 Kutatási kérdések és hipotézisek

Kutatásom több témakörben is vizsgálja, hogy a diákok hogyan gondolkodnak, helyesen tudják-e alkalmazni az általam vizsgált fogalmakkal kapcsolatban elsajátított tudásukat. E témakörök mindegyike a fizika és a kémia tantárgyakból való. Velük kapcsolatban a következő kérdésekre keresem a választ:

1. Még relevánsak, vagy mára már „elavulttá” váltak a szakirodalomból jól ismert tévképzetek?
2. Az életkor előrehaladtával történik-e számottevő változás a tévképzetek előfordulásának gyakoriságában?
3. A tanulási folyamatok során keletkeznek-e újabb tévképzetek?

¹² Egy friss szakdolgozat eredményi alapján, a diákok által nem kedvelt munkaformák:

- „jegyzetelés, diktálás: a diákok 41,7%-a nem kedveli,”
- „számolás: a diákok 24,7%-a nem kedveli,”
- „elmélet, tanári magyarázat: a diákok 21,1%-a nem kedveli” (Vörös, 2018)

E mérés alapján látható, hogy a diákok negyede nem kedveli a számítási feladatokat a kémiaórán. http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/voros_eva_szakdolgozat_vegso_motivaci_attitud.pdf (Utolsó letöltés: 2019. 03. 18.)

4. Eredmények: A talált tévképzetek csoportosítása

A feladatlapokról idézett szövegrészeket formáján változást nem alkalmaztam. Ennek eredményeként az alábbi idézetek a tanulók által leírt módon, az eredeti helyesírási, fogalmazási és stilisztikai hibákkal együtt olvashatók.

4.1 A részecskeszemlélet kialakulása

4.1.1 Kemények-e a jég molekulái?

Az első állítás, amiről el kellett dönteniük a diákoknak, hogy igaz, vagy hamis:

1. „A jég molekulái kemények és fagyottak.”

Tartalmilag helyes válasz: „Hamis, mert a molekula szubmikroszkopikus részecske, míg a kemény és a fagyott makroszkopikus tulajdonság (halmaztulajdonság).”

Ezzel a feladattal arra kerestem a választ, hogy mennyire gondolják helyesnek a diákok, ha makroszkopikus tulajdonsággal ruházunk fel szubmikroszkopikus részecskéket. A tanulók 53,0%-a igaznak gondolta ezt az állítást, és sajnos csak a 44,4%-a jelölte hamisnak (2,6%-a nem adott választ). A magyarázatul kapott gondolatokat a következő táblázatban kategorizáltam és kódokkal láttam el.

3. táblázat • Az 1. kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása

| A kérdésre adott válasz | A válasz kódja | Relatív gyakoriság |
|---|----------------|--------------------|
| Nincs válasz | 0 | 38,7% |
| Bevallja, hogy nem hallott még a molekulákról | 1 | 1,3% |
| Csak a halmazról beszél | 2 | 1,6% |
| Igaz | 3 | 29,2% |
| Más makroszkopikus tulajdonsággal ruházza fel | 4 | 1,9% |
| Azonos molekulából épül fel a jég és a víz is | 5 (helyes) | 2,0% |
| Szubmikroszkopikus részecskének nem lehet makroszkopikus tulajdonsága | 6 (helyes) | 25,3% |
| Rácsszerkezetben helyezkednek el | | |
| Hőmérséklettől függ, hogy mennyire rezeg | | |

Azoknak a tanulóknak a 40,7%-a, akik igaznak jelölték a fenti állítást, nem tudta(vagy nem akarta) megmagyarázni, hogy miért is gondolja így, és csak 53,5%-a próbálkozott a véleményének a megindokolásával. Az állítást hamisnak gondolók 51,7%-a tudta helyes érvekkel alátámasztania választát, és 33,5%-a nem is próbálkozott ezzel.

A 3. táblázatban látható, hogy sok diák makroszkopikus tulajdonságokkal ruházta fel a részecskéket:

- „Igaz, mert hideg hatására megfagynak a molekulák.” (8. évf.)
- „Mert nem lehet puha és lágy, amikor maga test kemény és fagyott.” (8. évf.)
- „Nem mindig kemény és fagyott, mert a kemény és fagyott molekulák között mindig kell lennie olvadt molekulának.” (8. évf.)
- „Mert a molekulák megfagynak a hideg hatására.” (8. évf.)
- „A jég kemény és fagyott, így a molekulái sem lehetnek különbek.” (10. évf.)

A 6. évfolyamosok közül 13 diák állította, hogy még nem hallott a molekulákról, illetve 16 tanulóknak sikerült helyes gondolatokat a papírra vetni. A többi tanuló vagy semmit nem írt, vagy hibás választ adott. Általában ők is makroszkopikus tulajdonságokkal ruházták fel a molekulákat (halmazállapot, térfogat...):

- „A víz molekulái szabadok, de ha megfagy már nem mozog, szilárd lesz.” (6. évf.)
- „A molekulák összezsugorodnak.” (6. évf.)

A teljes minta 1,6%-a nem beszélt a részecskékről, csak magáról a halmazról, és a halmaztulajdonságokról írt:

- „Mert a jég fagyott és kemény.” (10. évf.)
- „Mert a jég maga nem puha/lágy.” (8. évf.)

Előfordultak más téves elképzelések is, ahol a diákok az általuk tanult fogalmakat próbálták beépíteni a már meglévő hibás rendszerükbe:

- „Megváltozik az atomszerkezetük.” (10. évf.)
- „A molekulák nem tudnak emiatt mozogni, míg olvadt állapotban igen.” (10. évf.)

A pedagógusok próbálják a szubmikroszkopikus, és ezért nehezen elképzelhető molekulákat közelebb hozni a diákokhoz. Ennek egyik módja a megszemélyesítés. Holott

ez eredményezheti, hogy így éppen az iskola falai között alakítják ki a tanulók a tévképze-
teiket:

- „Igen, mert fáznak.” (6. évf.)

Szerencsére több diák is volt, aki meg tudta magyarázni, miért hibás az állítás. Jól látható, hogy a helyes indoklások előfordulása elsősorban azok körében jellemző, akik már régebb óta tanulják a kémiát. Esetükben a téves gondolatok kisebb százalékban fordulnak elő. Azonban a fiatalabb tanulók között is vannak nagyon okosak, akik jól tudták megfogalmazni, hogy mi a hiba az állításban (ld.: 6. pont):

- „A molekulák nem fagyottak, csak nagyon közel állnak egymáshoz.” (10. évf.)
- „Nem, mert a molekuláknak nincs olyan tulajdonsága, hogy fagyott vagy kemény.” (10. évf.)
- „Nem a molekulák ilyen tulajdonságúak, hanem az anyag, amit alkotnak.” (10. évf.)
- „A fagyás nem a molekulára vonatkozik.” (10. évf.)
- „Halmaztulajdonság.” (10. évf.)
- „A molekulák nem tudnak halmazállapotot változtatni.” (6. évf.)

A helyes válaszokat következő négy különböző gondolat köré csoportosítottam:

1. *Szubmikroszkopikus részecskének nem lehet makroszkopikus tulajdonsága.*
Az ilyen jellegű válasz elsősorban a középiskolásokra jellemző. Ez nem meglepő, hiszen felismeréséhez szükség van kémiai tanulmányokra. Tudni kell, hogy melyek a halmaz tulajdonságai és melyek a részecskék tulajdonságai. A diákok 8,9%-a (92 fő) adott ilyen jellegű magyarázatot.
2. Voltak tanulók, akik a „*rácsszerkezetben való elhelyezkedéssel*” magyarázták meg a válaszukat. Itt nem derül fény arra, hogy a tanuló tudja-e, mi a halmaztulajdonság és mi az, ami nem. Ennek ellenére a feladat szövegét tekintve helyes a válasz. A diákok 11,1%-a (115 fő) adott ilyen indoklást.
3. Olyan diákok is voltak, akik a „*részecskék rezgésének hőmérséklettől való függésével*” magyarázták az adott jelenséget. Az ilyen jellegű indoklás szintén helyes. A diákok 5,3%-a (55 fő) adott ilyen magyarázatot.
4. A 8. évfolyamos tanulók körében megfigyelhető egy jellemzőgondolat, miszerint azonos a víz és a jég molekulája. A tanulók 2%-a (21 fő) írta ezt, akik közül 16 fő 8. évfolyamos.

A 4. táblázatnál jól látható, hogy az életkor előrehaladtával:

- csökken a választ nem adók (kód: 0) százalékos megoszlása (47,0%-ról 19,7%-ra)¹³;
- csökken az állítást hibásan helyeslő magyarázatok (kód: 3) százalékos megoszlása (39,4%-ról 22,4%-ra, bár nem olyan jelentős a csökkenés, mint az előbbi pontban, de mérhető.);
- a megfelelő indoklást adók (kód: 6) százalékos megoszlása pedig növekvő tendenciát mutat (5,3%-ról 56,6%-ra);
- szintén helyesen indoklás (kód: 5) jellemző a 8. évfolyamosok körében.

4. táblázat • Az 1. kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása évfolyamonként

| Évfolyam | 1. feladat | | | | | | | Összes válaszadó |
|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 6. | 47,0% | 4,3% | 0,3% | 39,4% | 3,0% | 0,7% | 5,3% | 100% 302 fő |
| 8. | 47,2% | 0,0% | 1,2% | 25,8% | 1,5% | 4,7% | 19,6% | 100% 341 fő |
| 10. | 26,1% | 0,0% | 3,8% | 24,8% | 1,6% | 0,9% | 42,8% | 100% 318 fő |
| 12. | 19,7% | 0,0% | 0,0% | 22,4% | 1,3% | 0,0% | 56,6% | 100% 76 fő |
| Összes | 38,7% 401 fő | 1,3% 13 fő | 1,6% 17 fő | 29,2% 303 fő | 1,9% 20 fő | 2,0% 21 fő | 25,3% 262 fő | 100% 1037 fő |

Megj.: A táblázat színekódja:

- kék: Nem adott választ.
- piros: Helytelen választ adott, ami az elemzés szempontjából érdekes.
- zöld: Helyes választ adott, ami az elemzés szempontjából érdekes.

(A következő táblázatok színekódja is ezen elv alapján értendő.)

4.1.2 Élnek-e az atomok?

A második állítás, amiről el kellett dönteniük a diákoknak, hogy igaz, vagy hamis:

2. „Az atomok azért mozognak, mert élnek.”

Tartalmilag helyes válasz: „Hamis, a megfelelő belső energia miatt mozognak, illetve az élethez szükséges kritériumokkal nem rendelkeznek.”

¹³ „47,0%-ról 19,7%-ra” rövidítés jelentése:

A 6. évfolyamosok 47,0%-a, a 12. évfolyamosoknak pedig a 19,7%-a gondolja így. Köztük pedig csökkenő tendencia található. (E rövidítés a következő fejezetekben is megtalálható, és így értelmezendő, de a számok adott esetben természetesen növekvő tendenciát is mutathatnak.)

Többször előfordul, hogy a diákok megszemélyesítik a részecskéket. Pont úgy, ahogy néha maguk a kémia tanárok is. (Nekik ezzel az a céljuk, hogy közelebb kerüljön a diákokhoz az adott fogalom.) Ennél a kérdésnél a tanulók 89,8%-a tudta, hogy hamis az állítás, és csak 8,2%-a gondolta, hogy igaz (1,9%-a nem formált véleményt). Ez azért nagyon jó eredmény, mert a diákok túlnyomó többsége azért tisztában van vele, hogy a részecskék nem élőlények. A magyarázat terén viszont már kevésbé jó a helyzet. A diákok harmada nem adott választ. A másik harmada azzal indokolt, hogy nincsenek megfelelő életfunkciók (a feladat szövegét tekintve ők is helyes választ adtak.), és 23%-a adott energián alapuló magyarázatot (sajnos azonban ezek sem minden esetben voltak kifogástalanok).

5. táblázat • A 2. kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása

| A kérdésre adott válasz | A válasz kódja | Relatív gyakoriság |
|---|----------------|--------------------|
| Nincs válasz | 0 | 34,0% |
| Bevallja, hogy nem hallott még az atomokról | 1 | 1,1% |
| Igaz | 2 | 1,1% |
| Nem mozognak az atomok | 3 | 0,8% |
| Nem élőlény, nincs életjelenség | 4 (helyes) | 33,3% |
| Energián alapuló magyarázat | 5 (helyes) | 29,8% |

Biztató, hogy nem sokan gondolták igaznak az állítást. Ennek ellenére az idősebb tanulók között is előfordultak olyanok, akik egyetértettek vele. Mások nem tudták eldönteni, hogy igaz-e. Az alábbi kijelentések csak a fiatalabb tanulók esetében érthetőek, de 10. évfolyamon már semmiképpen sem fogadhatók el:

- „Valamilyen szinten élnek, mert akkor nem tudnának mozogni.” (10. évf.)
- „Nem tudom, hogy élnek-e.” (10. évf.)

Voltak olyan diákok, akik azt nem tudták elképzelni, hogy az élettelen tárgy mozog. Azonban ez kizárólag fiatalabb diákok esetében, és szerencsére nem is jelentős arányban fordult elő. Ők, ha egy kicsit gondolkodnak még rajta, biztosan tudnának mondani olyan élettelen dolgokra példákat amelyek tudnak mozogni. Így rájöhettek volna arra, hogy hiba van az indoklásukban:

- „Élettelen dolgok nem mozognak, ez olyan lenne, ha tudna lépkedni a csoki.” (6. évf.)

Több tanuló próbálta az atomok mozgását valamilyen külső hatás, például energia segítségével magyarázni. E gondolatokat olvasva érezhetjük, hogy van mögöttük tudás, de azért hiba / hiány is előfordul bennük, hiszen a mozgás az anyag elidegeníthetetlen, belső tulajdonsága:

- „Az atomok nem mozognak, az atomokat mozgatjuk.” (10. évf.)
- „Külső hatások miatt mozognak.” (12. évf.)
- „Hő hatására mozognak.” (12. évf.)
- „Mert taszítják, vonzzák egymást.” (12. évf.)

Az állítás valótlanágát többen az állítás tagadásával próbálták megmagyarázni. Nekik teljesen igazuk volt, de ez nem minősíthető igazi érvelésnek. Azért voltak köztük is, akik próbáltak még a tagadáson túl valami különbséget tenni az élő és az élettelen dolgok között. Ez általában az idősebb tanulókra volt jellemző:

- „Nem élnek.” (8. évf.)
- „Nem élhetnek, mert nem szerves anyagok.” (10. évf.)
- „Hamis, nem élnek, mert nincsenek benne az élőlények 5 csoportjában.” (10. évf.)
- „Nincs se sejtmagjuk, se életjeleik.” (12. évf.)

Voltak, akik nagyon ügyesen ráéreztek, hogy a magyarázatnak a belső energiához van köze. Ugyanakkor náluk sem minden esetben sikerült teljesen tökéletes választ adni. Volt olyan tanuló, aki a gravitációt is belevonta a magyarázatba:

- „Azért mozognak az atomok, mert van belső energiájuk, és mert mindig egy nagyobb gravitációs energia mozgatja őket.” (10. évf.)

Az a paradox magyarázat különösen érdekes, amely esetében a diák megszemélyesítéssel indokolja azt, hogy az atomok nem élőlények:

- „Az atomok azért mozognak, mert nem tudnak nyugton maradni.” (12. évf.)

Jól látható, hogy ebben a feladatban tökéletes indoklást adni nagyon nehéz. Attól függően, hogy a mondat melyik részét (szavát) kifogásolja a válaszadó, sok különböző helyes válasz is lehet. Néhány kémiával foglalkozó egyetemistát is megkérdeztem, hogy ők mit gondolnak erről az állításról. A következő válaszokat kaptam, melyekben látható, hogy ők is mind máshonnan közelítették meg a kérdést:

- „Az életnek van egy definíciója, és kritériumai az életjelenségek. Az atomok egyiket sem mutatják ezek közül. (biológiai definíció szerint).” (1. éves kémia Bsc-s hallgató)
- „Az atomok azért mozognak, mert van megfelelő energiájuk létezni.” (Végzős kémia Bsc-s hallgató)
- „Hamis, mert az élettelen dolgok is képesek mozgásra, például a bolygók is mozognak, a mozgáshoz csak az kell, hogy erő hasson rá.” (Végzős kémia-tanár szakos hallgató)

A 6. táblázatot megnézve jól látható, hogy az életkor előrehaladtával:

- csökken a választ nem adók (*kód: 0*) százalékos megoszlása (44,0%-ról 11,8%-ra);
- csökken annak a rossz válasznak a gyakorisága, hogy az atomok nem mozognak (*kód: 3*), (2,0%-ról 0%-ra);
- az energián alapuló indoklások (*kód: 5*) százalékos megoszlása pedig növekvő tendenciát mutat (16,2%-ról 56,6%-ra);
- csak a 6. évfolyamosok között volt olyan diák, aki (bevallottan) nem találkozott még az atom fogalmával (*kód: 1*);
- összesen 11 fő gondolta helyesnek az állítást (*kód: 2*) és ők többségében 6. évfolyamosak, akik még nagyon keveset hallhattak az atomokról.

6. táblázat • A 2. kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása évfolyamonként

| Évfolyam | 2. feladat | | | | | | Összes válaszadó |
|----------|-----------------|---------------|---------------|--------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 6. | 44,0% | 3,6% | 3,0% | 2,0% | 31,1% | 16,2% | 100% 302 fő |
| 8. | 39,0% | 0,0% | 0,0% | 0,6% | 38,1% | 22,3% | 100% 341 fő |
| 10. | 24,5% | 0,0% | 0,6% | 0,0% | 30,5% | 44,3% | 100% 318 fő |
| 12. | 11,8% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 31,6% | 56,6% | 100% 76 fő |
| Összes | 34,0% 353 fő | 1,1% 11 fő | 1,1% 11 fő | 0,8% 8 fő | 33,3% 345 fő | 29,8% 309 fő | 100% 1037 fő |

4.1.3 Mi található a levegő részecskéi között?

A feladatlapok nyolcadik feladata már nem eldöntendő kérdés volt, hanem egy egy-szavas választ kellett adni a diákoknak arra, hogy:

8. „Mi található a levegő részecskéi között?”

Tartalmilag helyes válasz: „Semmi, légtüres tér.”

A diákok (15,4+5,8)%-a gondolkozott helyesen és adott jó választ. 28,6%-uk nem válaszolt. A többi tanuló hibás választ adott. E válaszokat a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat • A 8. kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása

| A kérdésre adott válasz | A válasz kódja | Relatív gyakoriság |
|--|----------------|--------------------|
| Nincs válasz | 0 | 28,6% |
| A levegő összetételét adja meg | 1 | 12,4% |
| Levegő | 2 | 5,2% |
| Oxigén | 3 | 11,0% |
| Egyéb részecskék (CO ₂ , CO, H ₂ , N ₂ , atomok...) | 4 | 14,5% |
| Makroszkopikus gondolat: pára, szennyeződés, kosz, por, víz, füst... | 5 | 7,0% |
| Kötőerők, vonzás-taszítás, hő, energia... | 6 (helyes) | 5,8% |
| Semmi, üres, űr... | 7 (helyes) | 15,4% |

A diákok több mint 50%-a adott valamilyen hibás választ. 12,4%-uk pedig félreértette a kérdést és a levegő (százalékos) összetételét adta meg.

Többen próbáltak valamilyen anyagot vagy anyagcsoportot megadni válaszként. A leggyakoribb az oxigén vagy a levegő volt. Ezek mellett más feltételezések is előfordultak, amelyekre alább idézek néhány példát:

- „Illatmolekula.” (6. évf.)
- „A levegő különféle gázokból áll, nem egyezik meg az oxigénnel.” (10. évf.)
- „Atom darabok.” (10. évf.)
- „Levegő részecskéi között a levegő részecskéi vannak, elszórtan helyezkednek el.” (10. évf.)

A válaszadók között voltak, akik makroszkopikus tárgyakat, anyagokat jelöltek meg. Közöttük a leggyakoribb a por, de más válaszok is előfordultak, pl.:

- „Porszemcsék.” (6. évf.)
- „Baktériumok.” (6. évf.)

- „Kristályok.” (10. évf.)
- „Por, hamu, füst.” (10. évf.)
- „Tárgyak.” (12. évf.)
- „Összetartó anyag.” (10. évf.)

A diákoknak csak 21,2%-a adott egyértelműen helyes választ, amelyek két csoportra oszthatók. Az egyik esetben különféle erőket, kötéseket, energiát jelöltek meg. Ez helyes, de ebből a választípusból nem derül ki, hogy a részecskemodellen alapul-e. Azok esetében, akik azt a választ adták, hogy légüres tér van a részecskék között, viszont kijelenthető, hogy a részecskeszemléletük megfelelő, és ők már meghaladták az anyag folytonosságát feltételező modellt:

- „Őket összetartó mozgató erő.” (10. évf.)
- „Kovalens kötés” (10. évf.)
- „Hézag.” (10. évf.)
- „Semmi.” (10. évf.)
- „A levegő összenyomható, tehát légüres tér.” (10. évf.)
- „A levegő részecskéi nem szorosan egymás mellett helyezkednek el, űr van közöttük.” (10. évf.)

A 8. táblázat adatai alapján jól láthatók a következők:

- az életkor előrehaladtával némiképp csökken a választ nem adók (*kód: 0*) százalékos megoszlása (33,1%-ról 23,7%-ra);
- amint az várható is volt, az általános- és a középiskolás diákok csoportjai között növekszik a helyes válaszok (*kód: 6, 7*) és csökken a tipikusan folytonos anyagszemléletre utaló hibás válaszok (*kód: 2, 3, 4*) száma (ld. 9. táblázat). Látható, hogy az általános iskolások több mint harmada még biztosan folytonos anyagszemléletben gondolkodik és az a szám csökken a középiskolások esetén. A középiskolások több mint 40%-a adott helyes választ. Ez a szám az általános iskolások esetén nem éri el a 10%-ot sem.

8. táblázat • A 8. kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása évfolyamonként

| Év-folyam | 8. feladat | | | | | | | | Összes válaszadó |
|-----------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 6. | 33,1% | 5,3% | 4,0% | 19,9% | 17,9% | 10,9% | 0,7% | 8,3% | 100% 302 fő |
| 8. | 32,6% | 18,2% | 5,0% | 12,0% | 19,4% | 4,1% | 2,3% | 6,5% | 100% 341 fő |
| 10. | 21,4% | 12,6% | 6,3% | 3,5% | 8,5% | 7,5% | 13,8% | 26,4% | 100% 318 fő |
| 12. | 23,7% | 14,5% | 6,6% | 2,6% | 3,9% | 2,6% | 7,9% | 38,4% | 100% 76 fő |
| Összes | 28,6% 297 fő | 12,4% 129 fő | 5,2% 54 fő | 11,0% 114 fő | 14,5% 150 fő | 7,0% 73 fő | 5,8% 60 fő | 15,4% 160 fő | 100% 1037 fő |

9. táblázat • Folytonos anyagszemlélet változása az évfolyamok függvényében

| Évfolyam | Még folytonos anyagszemléletben gondolkodó diákok | Helyes választ adó diákok |
|--------------|---|---------------------------|
| 6. évfolyam | 41,8% | 9,0% |
| 8. évfolyam | 36,4% | 8,8% |
| 10. évfolyam | 18,3% | 40,2% |
| 12. évfolyam | 13,1% | 46,1% |

4.1.4 Gondolatok az égésről

Az ötödik feladat az égéssel foglalkozott. Ebben az esetben is egy állításról kellett eldönteni, hogy igaz vagy hamis. A 6. évfolyamosok feladatlapján szereplő megszövegezés eltér a többi diák feladatlapján lévőtől.

A 6. évfolyam számára megfogalmazott állítás így hangzott: *Égés során az anyag egy része eltűnik, és hamu marad vissza.*

Tartalmilag helyes válasz: *„Hamis, mert vannak olyan anyagok, amelyeket elégetve tömegnövekedést tapasztalunk; illetve nem eltűnik az anyag egy része, hanem légnemű halmazállapotú (gáz/gőz) termékek keletkeznek.”*

A felsőbb évfolyamon tanulónak szóló kérdés pedig ez volt: *A magnézium kétféle részecskéből áll: az egyik égéskor elillan, a másik visszamarad, mint MgO.*

Tartalmilag helyes válasz: *„Csak MgO keletkezik.”*

Míg ezt az állítást a 6. évfolyamosok 82,1%-a gondolta (hibásan) igaznak, addig a másik állításra a tanulók 35,1%-a írta, hogy igaz. Ennek valószínűsíthető oka az, hogy az

idősebb diákok már több mindent láttak égni, s meg tudták figyelni, hogy milyen változás tapasztalható. Illetve nyilván annak a hatása is látható, hogy az idősebb tanulók megtanulták kémiából az égést értelmezni, bár így is nagy százalékban fogalmaztak hibásan. Akik igaznak gondolták az állítást, ők még valószínűleg a kémiatörténetből jól ismert téves flogisztionelméletben gondolkoznak. A 6. évfolyamosok 1,7%-a, a többiek 11,3%-a nem adott választ.

10. táblázat • Az 5. kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása (6. évfolyam esetén)

| A kérdésre adott válasz | A válasz kódja | Relatív gyakoriság |
|---|----------------|--------------------|
| Nincs válasz | 0 | 57,9% |
| Azt indokolja, hogy igaz az állítás | 1 | 31,5% |
| Hibásan indokol | 2 | 1,7% |
| Helyesen indokolja, hogy hamis az állítás | 3 | 8,9% |
| Összesen: 302 fő kapta ezt a kérdést | | |

11. táblázat • Az 5. kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása (a többi évfolyam esetén)

| A kérdésre adott válasz | A válasz kódja | Relatív gyakoriság |
|---|----------------|--------------------|
| Nincs válasz | 0 | 60,0% |
| Azt indokolja, hogy igaz az állítás | 1 | 3,4% |
| Makroszkopikus magyarázatot ad | 2 | 4,8% |
| Helyesen indokolja, hogy hamis az állítás | 3 | 31,8% |
| Összesen: 735 fő kapta ezt a kérdést | | |

A 10. és 11. táblázatban jól látható, hogy kevesen tudták helyesen indokolt jó választ adni. Amint az várható, az életkor előrehaladtával a hibás magyarázatok száma csökken, a helyes indoklások száma pedig nő.

A 6. évfolyamosok válaszaiban több naiv elmélet, gyermeki nézet is megfigyelhető az égéssel kapcsolatban. Jelen voltak ugyan helyes elgondolások, de azért sok hiba is található volt bennük. Ilyenek például azok, hogy a molekulák elhalnak, vagy térfogattal rendelkeznek, ami tud változni:

- „Minden ott marad, csak **összezsugorodik**.” (6. évf.)
- „A molekulák **elhalnak** benne.” (6. évf.)
- „A magas hő **elpusztítja** és hamu marad.” (6. évf.)
- „Igaz, mert a hamu nem tud elégni.” (6. évf.)

Természetesen voltak olyan diákok, akik helyesen indokoltak (27 fő). Ők vagy olyan anyagot adnak meg, ami esetén az állítás nem igaz (gáz, műanyag stb.), vagy leírták, hogy nem mindig keletkezik hamu.

Az idősebb diákok között voltak olyanok, akik a kísérlet során megfigyelhető tapasztalatokat és nem a magyarázatot írták le. Számukra a *Kísérlet – Tapasztalat – Magyarázat* táblázat¹⁴ sokat segítené, hogy ne keverjék össze a tapasztalatot a magyarázattal:

- „Mert kísérleteztünk és láttuk egy éles fénylángot, de utána visszamaradt egy kis por.” (10. évf.)

Az idősebb tanulók esetén többféle helyes indoklás is szerepelt, amint az az alábbi példákban látható:

- Reakcióegyenlet: „ $2 \text{Mg} + \text{O}_2 = 2 \text{MgO}$ ” (12. évf.)
- „MgO az égés hatására keletkezik.” (12. évf.)
- „A Mg ha meggyullad O_2 -vel egyesül.” (12. évf.)
- „Mivel a Mg megtalálható a periódusos rendszerben, ezért nem állhat 2 anyagból.” (10. évf.)
- „A Mg elem egyfajta részecskéből áll.” (8. évf.)

A 12. táblázatnál jól látható, hogy az életkor előrehaladtával:

- csökken a választ nem adók (*kód: 0*) százalékos megoszlása (70,4%-ról 40,8%-ra) a 8.-12. évfolyamos tanulók körében;
- a helyes választ adók (*kód: 3*) százalékos megoszlása pedig növekvő tendenciát mutat (23,8%-ról 52,6%-ra).

12. táblázat • Az 5. kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása évfolyamonként

| Évfolyam | 5. feladat | | | | Összes válaszadó |
|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| 8. | 70,4% | 2,3% | 3,5% | 23,8% | 100% 341 fő |
| 10. | 53,5% | 4,7% | 6,3% | 35,5% | 100% 318 fő |
| 12. | 40,8% | 2,6% | 3,9% | 52,6% | 100% 76 fő |
| Összes | 60,0% 441 fő | 3,4% 25 fő | 4,8% 35 fő | 31,8% 234 fő | 100% 735 fő |

¹⁴ Ez a módszer látható a Szalay Luca által szerkesztett „A kémia tanítás módszertana” c. jegyzetben is. http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas_modszertana_jegyzet.pdf (Utolsó letöltés: 2019. 03. 18.)

4.2 Primitív axiomák

„A primitív axiomák (röviden p-primek) fogalmi megértési zavarokban játszott szerepét elsősorban a fizikában tanulmányozták (pl. diSessa, 1983, 1988, 1993; Masson és Legendre, 2008; Hammer, 1996). Azonban a kémiában (Taber, 2008; Tóth, 2013) és a biológiában (Southerland, Abrams, Cummins és Anzelmo, 2001) a fogalmi megértésben betöltött szerepük gyakorlatilag még feltáratlan” (Tóth, 2015). Tóth Zoltán (2015) szerint a leggyakoribb p-primek a következők (többek között végzős kémiatanár szakos egyetemisták körében végzett kutatás alapján):

- „A több az jobb (hatékonyabb).”
- „A több az nagyobb.”
- „A keményebb stabilisabb.”
- „A nedves nehezebb.”
- „A szilárd nehezebb.”
- „A természetes egészséges.”
- „Az egyensúly egyenlőség.”
- „A káros (az ártalmas) az csúnya.”

Ezek közül a „nedves nehezebb” gondolatkört vizsgáltam meg. A többi naiv axiómához hasonlóan erre is igaz az, hogy a hétköznapi tapasztalatok alapján gondolják ezt a tanulók, mert például a nedves ruha nehezebb, mint a száraz ruha. A feladatlapok harmadik kérdésére adott válasz során kellett eldönteni, hogy igaz vagy hamis az alábbi állítás:

3. *A száraz levegő nehezebb, mint a nedves levegő.*

Tartalmilag helyes válasz: *„Igaz, mert a száraz levegő átlagos moláris tömege nagyobb, mint a nedves levegő átlagos moláris tömege.”*

Az állításban nem szerepelt az a kitétel, hogy „azonos térfogatú, hőmérsékletű és nyomású”. Ennek az oka az, hogy a fiatalabb diákok még nem tanultak az Avogadro-törvényről. Így az ő esetükben ez csak egy zavaró mondatrész lenne. Ha az állítást kiegészítjük, akkor a helyes állítás így hangzana: *Azonos térfogatú, hőmérsékletű és nyomású levegő esetén a száraz levegő nehezebb, mint a nedves levegő.* Ezt az átlagos moláris tömegek összehasonlításával lehet a legkönnyebben igazolni. A száraz levegő átlagos moláris tömege: 29 g/mol. A víz moláris tömege: 18 g/mol. Az adatok alapján jól látható, hogy a vizet tartalmazó nedves levegőnek csak kisebb lehet az átlagos moláris tömege, mint a száraz levegőnek. Ezzel a tanulók 19,4%-a egyet is értett, viszont 77,6%-uk nem. Összesen

44 tanuló volt, aki helyesen meg is indokolta, miért ez a válasza. Ez a megoszlás a 13. táblázatban is látható.

13. táblázat • A 3. kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása

| A kérdésre adott válasz | A válasz kódja | Relatív gyakoriság |
|--|----------------|--------------------|
| Nincs válasz | 0 | 33,7% |
| A levegőnek nincs súlya | 1 | 1,0% |
| Azonos a tömegük | 2 | 2,7% |
| A hideg-meleg analógot írja le | 3 | 1,2% |
| A nedves levegőben több részecske van | 4 | 2,8% |
| A vízpára nehezebb | 5 | 50,1% |
| Van jó gondolat a leírtakban, de téves is pl.: köddel példálózik | 6 | 4,3% |
| Helyes indoklás | 7 (helyes) | 4,2% |

A tanulók körülbelül harmada nem írt semmit. 10 tanuló válasza utal arra, hogy a levegőnek nincs tömege, a száraz levegőben nincs semmi:

- „A száraz levegő kb. üres a nedvesben van bármi.” (6. évf.)
- „A víz nehezebb, mint a semmi.” (6. évf.)

A fenn említett választípusok csak az általános iskolások körében figyelhetők meg.

Egy másik érdekes típushiba: a nedves és a száraz levegő tömege azonos. Ez a válasz akár helyesnek is tekinthető lenne, ha az állapotváltozók megadásának hiánya miatt nem kellene feltételeznünk, hogy a kétféle gázelegy hőmérséklete és nyomása azonos. Hasonló a „Melyik a nehezebb 1 kg vas vagy 1 kg madártoll” kérdés. Ebben az esetben az első válasz, amit a tanuló minden megfontolás nélkül adhatna az, hogy a vas a nehezebb. Azonban ha elgondolkozik a kérdésen, akkor hamar rájön, hogy egyenlő a tömegük és más tulajdonságukban (az adott esetben: a térfogatban) van eltérés. Ha az indoklás során erre utal a válaszadó, akkor egyértelműen igaza van, viszont ez sehol nem fordult elő:

- „Hamis, mert teljesen mindegy milyen a levegő, a tömege ugyanakkora marad, amilyen mennyiségben van jelen.” (10. évf.)

Voltak tanulók, akik a már számukra ismert és elfogadott összehasonlítást írták le, figyelmen kívül hagyva, hogy mi az állítás. Így csak a hideg és a meleg levegő viszonyáról

nyilatkoztak. Egy másik szintén érdekes hibás indoklás az, hogy a nedves levegőben több részecske van. Ez a válasz is jól szemlélteti, hogy a tanuló nem ismeri, vagy nem tudja értelmezni az Avogadro törvényt. Az általános iskolás tanulóknak ezt a törvényt a tantervek alapján nem is kell ismerniük, viszont a középiskolás diákok közül elvileg már mindenki tanulta. Ennek ellenére középiskolások körében is előfordult ez a (ld. 14. táblázat, 4. kódú oszlop) tévképzet:

- „Nedves levegőben több részecske van ezért nehezebb.” (10. évf.)
- „A nedves levegő a nehezebb, mivel a részecskék közé páracseppek, apró vízmolekulák is kerültek, tehát plusz anyagot tartalmaz.” (10. évf.)

A leggyakoribb téves gondolat, amelyet a tanulóknak több mint a fele válaszként adott az volt, hogy a nedves levegő a nehezebb, azaz ők egyszerűen csak az állítás tagadását írták le. Voltak azonban olyan diákok, akik esetében a p-primek egyértelműen megnyilvánultak, mivel az indoklásuk téves analógiás gondolkodásból származott:

- „Azért mert a fa mikor száraz, könnyebb és mikor nedves nehezebb.” (8. évf.)
- „Pl.: a száraz ruha könnyebb, mint a vizes. A nedves levegőbe víz van.” (8. évf.)
- „Azért mert a fa mikor száraz, könnyebb és mikor nedves nehezebb.” (8. évf.)

Egyes tanulók esetében ez az eredet nem ennyire szembetűnő, de náluk is megjelenik a hiba:

- „Sokkal nehezebb a párás levegő.” (6. évf.)
- „A nedves levegő tartalmaz vizet.” (6. évf.)
- „A nedves tele van vízzel és »le akar esni«.” (6. évf.)
- „A levegő súlya az összetevőktől függ, de a nedves lenne nehezebb, mert az vízmolekulát tartalmaz.” (10. évf.)
- „A nedves levegő nehezebb, mivel a vízcseppeknek van súlya.” (10. évf.)

Voltak olyan tanulók, akik jó úton indultak el, de hibát vétettek a gondolatmenetben:

- „Könnyebb, mivel a víz moláris tömege nagyobb, mint a levegőé.” (10. évf.)
 - Itt önellentmondás figyelhető meg. A moláris tömeggel való gondolkodás helyes, bár a moláris tömegek viszonyát rosszul adja meg.

- „A nedves levegőnek nagyobb a nyomása, és ha nagyobb a nyomás nagy az erő is” (10. évf.)
 - Fogalmi zavar figyelhető meg: az erő/súly összetévesztése a tömeggel.

Összesen 44 fő adott jó választ. 3 féle helyes okfejtés jelent meg:

1. Voltak, akik (nagyon helyesen) hiányolták a további adatokat: ez nem meghatározható, sokkal több mindentől függ (pl.: nyomás...) Ez az indoklás 10 feladatlap esetén volt fellelhető.
2. Ahogy a fejezet elején (ld. 38. oldal) rámutattam, az átlagos moláris molekulatömeg segítségével is lehet indokolni. 22 fő adott ilyen jellegű magyarázatot:
 - „Egy adott térben adott nyomáson es hőmérsékleten ugyanannyi molekula van. A vízmolekula könnyebb, mint az átlagos levegő molekula” (8. évf.)
3. A harmadik opció, ami előfordult: a felhők meglétére történő hivatkozás. Ez a szemléletes gondolat 12 főnek jutott eszébe:
 - „Ha nehezebb lenne, akkor nem lennének felhők” (10. évf.)

A 14. táblázatban jól látható, hogy az életkor előrehaladtával:

- csökken a választ nem adók (*kód: 0*) százalékos megoszlása (42,7%-ról 18,4%-ra);
- növekvő gyakorisággal fordul elő (0,7%-ról 7,9%-ra nő) az a helytelen gondolatmenet, hogy „a nedves levegőben több részecske van” (*kód: 4*);
- növekvő tendenciát mutat a helyes indoklás (*kód: 7*) adók százalékos megoszlása (1,0%-ról 10,5%-ra);
- „a levegőnek nincs súlya” gondolatmenet (*kód: 1*) csak az általános iskolások körében jelent meg, és ott is csak kis arányban;
- „a nedves és a száraz levegő azonos tömegű” gondolatmenet (*kód: 2*) az életkor előrehaladtával nem tűnik el, mert kis arányban ugyan, de minden korcsoportnál megfigyelhető;
- az állítást tagadó magyarázat (*kód: 5*) százalékos előfordulási aránya kiugróan magas minden korcsoport esetén.

14. táblázat • A 3. kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása évfolyamonként

| Év-folyam | 3. feladat | | | | | | | | Összes válaszadó |
|-----------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 6. | 42,7% | 1,7% | 2,0% | 1,3% | 0,7% | 45,7% | 5,0% | 1,0% | 100% 302 fő |
| 8. | 40,8% | 1,5% | 2,9% | 1,5% | 1,8% | 45,7% | 3,8% | 2,1% | 100% 341 fő |
| 10. | 21,1% | 0,0% | 2,8% | 0,6% | 4,7% | 57,5% | 5,0% | 8,2% | 100% 318 fő |
| 12. | 18,4% | 0,0% | 3,9% | 1,3% | 7,9% | 56,6% | 1,3% | 10,5% | 100% 76 fő |
| Összes | 33,7% 349 fő | 1,0% 10 fő | 2,7% 28 fő | 1,2% 12 fő | 2,8% 29 fő | 50,1% 520 fő | 5,3% 45 fő | 4,2% 44 fő | 100% 1037 fő |

4.3 Amikor a halmazállapot változik

4.3.1 Halmazállapot-változás-e a tojássütés?

A 4. állítás, amelyről el kellett dönteni, hogy igaz, vagy hamis így hangzott:

4. A tojássütés fagyás, mert folyékony halmazállapotú anyagból szilárd halmazállapotú anyag keletkezik.

Tartalmilag helyes válasz: „Hamis, mert a két folyamat hőszínezete és fizikai-kémiai lényege eltérő.”

A fizikai és kémiai változás közötti különbségtétel nem könnyű feladat. Az anyagok szerkezetét és a jelenségeket több szinten is lehet értelmezni, leírni: makro-, részecske- és szimbólumszinten. (Johnstone, 1982, 1991; Hinton és Nakhleh, 1999; Gilbert és Treagust, 2009; Tóth, 1999, 2000, 2001). A **makroszint** az anyagok és jelenségek makroszkopikusan megfigyelhető leírását, a **részecske-**, vagy **szubmikroszint** a részecskeszintű, a halmaz- és részecskeszerkezeten alapuló tárgyalást, a **szimbólumok szintje** pedig az anyagok és folyamatok sajátos szimbólumrendszerrel (vegyjelekkel, képletekkel, reakcióegyenletekkel) történő jelölését jelenti, amint azt a 15. táblázat is mutatja. (Tóth, 2015)

15. táblázat • Az anyagok és jelenségek háromszintű leírása (Tóth, 2000)¹⁵

| Anyag, fogalom, jelenség | Makroszintű értelmezés | Részecskeszintű értelmezés | Szimbólumszintű értelmezés |
|--------------------------|---|--|--|
| Kémiai reakció | Új anyag képződése | új részecske képződése | reakcióegyenlet |
| Vegyület | színe, szaga, halmazállapota, oldhatósága, reakciókészsége stb. | a felépítő részecskék (molekulák vagy ionok vagy atomok) jellemzői, a részecskék közötti kötés jellege | kémiai képlet (sztöchiometriai vagy molekulaképlet, szerkezeti képlet) |
| Elem | színe, szaga, halmazállapota, oldhatósága, reakciókészsége stb. | a felépítő részecskék (molekulák vagy atomok) jellemzői, a részecskék közötti kötés jellege | vegyjel vagy molekulaképlet. |

A fizikai és kémiai változások közötti különbségtétel jelenleg a 7. évfolyamos kémia tananyag része. Ennek az elvárásnak nehéz, sőt majdhogynem lehetetlen megfelelni. Hiszen alapos különbségtételt csak az tud tenni, aki ismeri az anyagok viselkedését és belső szerkezetét. Példa: „a 7. osztályos tanulók egy része arra (az egyik munkafüzetben szereplő) kérdésre, hogy a tojássütés fizikai vagy kémiai változás, azt válaszolta, hogy fizikai, mert sütés közben megváltozik a tojás halmazállapota, a halmazállapot-változások pedig fizikai folyamatok.” (Tóth, 2015)

Másrészt a kémiai változások esetén mindig valami „új anyag” keletkezik, ami makroszkopikus szinten is látható változás (színe, halmazállapota...). Ez a tojássütés esetén is így történik. A tojásban levő fehérjék térszerkezete a sütés közben megváltozik, így makroszkopikus szinten a fehérjék kicsapódását tapasztalhatjuk.

A diákok 18,5%-a helyesnek gondolta ezt a hamis állítást, 78,6%-uk helyesen elleanzte, és 2,9%-a nem válaszolt.

¹⁵ Tóth Zoltán (2015): Korszerű kémia tantárgy-pedagógia, Híd a pedagógiai kutatás és a kémiaoktatás között, Debreceni Egyetemi Kiadó
http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/korszeru_kemia_tantargypedagogia.pdf
 (Utolsó letöltés: 2019. 02. 09.)

16. táblázat • A 4. kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása

| A kérdésre adott válasz | A válasz kódja | Relatív gyakoriság |
|---|----------------|--------------------|
| Nincs válasz | 0 | 42,8% |
| Helyesli a hamis állítást | 1 | 3,0% |
| A tojás nem tud megfagyni | 2 | 0,4% |
| Valami eltávozik belőle | 3 | 1,8% |
| Halmazállapot-változás, de nem fagyás | 4 | 4,7% |
| Dermed, keményedik, sűrűsödik (ha a kicsapódás szinonimájaként tekintünk rá, akkor helyes) | 5 (helyes) | 2,4% |
| Kémiai változás, a molekulák összeállnak | 6 (helyes) | 2,0% |
| Hőszínezettel indoklás | 7 (helyes) | 42,8% |

A diákok többségében vagy nem adtak indoklást, vagy helyesen indokoltak. Csak néhány tanuló volt, aki valamilyen hibás magyarázatot próbált kifejteni. Ennek valószínűsíthető oka az, hogy a kérdésre a válasz nagyon egyértelmű. Összesen 31 fő próbálta meg hibásan magyarázni az állítás helyességét:

- „Azért igen, mert a tojás hő hatására folyékony halmazállapotból szilárdvá változik.” (10. évf.)
- „Igaz, mert az a definíció, de a hétköznapiakban nem így használjuk a fagyás fogalmát.” (10. évf.)
- „Igaz, bár nem hiszem, hogy a kémia ezt mondaná.” (10. évf.)
- „Így leírva lényegében igaz.” (10. évf.)
- „A tojás eléri olvadás-/fagyáspontját, ezáltal megszilárdul.” (10. évf.)
- „Ebben a formában igaz” (8. évf.)

Sajnos a hibás választ látszik igazolni az, a tankönyvi definícióra emlékeztető mondat, amelyet az egyik tanuló írt le: „A fagyás az a folyamat, amikor egy folyékony halmazállapotú anyag szilárd halmazállapotúvá alakul.” (5. osztályos természetismeret tankönyv, 15. oldal). Az „étel nem tud megfagyni” jellegű válasz csak négy fő esetén fordult elő. Ezt nyilván nem gondolták át alaposan. (Feltehetően az ő otthonunkban is található fagyasztó-szekrény.) Érdekes, hogy ez nem a legfiatalabb diákok esetén fordult elő:

- „Szerintem nem fagyás, mert az étel nem fagy meg” (10. évf.)
- „Mert nem fagy meg a tojás” (8. évf.)

Voltak diákok, akik úgy gondolták, hogy valami eltávozik a tojásból sütés közben és ez eredményezi a változást:

- „Csak elpárolog belőle a folyékony összetevő” (10. évf.)
- „A fagyás nem kémiai folyamat. Csupán a nedvesség távozik.” (10. évf.)

A fagyáson kívül más halmazállapot-változás is megjelent a válaszok között.

- „Halmazállapot-változást nem csak olvadás és fagyás idézhet elő” (10. évf.)

Megjelentek olyan válaszok, melyekben valamilyen kémiai változásként próbálták leírni a folyamatot, de elgondolásuk hibás volt. Ők a kémia órán szerzett ismereteiket próbálták előhívni, csak hogy hibásan, így a válaszuk téves:

- „A »fagyás« esetén csak hidrogénmolekulák tudnak kötésbe lépni. Attól még, hogy a tojást hevítjük, nem lesz benne több hidrogén” (10. évf.)
- „Magas hő hatására a részecskéi összehúzódnak.” (10. évf.)

A tojás nem megfagy, hanem „dermed”, „sűrűsödik”, „keményedik” stb. Ezek a gondolatok is megjelentek néhány tanuló válaszában. Ha ezekre a kifejezésekre úgy tekintünk, mint a kicsapódás szinonimáira, akkor az ilyen válaszokat helyesnek fogadhatjuk el. Azonban ez a választípus mégsem minden esetben volt jó, ugyanis egyes esetekben az atomokat ruházták fel makroszkopikus tulajdonságokkal:

- „Az atomok sűrűsödése megy végbe” (6. évf.)

A válaszadók közül többen helyesen gondolkodtak. Néhányuknál azért mégis kisebb hibák csúsztak a gondolatmenetbe. Valamilyen más kémiai folyamatot írtak le, vagy azt, hogy a molekulák „összeálltak”. A jó választ adó tanulókat két kategóriába lehet csoportosítani:

1. 444 fő írta, hogy a hőközlés miatt nem beszélhetünk fagyásról. Helyesen tudták, hogy mi a különbség az exoterm¹⁶ és az endoterm¹⁷ folyamatok között: a fagyás exoterm, és ha melegítem a tojást, akkor ott endoterm folyamat zajlik.

¹⁶ Az exoterm folyamatok során a vizsgált rendszer energiatartalma csökken, energiát ad át a környezetének.

¹⁷ Az endoterm folyamatok során a vizsgált rendszer energiatartalma nő, a szükséges energiát a környezetéből veszi fel (vonja el).

Forrás: <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/kemia/altalanos-kemia/energiaviszonyok/exoterm-es-endoterm-folyamatok> (Utolsó letöltés: 2019. 01. 11.)

- „Végül is van benne logika, de a fagyás az hideggel kapcsolatos. A sütés tűzzel kapcsolatos, tehát a meleg miatt lesz szilárd a halmazállapota.” (10. évf.)
 - „Hamis, mert megsütöd, amit hővel végzel (ez egy nagyon jó kérdés mellesleg).” (10. évf.)
 - „Mert hőt közlünk vele és nem hőt vonunk el belőle.” (12. évf.)
2. A másik kategóriában voltak olyan tanulók (21 fő + 25 fő), akik leírták (helyesen) milyen kémiai folyamat zajlik le: kicsapódás, szerkezetváltozás, nem visszafordítható folyamat („dermed”, „sűrűsödik”, „keményedik” stb.):
- „Mert ha megfagy akkor, amikor kiolvastjuk ugyan olyan folyékony lesz” (8. évf.)
 - „Azt a változást, amikor egy folyékony anyagból szilárd halmazállapotú anyag keletkezik, nem jelenti azt, hogy fagyás következik be, például a folyékony vas megszilárdulása. A fagyásnál hideg miatt szilárdul meg” (6. évf.)

A 17. táblázatban jól látható, hogy az életkor előrehaladtával:

- csökken a választ nem adók (*kód: 0*) százalékos megoszlása (54,0%-ról 21,1%-ra);
- növekvő tendenciát mutat a helyes indoklást (*kód: 6, 7 (5)*) adók százalékos megoszlása (36,1%-ról 77,6%-ra);
- a (hibásan) helyeslő gondolatmenet (*kód: 1*) a végzősök körében már nem jellemző, de a többi korcsoportban előfordult; s ugyanez igaz a „valami távozik a rendszerből” gondolatmenetre (*kód: 3*) és a „más jellegű halmazállapot-változásra” (*kód: 4*) is.

17. táblázat • A 4. kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása évfolyamonként

| Év-folyam | 4. feladat | | | | | | | | Összes válaszadó |
|-----------|-----------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 6. | 54,0% | 5,3% | 0,0% | 1,0% | 3,6% | 3,6% | 1,7% | 30,8% | 100% 302 fő |
| 8. | 49,9% | 1,2% | 0,6% | 1,2% | 5,9% | 2,3% | 0,9% | 38,1% | 100% 341 fő |
| 10. | 29,9% | 3,5% | 0,3% | 3,8% | 5,7% | 0,9% | 3,5% | 52,5% | 100% 318 fő |
| 12. | 21,1% | 0,0% | 1,3% | 0,0% | 0,0% | 3,9% | 2,6% | 71,1% | 100% 76 fő |
| Összes | 42,8% 444 fő | 3,0% 31 fő | 0,4% 4 fő | 1,8% 19 fő | 4,7% 49 fő | 2,4% 25 fő | 2,0% 21 fő | 42,8% 444 fő | 100% 1037 fő |

4.3.2 Amikor forr a víz

A feladatlap 6. kérdése ez volt:

6. Mi van a forrásban lévő víz buborékjában?

Tartalmilag helyes válasz: „Gáz halmazállapotú víz. / Vízgőz.”

Ezzel a kérdéssel többen foglalkoztak. Például: Ludányi Lajos, Tanári tévképzetek kémiából c. cikkében ezzel kapcsolatban is ír. Abban a kutatásban is szerepel ez a kérdés, azzal a különbséggel, hogy a minta eltérő volt. A kutatásban különféle (nem kémia) szakos tanárok vettek részt. Jól látható, hogy a felnőttek számára is nehéz kérdésről van szó, hiszen csak a válaszadók körülbelül harmada válaszolt helyesen.

18. táblázat • Ludányi Lajos kutatásában kapott válaszok százalékos megoszlása

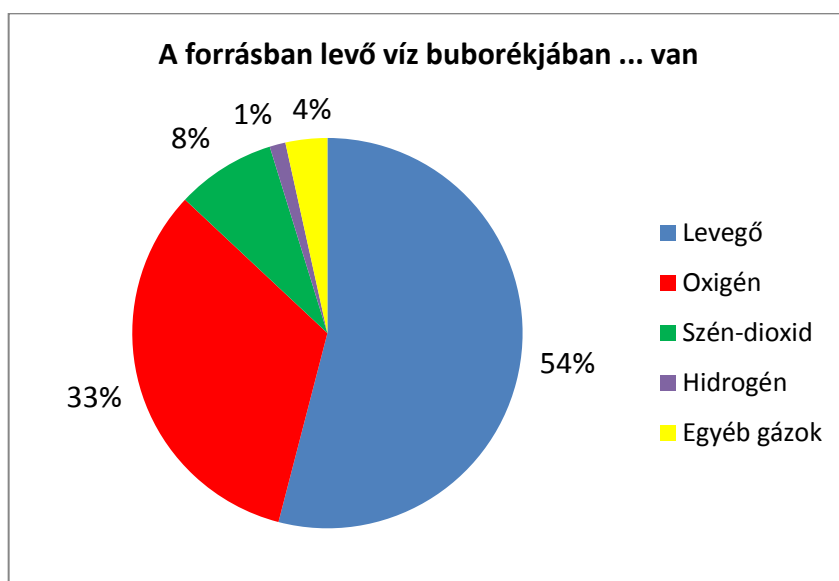
| A kérdésre adott válasz | Relatív gyakoriság |
|---------------------------------|--------------------|
| Víz (helyes válasz) | 34,2% |
| Hidrogén- és oxigéngáz keveréke | 26,3% |
| Levegő | 23,7% |
| Csökkent nyomású tér | 15,8% |

A jelen kutatásban kapott válaszok százalékos megoszlását pedig a 19. táblázat tartalmazza.

19. táblázat • A 6. kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása

| A kérdésre adott válasz | A válasz kódja | Relatív gyakoriság |
|--|----------------|--------------------|
| Nincs válasz | 0 | 16,2% |
| Semmi | 1 | 0,3% |
| Szénsav | 2 | 0,4% |
| Ásványi anyagok, só | 3 | 0,6% |
| Levegő, vagy más gáz halmazállapotú anyag (nem vízgőz) | 4 | 58,5% |
| Hidrogén- és oxigéngáz keveréke | 5 | 0,8% |
| Helyes indoklás | 6 (helyes) | 23,2% |

A táblázat alapján látható, hogy a diákok 16,2%-a (azaz 168 fő) nem adott semmi-féle választ és a tanulók több mint a fele olyan választ adott, amelyek szerint valamilyen más (gáz halmazállapotú) anyag keletkezik. A hibás válaszok százalékos megoszlását a következő diagram tartalmazza (15. ábra).



15. ábra • Azon válaszok megoszlása, akik úgy gondolták, hogy nem vízgőz, hanem valamilyen más gáz halmazállapotú anyag van a forrásban lévő víz buborékjában (586 fő)

A 20. táblázat alapján látható, hogy az életkor előrehaladtával:

- csökken a választ nem adók (kód: 0) százalékos megoszlása (23,2%-ról 7,9%-ra);

- csökkenő tendenciát mutat az egyéb, gáz halmazállapotú anyagokra (nem vízgőzre) vonatkozó gondolatmenetek (*kód: 4*) százalékos aránya (58,6%-ról 39,5%-ra);

Részletesebben, a felsorolt százalékos adatok a növekvő életkor szerint rendre az alábbi értékeket mutatták:

- a levegő esetén: csökkenés figyelhető meg (36,1%, 33,1%, 27,7%, 23,7%);
 - az oxigén esetén: ingadozás figyelhető meg (11,9%, 19,9%, 26,7%, 14,5%);
 - a szén-dioxid esetén: csökkenés figyelhető meg (6,6%, 4,7%, 4,1%, 1,3%);
 - a többi választípushoz kis minta tartozik, így nincs megfigyelhető mintázat.
- növekvő tendenciát mutat a helyes indoklást (*kód: 6*) adók százalékos megoszlása (14,6%-ról 52,6%-ra).

20. táblázat • A 6. kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása évfolyamonként

| Évfolyam | 6. feladat | | | | | | | Összes válaszadó |
|----------|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|---------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 6. | 23,2% | 0,0% | 1,3% | 2,0% | 58,6% | 0,3% | 14,6% | 100% 302 fő |
| 8. | 16,1% | 0,3% | 0,0% | 0,0% | 59,2% | 0,3% | 24,0% | 100% 341 fő |
| 10. | 11,6% | 0,6% | 0,0% | 0,0% | 62,3% | 1,9% | 23,6% | 100% 318 fő |
| 12. | 7,9% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 39,5% | 0,0% | 52,6% | 100% 76 fő |
| Összes | 16,2% 168 fő | 0,3% 3 fő | 0,4% 4 fő | 0,6% 6 fő | 58,5% 607 fő | 0,8% 8 fő | 23,2% 241 fő | 100% 1037 fő |

Másik gyakori téves gondolat, ami itt is megjelent, hogy az atomok térfogattal rendelkeznek. Sőt volt olyan tanuló, aki szerint térfogatváltozásra is képesek:

- „...az oxigén atomok amik felmelegedve kitágulnak” (10. évf.)

4.3.3 Van-e különbség az olvadás és az oldódás között?

A 7. feladat esetében két fogalom között kellett különbséget tenni.

7.a, Van-e különbség az oldódás és az olvadás között? Ha igen, akkor mi a különbség?

Tartalmilag helyes válasz: „Van különbség. Az olvadás halmazállapot-változás, amelynek során a szilárd halmazállapotú anyag folyékony halmazállapotúvá válik. Az oldódás esetében viszont az oldandó anyag részecskéi elkeverednek az oldószer részecskéi között.

A 21. táblázat alapján látható, hogy a diákok 4,1%-a nem gondolta, hogy van különbség az oldódás és az olvadás között. A tanulók 12,6%-a pedig nem válaszolt a kérdésre. A diákok 83,3%-a tudta, hogy a két fogalom között van különbség. Ez nem túl magas érték ahhoz képest, hogy ezzel a két fogalommal gyakran találkozhatnak a tanulók már a természetismeret tárgy tanulásakor is (ld. 20-22. oldal).

21. táblázat • Az oldódás/olvadás megkülönböztetésére adott válaszok százalékos megoszlása

| A kérdésre adott válasz | A válasz kódja | Relatív gyakoriság |
|-------------------------|----------------|--------------------|
| Nincs válasz | 0 | 12,6% |
| Nincs különbség | 1 | 4,1% |
| Van különbség | 2 (helyes) | 83,3% |

A 22. táblázat a különböző kódú esetekre vonatkozó indoklásokat tartalmazza. Itt azonban az egyes válaszok kategóriáit nem részletesek. A helyes és a hibás válaszok is többféle gondolat mentet tartalmaznak.

22. táblázat • Az oldódás/olvadás kérdéskörre adott magyarázatok százalékos megoszlása

| A kérdésre adott válasz | Olvasás | Oldódás |
|--|---------|---------|
| Nincs válasz | 23,1% | 26,7% |
| Téves gondolatmenet | 2,8% | 10,9% |
| Oldódás oldódással; olvadást olvadással magyarázza meg | 3,5% | 7,9% |
| Helyes gondolatmenet | 70,6% | 54,5% |

Jól látható, hogy az oldódás nehezebben megérthető és visszaadható fogalom, mint az olvadás, hiszen sokkal több diák tudta helyesen definiálni az olvadást, mint az oldódást. Továbbá sokkal többen nem válaszoltak, vagy tévesen gondolkodtak az oldódással kapcsolatban, mint az olvadás kapcsán.

Csak néhány tanuló volt, akik szerint: „Az olvadás és az oldódás ugyanaz a folyamat.” Ők ezt írták indoklásként is. Voltak olyan diákok, akik tudták, hogy van különbség, de nem voltak képesek leírni, hogy mi az:

- „Van különbség, de nem tudom, hogy mi.” (6. évf.)
- „Mindkettő elolvad, mert egy kemény dolog pl. cukor elolvad a víz hatására” (6. évf.)

Az olvadás lényegét a tanulók 2,8%-a írta le tévesen. Többféle alkategóriára lehet bontani a válaszaikat az alapján, mi miatt volt hibás a gondolatmenetük:

1. Oldódásként magyarázza meg az olvadást (2 fő)
 - „Az oldódás, amikor egy anyag egy másikban beleolvad.” (10. évf.)
2. Kémiai változás történik¹⁸ (19 fő)
3. Új anyag keletkezik (3 fő)
4. Fagyás az olvadás (4 fő)
5. Az oldódást gyorsabb folyamat, mint az olvadást (1 fő)

Jól látható, hogy csak kis arányban fordult elő egy-egy téves gondolatmenet.

A helyes magyarázatok is több alkategóriára bonthatók:

1. Példát ad rá (139 fő)
 - „Jég olvad, az aspirin oldódik.” (6. évf.)
 - „Például a cukor feloldódik, a jég elolvad.” (6. évf.)
 - „Az olvadás tavaszkor történik. A jég megolvad.” (6. évf.)
2. Halmazállapot-változásként írja le („az a folyamat, amikor egy szilárd halmazállapotú anyag cseppfolyóssá alakul”) (475 fő)
 - „Olvadás, amikor fagyott állapotból lesz folyékony” (10. évf.)
 - „Olvadni csak fagyott dolgok tudnak, míg a szilárd dolgok szoktak oldódni (meg a hangulat =D)” (12. évf.)
 - „Olvadáskor keményből folyékony lesz” (6. évf.)
3. Valamilyen különbséget ír le (pl.: hőmérséklet jelentősége) (115 fő)
 - „Van az olvadás a meleg hatására egy természetes folyamat...” (10. évf.)

Látható, hogy sokan ismerik a halmazállapot-változás jelentését. Ennek ellenére a szilárd halmazállapot fogalma nem minden diák számára egyértelmű. Voltak, akik fagyott anyagról beszéltek. Ők valószínűleg a jégre, a fagyasztóba tett ételre, vagy valami hasonlóra gondoltak. Így például a fémek vagy más anyagok olvadását nehéz lesz számukra értelmezni a későbbiek folyamán.

¹⁸ Ez a válasz akkor lehetne helyes, ha kitérne rá az adott diák, hogy van fizikai és kémiai oldódás is, de ezt nem teszi meg.

Az oldódást a tanulók 10,9%-a írta le tévesen. Az olvadáshoz hasonlóan többféle alkategóriára lehet bontani a téves gondolatmeneteket.

1. Olvadásként magyarázza meg az oldódást (6 fő)
2. Fizikai változás (22 fő)¹⁹
3. Halmazállapot-változás az oldódás (8 fő)
 - „Oldódás: egy anyag, amint felveszi egy másik anyag halmazállapotát.” (10. évf.)
4. Egy anyagból kétféle anyag lesz (6 fő)*
 - „Az oldódásban kettéválnak az anyagok.” (10. évf.)
5. Az anyag meglágyul (1 fő)
6. Új anyag keletkezik; kémiai reakció történik (24 fő)
 - „Oldódásnál az oldott anyag feloldódik az oldószerben, ami pedig megváltoztatja az oldott anyag szerkezetét.” (10. évf.)*
 - „Oldódás: heterogén vegyületek jönnek létre.” (10. évf.)
7. Az oldódás gyorsabb, mint az olvadás (1 fő)
8. Az anyagok egyesülnek, vagy valamely anyag eltűnik az oldódás során (43 fő)
 - „Oldódás: két anyagból lesz egy.” (10. évf.)
 - „Oldódás: egy anyag »beépül« a másikba.” (10. évf.)
 - „Oldódáskor az egyik anyag »eltűnik«.” (10. évf.)
 - „Oldódás, meg az, amikor egy másik anyag hatására eltűnik.” (6. évf.)

Ha a *-gyal jelölt gondolatok esetén a tanulók az elektrolitos disszociációra gondoltak (pl. amilyen a HCl gáz oldódása vízben), akkor igazuk van, de ez nem minden oldódás esetén következik be. Az itt szereplő példákon is látható, hogy vannak olyan tanulók, akik megszemélyesítik az anyagokat, részecskéket. Az is megfigyelhető, hogy ennek pontatlanságával tisztában vannak, mert idéző jelek közé teszik ezeket a gondolataikat.

Az oldódás esetén többen voltak, akik tévesen gondolkoztak. Az egyik leggyakoribb típushiba az anyag egyesülése vagy eltűnése volt.

A helyes magyarázatok is több alkategóriára bonthatók:

1. Példát ad rá (166 fő)

¹⁹ Létezik fizikai oldódás, de ez nem különbözteti meg az olvadástól, hiszen az olvadás is fizikai változás.

2. Oldószerrel és oldott anyagról beszél; vagy keverék, elegy létrejöttéről (268 fő)

- „Az oldódás: oldószer + oldott anyag” (10. évf.)

3. Valamilyen különbséget ír le (pl.: hőmérséklet jelentősége) (132 fő)

A 23. táblázatban jól látható, hogy az életkor előrehaladtával:

- középiskolás korban lecsökken a nem válaszolók százalékos aránya (23,8%-ról 5,3%-ra);
- nem nagyarányban fordul elő, de azért meglepő, hogy a végzős tanulók 2,6%-a szerint nincs különbség a két fogalom között;
- középiskolában 90% fölé emelkedik a helyesen különbséget tévők százalékos aránya (68,9%-ról 92,1%-ra).

23. táblázat • A 7.a kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása évfolyamonként

| Évfolyam | Nincs válasz | Nincs különbség | Van különbség |
|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 6. | 23,8% | 7,3% | 68,9% |
| 8. | 13,5% | 5,0% | 81,5% |
| 10. | 2,8% | 0,3% | 96,9% |
| 12. | 5,3% | 2,6% | 92,1% |

4.3.4 Van-e különbség a párolgás és a forrás között?

Ez volt a 7. kérdés 'b' része:

7.b, Van-e különbség a párolgás és a forrás között? Ha igen, akkor mi a különbség?

Tartalmilag helyes válasz: „Van különbség. Mindkettő halmazállapot-változás, amelynek során a folyékony halmazállapotú anyag gáz halmazállapotúvá válik. Azonban a forrás (adott, pl. légköri nyomáson) egy adott hőmérsékleten, a folyadék belsejében történik, és az ott keletkező buborékok formájában nyilvánul meg. A párolgás pedig minden hőmérsékleten lejátszódik, és a változás a folyadék felszínén következik be.”

Az oldódás és olvadás közötti különbségtételhez viszonyítva ez a feladat nehezebbnek bizonyult a diákok számára. Állításomat a 24. táblázat adatai támasztják alá. Míg az előbbi téma esetén a diákok 83,3%-a tudta, hogy van különbség a két fogalom között, addig ebben az esetben csak a diákok 68,5%-a ismerte fel ugyanezt.

24. táblázat • A párolgás/forrás közötti különbségtételt tartalmazó feladatra adott válaszok százalékos megoszlása

| A kérdésre adott válasz | A válasz kódja | Relatív gyakoriság |
|-------------------------|----------------|--------------------|
| Nincs válasz | 0 | 19,3% |
| Nincs különbség | 1 | 12,2% |
| Van különbség | 2 (helyes) | 68,5% |

A 25. táblázat az indoklások százalékos megoszlását tartalmazza, az egyes esetekre vonatkozóan. Itt a válaszok kategóriái nem részletesek. A helyes és a hibás csoportok többféle gondolatmenetet tartalmaznak. Látható, hogy míg az oldódás és az olvadás eltérő nehézségű fogalom, addig a párolgás és a forrás definíciója esetén a jó válaszok közel azonos százalékban jelennek meg. Mindkét fogalom értelmezését a diákok körülbelül 36%-a adta meg helyesen.

25. táblázat • A párolgás/forrás kérdéskörre adott magyarázatok százalékos megoszlása

| A kérdésre adott válasz | Párolgás | Forrás |
|-------------------------|----------|--------|
| Nincs válasz | 40,8% | 44,6% |
| Téves megfogalmazás | 13,4% | 19,6% |
| Helyes definíció | 35,8% | 35,5% |

A tanulók közel fele nem válaszolt a kérdésre. Ennek következménye az, hogy az ő fogalmi rendszerükről e tekintetben nem tudunk meg semmit. Viszont a diákok 13,4%-a tévesen írt a párolgásról. Ezek a hibák, illetve hiányosságok eltérő eredetűek lehetnek:

1. A forrás közben történik a párolgás; illetve azonos a két folyamat (110 fő)
 - „Nincs, csak másként írjuk” (6. évf.)
 - „Párolgás: pl. víz folyékony halmazállapotából légnemű lesz. forrás: ua.” (6. évf.)
 - „Forrás közben fellép párolgás” (10. évf.)
 - „A kettő ugyan az.” (12. évf.)
2. Hevítjük a folyadékot (3 fő)
3. Forrás a párolgás (90 fő)
 - „Igen, mert a párolgás, amikor az anyag teljesen légnemű lesz...” (10. évf.)

4. Exoterm reakció (3 fő)
5. Kémiai reakció (1 fő)
6. Levegő vagy más gáz halmazállapotú anyag (nem vízgőz) távozik a folyadékból (8 fő)
 - „A párolgás során egy folyékony anyagból gáz formájában távoznak más anyagok...” (10. évf.)
7. Az anyag eltűnik (25 fő)
 - „Ha valami párolog, »elfogy«.” (10. évf.)
 - „Párolgás: meleg hatására eltűnik pár molekula.” (10. évf.)
 - „Van, mert párolgásnál a víz felszáll, forrásnál viszont nem tűnik el és nem száll fel” (10. évf.)
8. Szilárdból gáz halmazállapotú anyag keletkezik (3 fő)

A párolgás esetén többféle alkategória figyelhető meg a (részben) helyes válaszok között is:

1. Csak annyit ír, hogy halmazállapot-változás, ám ezzel nem nevezi meg a különbséget a két fogalom között (20 fő)
 - „Változik a halmazállapot.” (10. évf.)
2. Példát ad (54 fő)
 - „Ha a ruhát kiterítjük nyáron melegben, akkor a melegtől elpárolog. Ha a gázra felteszed a vizet, akkor elkezd forni.” (6. évf.)
3. Leírás alapján a változás a folyadék felszínén történik, elillannak a részecskék (82 fő)
 - „Párolgás: a víz esetén a növekvő hőmérsékletű folyadéknak csak a felszínén történik” (10. évf.)
4. Leírás alapján bármilyen hőmérsékleten történik, és nem csak a forráspontnál (196 fő)
 - „A víz mindig párolog, de csak 100°C-on forr” (10. évf.)

A forrás esetén is megfigyelhető a téves válaszok sokszínűsége, a párolgáshoz hasonlóan:

1. Forrás közben történik a párolgás, azonos a két folyamat (110 fő)
2. Nem történik halmazállapot-változás (5 fő)
 - „Van, mert a forráskor az anyag csak forr, de párolgáskor halmazállapot-változás van.” (10. évf.)

- „Párolgáskor halmazállapot-változás történik, míg forráskor nem.” (12. évf.)
3. Csak melegítjük a folyadékot (36 fő)
 - „A párolgás során egy folyékony anyagból gáz formájában távoznak más anyagok, a forrás során meg felhevítünk egy folyékony anyagot” (10. évf.)
 4. Kémiai változás (1 fő)
 5. Exoterm reakció (2 fő)
 6. A folyadékból levegő távozik (3 fő)
 - „Forráskor a vízből levegő válik ki” (8. évf.)
 7. A folyadék eltűnik (4 fő)
 8. Gyors folyamat (20 fő)
 9. 100°C-on történik a változás (nem említi a vizet vagy más konkrét példát, amire igaz lehet) (18 fő)

Többféle alkategória figyelhető meg a (részben) helyes válaszok esetén is:

1. Halmazállapot-változás, de csak ennyit ír le (16 fő)
2. Csak példát ad (58 fő)
3. A változás a folyadék belsejében történik, a buborék képződését írja le (109 fő)
4. Leírása alapján csak a forráspont hőmérsékletén történik a forrás (187 fő)

Látható, hogy a diákok változatos (és sajnos gyakran hibás vagy hiányos) magyarázatokat adtak. Azért volt néhány meglepő, a forrás szó másik értelmének definiálása segítségével leírt gondolat is. Az azonos alakú szavak miatti félreértés eredménye például a következő:

- „Forrás az erdőben van” (6. évf.)

A 26. táblázat esetében jól látható, hogy az életkor előrehaladtával:

- középiskolás korra lecsökken a választ nem adók százalékos aránya (31,8%-ról 10,5%-ra);
- növekvő tendenciát mutat a helyesen különbséget tevők százalékos aránya (57,3%-ról 84,2%-ra).

Ha összehasonlítjuk a 23. táblázatban látható eredményeket (oldódás – olvadás) a 26. táblázat adataival (forrás – párolgás), akkor látható, hogy az utóbbi fogalompár jelentése nehezebben elsajátítható a diákok számára.

26. táblázat • A 7.b kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása évfolyamonként

| Évfolyam | Nincs válasz | Nincs különbség | Van különbség |
|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 6. | 31,8% | 10,9% | 57,3% |
| 8. | 19,9% | 18,5% | 61,6% |
| 10. | 8,8% | 8,5% | 82,7% |
| 12. | 10,5% | 5,3% | 84,2% |

4.4 Szakkifejezések használata, ismerete

A 7. kérdés 'c' részében a nehézvíz és a kemény víz között kellett különbséget tenni a diákoknak.

7.c, Van-e különbség a nehézvíz és a kemény víz között? Ha igen, akkor mi a különbség?

Tartalmilag helyes válasz: „Van különbség. A nehézvízben a hidrogénatomok egy részét a hidrogén egyik izotópja, a deutérium helyettesíti. A kemény vízben az oldott kalcium- és magnéziumsók koncentrációja jelentős.”

Ezekkel a fogalmakkal a 6. évfolyamos diákok nem találkoztak iskolai keretek között, ezért az ő feladatlapjukból ez kimaradt. Így ezt a kérdést csak 735 fő 8-12. évfolyamos diák válaszolhatta meg. A 27. táblázat mutatja, hogy mennyire tudtak különbséget tenni a fogalmak között. Látható, hogy az előzőleg vizsgált fogalompárokhoz képest ez a feladat nehezebbnek bizonyult. Ennek oka az lehet, hogy ezekkel a fogalmakkal a hétköznapi használatban nem gyakran találkoznak a diákok. Föltehetőleg többnyire csak az iskolában tanulnak róluk, majd elfelejtik.

27. táblázat • A nehézvíz/kemény víz kérdéskörre adott különbségtétel százalékos megoszlása

| A kérdésre adott válasz | A válasz kódja | Relatív gyakoriság |
|-------------------------|----------------|--------------------|
| Nincs válasz | 0 | 49,5% |
| Nincs különbség | 1 | 20,2% |
| Van különbség | 2 (helyes) | 30,3% |

A két fogalom esetén nagyon hasonló arányban (ld. 28. táblázat) válaszoltak helyesen, illetve tévesen a diákok.

28. táblázat • A nehézvíz/kemény víz kérdéskörre adott magyarázatok százalékos megoszlása

| A kérdésre adott válasz | Nehézvíz | Kemény víz |
|-------------------------|----------|------------|
| Nincs válasz | 82,3% | 81,6% |
| Téves megfogalmazás | 8,9% | 9,0% |
| Helyes definíció | 8,8% | 9,4% |

A téves megfogalmazások esetében többféle ok feltételezhető. Legtöbb esetben csak egy-egy diák írt ilyen jellegű téves gondolatot.

A nehézvíz esetén (látható, hogy nem egyformán hibásak a gondolatok, hiszen a 6. és 7. választípus esetén jó témakörben gondolkoznak a tanulók, míg a többi esetében még ezt sem találták el):

1. A hidrogén-peroxid másik neve (1 fő)
2. Ásványi anyagokban gazdag oldat, vagy nincs benne ásványi anyag (15 fő)
 - „Két különböző anyag vizes oldata.” (10. évf.)
3. 4°C-os víz, azaz a legsűrűbb állapota a víznek (1 fő)
4. Folyékony víz (15 fő)
5. Oxóniumionban gazdag víz (2 fő)
6. Tríciumban gazdag víz (1 fő)
7. Víz izotópja (1 fő)
8. A víz súlya/tömege/sűrűsége (21 fő)
 - „A nehézvíznek a tömege nagy, a kemény víznek pedig a sűrűsége nagy.” (10. évf.)
9. Vízről eltérő képlet (3 fő) (A diákok ezt nem részletezték, de ha arra akartak utalni, hogy a „H”-t „D” helyettesíti, akkor jó a válasz.)
10. Atombombához szükséges (5 fő)
 - „Kemény vízből nem próbáltak atombombát készíteni a németek II. világháborúban.” (10. évf.)

A kemény víz esetén:

1. Neutronban gazdag víz (1 fő)
2. Mérgező folyadék (1 fő)
3. Valamilyen vizes oldat (29 fő)
 - „Kemény víz sok mészkő van benne.” (10. évf.)
 - „Kemény vízben nagy a vízkő mennyisége.” (10. évf.)

4. Nem létező fogalom (1 fő)
5. Jég (30 fő)
 - „Kemény víz: Ilyen nem létezik (talán csak a 3 évesek használják a jégre ezt a kifejezést).” (10. évf.)
 - „Kemény víz fagyott.” (8. évf.)
6. Lúgos oldat (2 fő)
7. A csapból csak ez folyik (1 fő) (Feltételezhetően a valamely vízlágyító reklámra asszociál.)

A nehézvíz esetén a leggyakoribb téves teória az, hogy ez a jelző csak a víz tömegére utal. A kemény víz esetén pedig a szilárd halmazállapotára gondoltak néhányan hibásan.

A 29. táblázatban látható, hogy nincs egyértelmű tendencia az évfolyamok és e két fogalom ismerete között. Ennek oka az lehet, hogy 7. osztályban valószínűleg sokan tanultak a diákok az izotópok kapcsán a nehézvízről, 8. osztályban pedig a vízkeménységről (ld. kerettantervek és tankönyvek). 10. osztályra ez a tudás elhalványulhatott. A 12. osztályos tanulók között pedig a fakultációra járók remélhetőleg már tisztában vannak a különbséggel, mert ott ismét tanulhattak róla.

29. táblázat • A 7.c kérdésre adott magyarázatok százalékos megoszlása évfolyamonként

| Évfolyam | Nincs válasz | Nincs különbség | Van különbség |
|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 6. | - | - | - |
| 8. | 50,1% | 17,0% | 32,8% |
| 10. | 51,3% | 24,2% | 24,5% |
| 12. | 39,5% | 17,1% | 43,4% |

4.5 Számolások a kémiaórán

Ahogy már korábban írtam (ld. 18. oldal), a matematika kerettanterv alapján a százalékszámítás a 6. évfolyamosok körében még nem követelmény. Így az erre vonatkozó kérdéseket az ő feladatlapjukba nem illesztettem bele. Így összesen 735 fő feladatlapjain szerepeltek a következő kérdések.

9. Egy iskola tanulóinak 40%-a fiú. Hány lánytanulója van az iskolának, ha az iskolába összesen 800 gyerek jár?

Tartalmilag helyes válasz: „ $800 \cdot 0,6 = 480$ lánytanulója van az iskolának.”

10. A befőzéshez szirupot (cukoroldatot) úgy készítünk, hogy 1 liter (1000 g) meleg vízben feloldunk 400 g cukrot. Hány tömegszázalékos a cukoroldat?

Tartalmilag helyes válasz: „ $\frac{400}{1000+400} \cdot 100 = 28,57$ tömegszázalékos a cukoroldat.”

11. Egy felnőtteknek szervezett összejövetele 1 dl (azaz 100 cm^3) 12 térfogatszázalék alkoholt tartalmazó borból és 3 dl (azaz 300 cm^3) szódavízből készítenek fröccsöt. Hány térfogatszázalék alkoholt tartalmaz ez a fröccs?

Tartalmilag helyes válasz: „ $\frac{12}{400} \cdot 100 = 3$ térfogatszázalék alkoholt tartalmaz ez a fröccs.”

A három feladatban fölített kérdések rendre egy nehezebbek. A kilencedik feladatnak még semmilyen kémiai vonatkozása nincs. A következő kérdés egy teljesen egyszerű százalékszámolás. Nagyon hasonlít az előző feladatra, csak a „tanulókat” „cukoroldatra” cseréltem, így a feladat szövegének van már kémiai tartalma. Az utolsó feladat pedig egy hígításról szól. Ennél már át kell gondolni azt is, hogy hígulás esetén hogyan változik az oldat összetétele.

A kapott válaszok egymáshoz viszonyított százalékos megoszlását a 30. táblázat tartalmazza. Az adatok alapján látszik, hogy az egyre nehezebb feladatokat egyre kevesebben oldották meg, s köztük is egyre kevesebben adtak helyes eredményt. Tehát ahogy egyre „komolyabb” kémiai tartalmat kaptak a kérdések, úgy csökkent a helyes válaszok aránya.

30. táblázat • A számítási feladatokra adott megoldások százalékos megoszlása

| A kérdésre adott válasz | 9. kérdés | 10. kérdés | 11. kérdés |
|-------------------------|-----------|------------|------------|
| Nincs válasz | 12,8% | 37,4% | 57,0% |
| Hibásan gondolkozik | 12,0% | 33,8% | 19,3% |
| Helyes számolás | 75,2% | 28,8% | 23,7% |

A 9. feladat megoldásai között leggyakrabban előforduló hiba az, hogy a tanulók a fiúk számát adták meg, és nem a lányokét. Ilyen jellegű hibát a tanulók 6,8%-a (50 fő) vett.

A 10. feladat esetében:

- a leggyakoribb hiba: az oldat tömegének az oldószer tömegét vették. Ilyen hibát a tanulók 19,9%-a (146 fő) követett el. Így e diákok azt állították, hogy 40 tömegszázalékos oldatot kapunk. Vagyis ők ismerik és feltehetően értik a százalékszámítást (legalábbis az elvét), viszont nem adják meg he-

lyesen, hogy mi is a 100%, mi a teljes oldat tömege. Valószínűleg az a hiba forrása, hogy az oldat fogalmát nem értelmezték helyesen. $(\frac{400}{1000} \cdot 100)$

- jelentős hiba: a tanulók 1,2%-a (9 fő) írt 100 tömegszázaléknál nagyobb értéket. Esetükben megkérdőjelezhető, hogy értik-e/tudják-e a százalék jelentését. Amennyiben ezzel az alapvető matematikai fogalommal nincsenek tisztában, úgy nem meglepő, hogy ezek a diákok nem tudják megoldani a kémiai számolási példákat.
- még egy gyakori hiba: 25 tömegszázalékos lesz az oldat, ilyen választ a tanulók 3,4%-a (25 fő) adott. Ebben az esetben a százalékszámítás alapjai hiányozhatnak: tévesen építik fel a képletet, így az oldott anyagot veszik 100%-nak. $(\frac{1000}{400} \cdot 100)$

A 11. kérdés esetében:

- itt is megjelentő súlyos hiba: a tanulók 1,1%-a (8 fő) írt 100 térfogatszázaléknál nagyobb értéket.
- fontos hiba: voltak olyan tanulók, akiknél az oldat hígítása során az eredetinelül töményebb oldat lett az eredmény. A tanulók 7,8%-a (57 fő) gondolta, hogy a kapott oldat töménysége 12% és 100% között lesz. Esetükben az alapvető kémiai ismeretekben vannak hiányosságok. Ugyanis, ha hígítjuk az oldatot, akkor hogyan töményedhetne?
- fontos megjegyezni, hogy csak egy tanuló gondolt arra, hogy térfogatkontrakció miatt a feladat nem megoldható. A kérdőív kitöltését felügyelő pedagógusoktól kaptam olyan visszajelzést, hogy 12. évfolyamos fakultációs csoportokban volt szó róla, hogy a térfogatkontrakciótól tekintsenek el, és így oldják meg a példát.

A feladatlapokon szereplő megoldásokat vizsgálva látható, hogy a diákok az egyre nehezebb példákat egyre kisebb arányban tudják megoldani. Minél inkább érzik, hogy viszonylag „komplex” kémiai ismeretek szükségesek a feladat megoldásához, annál kisebb hajlandóságot mutatnak a feladat elvégzésére. Egyes válaszok alapján arra következtethetünk, hogy a tanulók úgy vélik, túl összetettek a feladatok, s így az ő tudásukat meghaladja azok megoldása. Pedig a 9. és a 10. feladat között csak a szövegezésben van különbség. Ezt a feltételezést támasztják alá a 6. mellékletben előforduló válaszok/megjegyzések is, mint például az alábbi:

- „Utálom a kémiát, mert sok mindent nem értek benne, főleg a számolásokat meg hasonlókat” (10. évf.)

Azonban (mint ezt már korábban is idéztem) a kémiai számolásoknak több fontos célja van:

- „Konkrét témakörökhöz tartozó tudásterület fejlesztése.”
- „A tanulók problémamegoldó kompetenciájának fejlesztése.”
- „Rutin elsajátítása (vizsgákra, versenyfeladatokra való felkészülés).” (Sebestyén, 2017)

A módszertani szakirodalom többféle tanácsot ad azzal kapcsolatban, hogy hogyan érdemes a számolási feladatokat tanítani. Az egyik, és talán a legfontosabb, ilyen a *fokozatosság elvének* szem előtt tartása. Ez alapján épült fel ez a feladatlap is. Mégis, az első feladat után több tanuló annyira megijedt a következő feladattól, hogy nem folytatta a munkát. A másik szintén nagyon fontos elv: a *vizualitás elve*. (Szalay, 2015) A 6. mellékletben megfigyelhető, hogy van olyan tanuló, aki ezt valóban hasznosítja is, s így eljut el a feladat jó megoldásához.

A 31. táblázatban jól látható, hogy az életkor előrehaladtával:

- csökken a választ nem adók (*kód: 0*) százalékos megoszlása mindhárom számolási példa esetén;
- a 9. kérdés esetén csökken a hibás gondolatmeneteket leírók százalékos megoszlása, míg a 11. kérdés esetében növekvő tendencia figyelhető meg (*kód: 1*);
- mindhárom számolási példa esetén nő a helyes választ adók (*kód: 2*) százalékos megoszlása.

A hibás gondolatmenetek százalékos megoszlásánál érdemes egy kicsit megállni. A pusztán matematikai jellegű, illetve az egyszerű oldatösszetételhez kapcsolt százalékszámítás egyre jobban megy az életkor előrehaladtával. Ez a csökkenő tendencia oka. A hígítással viszont a fiatalabbak közül nagyon sokan nem is próbálkoznak, míg az idősebbek közül ugyan egyre többen, és nő is a helyes megoldások aránya, csak éppen a rossz megoldásoké is növekszik, mert vannak, akik nem jól tanulták meg/nem értik a lényegét.

31. táblázat • A számolási példák megoldásainak százalékos megoszlása évfolyamonként

| Év- folyam | 9. kérdés | | | 10. kérdés | | | 11. kérdés | | | Összes válaszó |
|---------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | |
| 8. | 23,2% | 17,6% | 59,2% | 48,7% | 33,7% | 17,6% | 69,8% | 17,3% | 12,9% | 100% 341 fő |
| 10. | 4,4% | 7,9% | 87,7% | 28,0% | 36,8% | 35,2% | 47,5% | 21,8% | 32,7% | 100% 318 fő |
| 12. | 1,3% | 4,0% | 94,7% | 26,3% | 21,1% | 52,6% | 39,5% | 26,3% | 34,2% | 100% 76 fő |
| Összes | 12,8% 94 fő | 12,0% 88 fő | 75,2% 553 fő | 37,4% 275 fő | 33,8% 248 fő | 28,8% 212 fő | 57,0% 419 fő | 19,3% 142 fő | 23,7% 174 fő | 100% 735 fő |

5. Konklúzió

A tanulók változatos válaszainak elemzése után eltűnődhetünk azon, mennyi minden befolyásolja a diákok gondolkodását. Különbőféle hétköznapi tapasztalatokon keresztül hogyan látják a kémiát, pl. a konyhában, a fürdőszobában és a természetben.

Érdeemes továbbgondolni a bevezetőben leírt kérdést: „Lényeges-e az előzetes tudás?”. Mi a helyzet azokkal a modellekkel, amelyeket csak elképzelni lehet, látni vagy megtapasztalni viszont nem? El tudják-e fogadni a tanulók azt, hogy a tárgyak, amiket megfognak, (pl. asztal, szék stb.) mind részecskékből állnak, pont úgy, ahogyan a levegő is?

Az ilyen szintű megértéshez szükséges az absztrakt gondolkodás, melynek alapvető feltételei a természettudományos tapasztalatok tanulók számára is érthető modelleken alapuló magyarázata, valamint a kulcsfogalmak ismerete, illetve az alapvető összefüggések megértése. Ezek hiányát pótolni, a tévképzeteket pedig korrigálni kell. Ezek előtt hogyan is kezdhethetnénk magasabb szintű kémiai, illetve fizikai tudás elsajátíttatásába? Ezért fontos tudnunk, hogy diákjaink e területeken a fogalmi fejlődés milyen szintjén állnak, és hogy a kulcsfogalmakkal kapcsolatosan milyen tipikus tévképzetek alakultak, alakulhatnak ki.

Ha hibás megközelítéssel találkozunk, nem elég csak a mosoly, és a megjegyzés: „Hogy is lehet ilyet gondolni!”. Az pedig nem elfogadható, ha bosszankodunk rajta, „már megint nem tanulták meg”. Ugyanis a diákok ezeket a válaszokat többnyire helyesnek gondolják. Az általuk gondolt (hibás) konstrukció szerintük tökéletes, és gyakran valóban valamilyen logikus megfontoláson alapul – még ha téves is. Ezért a tanulók sokszor nem értik, hogy mi a baj. Fontos tehát, hogy ne magoltassuk be a helyes fogalmakat és összefüggéseket, hanem vezessük rá azok megértésére és elfogadására a diákokat. Abból kell kiindulni, hogy a hibátlan, logikus gondolkodás a természettudományok alapja.

Az absztrakt fogalmakat nem könnyű elképzelni. Ezért a megfelelő szemléltetés elengedhetetlen a megértésükhöz. Erre többféle lehetőség adott, amelyeket érdemes mind kiaknázni. Legyen szó akár az infokommunikációs technológia (IKT) eszközeinek segítségével, akár a hagyományos ábrákról, tanári, illetve tanulói kísérletekről, modellekről.

Például: A részecskeszemlélet kialakulását és a folytonos anyagszemlélettől való távolodást segítik elő az alábbiak:

- Kísérletek (akár tanulói, akár tanári demonstrációs kísérlet keretei között); pl. a részecskeszemlélet kialakítására/megerősítésére kiváló lehetőséget ad

az „ $50 \text{ cm}^3 + 50 \text{ cm}^3$ mindig egyenlő 100 cm^3 -rel?” című kísérlet (Rózsahegy és Wajand, 1991)

- Tankönyvi ábrák
- Digitális tananyagok: Például az atom- molekula- és halmazszerkezet témaköréhez is sok jó animáció található a „Realika” nevű digitális tananyagcsomagban, amely az alábbi linken érhető el:

http://realika.educatio.hu/ctrl.php/unregistered/preview/coursecs?c=41&pbk_a=0&pbk=%2Fctrl.php%2Funregistered%2Fcourses (Utolsó letöltés: 2019. 02. 16.)

- 3 dimenziós modellek, molekulaképtárak:
http://www.molecularmodels.ca/molecule/molecule_index.html (Utolsó letöltés: 2019. 02. 16.)

Minden témakör esetén érdemes kísérletet végezni vagy végeztetni. A megfigyelések, tapasztalatok följegyzése után a magyarázatokat, modelleket, ábrákkal, animációkkal, szimulációkkal is célszerű szemléltetni. Ha ezeket az eszközöket tanulóink rendelkezésére bocsájtsuk, akkor nagyobb az esély, hogy a kialakuljanak, illetve a szükséges mértékben fejlődjenek, differenciálódjanak a fizikai és kémiai alapfogalmaik. A különféle eszközök és megjelenítési módok a tanár munkáját is megkönnyíthetik. A változatos oktatási és szemléltetési módszerek, valamint munkaformák a tanulók számára motiváló hatásúak is lehetnek, sőt esetenként abban is segíthetnek, hogy mi magunk a beleunást, kiegészít elkerüljük.

Amennyiben a pedagógus tudatosan szeretne figyelni arra, hogy ne csak „bemagoltassa” a tananyagot, hanem azt meg is értsék tanítványai (lehetőleg tévképzet-mentesen), akkor ahhoz többféle segítség is létezik. Könyvek, cikkek születtek arról, hogy milyen téves elképzelések találhatók a tanulók fogalomalkotásaiban. Ezek célja, hogy segítse a tanárokat a tévképzetek tudatos megelőzésében és korrekciójában. Például ilyen alapmű a Hans-Dieter Barke és munkatársai által írt „Misconceptions in Chemistry”²⁰ című könyv, amelyet a Springer Kiadó jelentetett meg 2010-ben (Berlin–Heidelberg). Ebben a könyvben bemutatásra kerülnek olyan kísérletek és módszerek, melyeknek az a célja, hogy feldeírítsék a tévképzeteket, és segítsék azok kiküszöbölését. Dr. Tóth Zoltán – Dr. Ludányi Lajos (2011): Kémia 9-10 című tankönyvei (a Maxim Kiadó gondozásában kiadott tankönyvek) pedig kitűnő tanári segédkönyvként szolgálhatnak erre a célra. E tankönyvek újszerűsége abban rejlik, hogy a szerzők mindenhol feltüntették, milyen téves elképzelések élhet-

²⁰ Tévképzetek a kémiában

nek a tanulók fejében az adott témával kapcsolatban. Így a pedagógus a tankönyvet lapozgatva rájöhet, hogy mit is kell másképpen mondania, mutatnia ahhoz, hogy a tévképzetek kialakulását megelőzze.

Azonban nem csak könyvekben találkozhatunk ilyen hasznos tanácsokkal. Az interneten is sok cikk, írás található ebben a témában. Ilyen például a következő honlap:

<https://beyondpenguins.ehe.osu.edu/issue/water-ice-and-snow/common-misconceptions-about-states-and-changes-of-matter-and-the-water-cycle>²¹

Ebben az angol nyelvű cikkben általános leírást is találunk a téves elképzelésekről (a jelen dolgozat szerzőjének fordításában): „Általában a diákok saját magyarázatot alkotnak a világ működéséről, s e gondolatok eredményei a tévképzetek.” Egy alapvető dologra is felhívja a tanárok figyelmét: „Fontos, hogy a tanárok időt szánjanak arra, hogy felmérjék a diákok természettudománnyal kapcsolatos előzetes elképzeléseit.” Ezen kívül, (sok honlaphoz hasonlóan) itt is találhatunk példákat tévképzetekre, és mellettük azonnal a javított (vagyis a tudomány jelenlegi állásának megfelelő) állításokat is közlik, pl.:

- „Ahogy a diákok gondolhatják: A jégmolekulák hidegebbek, mint a vízmolekulák.”
- „A helyes elképzelés: A jégmolekulák kisebb kinetikus energiával rendelkeznek, mint a vízmolekulák.”

Az eredmények elemzése során megfigyeltem, hogy az egyre idősebb diákok egyre bátrabban válaszolnak a különböző kémia tárgyú kérdésekre. A „Nem válaszolt” (kód: 0) százalékos aránya minden kérdés esetén csökken az életkor előrehaladtával, a helyes elképzelések aránya pedig nő.

A dolgozat elején három kutatási kérdést fogalmaztam meg. Ezekre a következő válaszokat kaptam:

1. Még relevánsak, vagy mára már „elavulttá” váltak a szakirodalomból jól ismert tévképzetek?
 - Megjelenésük mennyisége változatos, azonban még mindig élnek a diákok gondolatai között.
2. Az életkor előrehaladtával történik-e számottevő változás a tévképzetek előfordulásának gyakoriságában?
 - A tévképzetek mennyisége általában csökkenő tendenciát mutat. Viszont megfigyelhető néhány kivétel:

²¹ Utolsó letöltés: 2019. 02. 09.

- a) 8. kérdés: A levegő részecskéi között *levegő* található. Az ilyen típusú válaszok aránya növekszik az életkor előrehaladtával. Ennek oka az lehet, hogy többen oxigént vagy más gázt feltételeznek a levegő részecskéi között. Ha ezeket összesítve vizsgáljuk, akkor valójában csökkenő tendenciát tapasztalunk. Azonban az kérdés lehet, hogy ezek a válaszok logikai hibából születtek-e, vagy a folytonos anyagkép kreatív mentését jelzik.
- b) 3. kérdés: „*A száraz levegő nehezebb, mint a nedves levegő*” állítást az életkor előrehaladásával sajnos egyre nagyobb arányban vélték igaznak a tanulók.

3. A tanulási folyamatok során keletkeznek-e újabb tévképzetek?

- Nem találok olyan téves gondolatmenettel, ami a tanulási folyamat során, a 6. évfolyamnál idősebb életkorban keletkezik.

Munkám végzése közben lehetőségem adódott több tipikus tévképzet összegyűjtésére is. Az alábbiakban témakörönként sorolom fel azokat a leggyakrabban előforduló hibákat, amelyek kiküszöbölése érdekében a gyakorló pedagógusnak érdemes küzdenie. E felvetések minden tanárra vonatkoznak, akik olyan természettudományos tárgyakat (természetismeret, fizikát vagy kémiát) tanítanak, amelyek ezeket az alapfogalmakat kiépítik, illetve használják.

Az anyagi halmazok szerkezete, összetétele

I) A jég molekulái

„*A jég molekulái kemények és fagyottak.*” Ezt Lee 1993-ban írta le, és ez a tévképzet a mai napig megfigyelhető sok diák válasza között. Vannak olyan tanulók, akik szubmikroszkopikus részecskéket olyan makroszkopikus tulajdonságokkal ruháznak fel, mint a *térfogat, hőmérséklet, keménység*.

Az ilyen fogalmi zavar felderítésére és kiküszöbölésére érdemes (és kell is) figyelmet fordítani. A diákjainknak segítséget kell nyújtani a kijavításukban. A szakirodalom és saját vizsgálataim alapján megfigyelhető, hogy az életkor előrehaladtával (a tanulással és az újabb tapasztalatok szerzésével töltött idő függvényében) csökken a gyakoriságuk, de a teljes eltűnésük sajnos nem következik be. A korrekció ütemét lehet növelni, ha a diákok felvetéseinek rendszerezéséhez igénybe vesszük az anyagok és jelenségek háromszintű, a 15. táblázatban megjelenített leírását (ld. 43. oldal). Ennek segítségével a tanulók könnyebben tudnak különbséget tenni a makroszkopikus szint és a részecske szint között.

II) Az atomok mint élőlények

A molekulák, atomok megszemélyesítése gyakran használt eszköz ahhoz, hogy a kémia kevésbé elvont és könnyebben megérthető legyen a diákok számára. Ezért maguk a tanulók is gyakran élnek vele. Ez viszont aggodalomra adhat okot, hiszen elképzelhető, hogy a kémiai részecskéknek tulajdonított ilyen tulajdonságokat a diákok valóságosnak gondolják. Jó hír azonban azoknak a tanároknak, akik ettől tartva nem használták eddig a megszemélyesítést, hogy a vizsgálatom szerint csak nagyon kevés (és főként csak 6. osztályos) tanuló vélte úgy, hogy az atomok élnek. Az eredmények láttán nyugodtan lehet tehát alkalmazni a kémiai részecskék megszemélyesítését. Így közelebb kerülhetnek tanult fogalmak a diákokhoz. Természetesen többször nyomatékosítani kell, hogy a részecskék nem élőlények, csak így könnyebb elképzelni a tulajdonságaikat és a viselkedésüket.

III) Levegő

A folytonos anyagszemlélettől való eltávolodás a diákok többségének nehézséget okoz. Sajnos nem csak a fiatalabb tanulónál tapasztalható ez, akik úgy vélik, hogy a *levegő részecskéi között levegő, oxigén, vagy valami más anyag van*, hanem idősebb korban is előfordul. E téren a másik jellemző hibás elképzelés (ami az előzőhöz mérten azért kisebb arányban jelent meg), hogy valamilyen makroszkopikus dolog. pl. *vízpára van a részecskék között*. E tanulók esetében a mérettartományok megértése tekintetében lehet fogalmi zavar.

IV) Nedves- és száraz levegő

A diákok közül sokan nem gondolkoztak helyesen ebben a kérdéskörben. Kevesen válaszolták azt, hogy a nedves levegő könnyebb, mint a száraz levegő.

Két tipikus hiba merült fel:

- *A levegőnek nincs súlya.*
- *Azonos tömegű a nedves és a száraz levegő.*

A saját eredményeim tehát abban a tekintetben is alátámasztották a szakirodalomban olvasottakat, miszerint a primitív axiomák („p-primek”) előfordulására érdemes figyelni. Ezek olyan általánosítások, amelyeknek bárki, bármikor áldozatul eshet. Sőt, „a természetes jó és a mesterséges rossz” p-prím még a kémia társadalmi meg-

ítélését is negatív irányba befolyásolja. Ez a hibás elképzelés segíti a kemofóbia²² terjedését.

Anyagi változások

I. Égés

„*Amikor az anyagok eltűnnek (pl. párolgás, égés során), megszűnnek létezni.*” Ezt a gondolatot Piaget írta le 1974-ben. Ilyen jellegű tévképzetek a mai napig megfigyelhetők, pl.: *Az anyag részecskéi „elpusztulnak”, az anyag „összeszűroődik”* Szerencsére ezek a vizsgálatom szerint az idősebb tanulók körében már nem jelentek meg.

II. Oldódás

„*Az olvadás és az oldódás ugyanazok a folyamatok.*” Ezt a téves gondolatot Lee 1993-ban írta le. Az én kutatásomba bevont diákok többsége tudta, hogy van különbség e két fogalom között, de azért előfordultak olyanok is, akik nem voltak képesek megmagyarázni a különbséget, vagy egyenesen azonosnak vélték a két folyamatot.

„*Oldódáskor eltűnnek az anyagok*” Ez, a Prieto által 1989-ben leírt tévképzet is megfigyelhető volt az általam vizsgált diákok válaszai között. A következő, Kokotas által már 1998-ban leírt hibás elképzelésre is találtam példát: „*Amikor a só feloldódik, folyékony sóvá válik*”. Továbbá arra is, hogy „*oldódáskor egyesülés történik*” az oldott anyag és az oldószer között. Pedig az olvadás és az oldódás fogalmakkal többször is találkozunk a diákok a közoktatás során. Úgy tűnik azonban, hogy a hibásan rögzült elképzelések gyökerei sok tanuló esetében megmaradnak, s így nem tűnnek el teljesen. Mindebből arra következtethetünk, hogy a szakirodalomból ismert, „klasszikus” tévképzeteket a mai gyakorló kémia tanároknak is ismerniük kell, és mindannyiunknak tudatosan föl kell venni a harcot ezek ellen.

Halmazállapot-változás

I. Fagyás

A kémia tanárok számára abszurdnak tűnik az az elképzelés, hogy tojás sütésekor fagyás történik. A feladatlapok összeállításakor ezért komoly dilemmát okozott, hogy szerepeljen-e egyáltalán ez a kérdés. Végül bele került, és a triviálisnak tűnő nemleges válasz ellenére a diákok közül néhányan mégis helyeselték ezt az állítást. Az életkor előrehaladtával azonban ez a hiba egyre kisebb arányban fordult elő, míg végül a 12. évfolyamra teljes mértékben eltűnt. Láthatóan van eredménye annak, hogy

²² A kemofóbia: a kémiától és a vegyszerektől való félelem.

Forrás: <https://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/tudakozo/szavak/erzelmek.html> (Utolsó letöltés: 2019. 02. 09.)

a fagyással az évek során többször is találkoznak a diákok, s egyre mélyebb szintű tudást szereznek róla. Valószínűsíthető azonban, hogy a tévképzet 12. évfolyamosok körében tapasztalt teljes eltűnése annak köszönhető, hogy ezek a diákok már tanultak a fehérjék hődenaturációjáról is. (Érdekesség: a tojás sütésekor megfigyelhető makroszkopikus változásokhoz hasonlók történnek nagyon alacsony hőmérsékleten is, pl. folyékony nitrogén hatására.)

II. Olvadás

Az eredmények alapján az olvadás sokkal könnyebben megérthető fogalom a diákok számára, mint az oldódás. Többen írták le helyesen, hogy mi történik e folyamat során, akár a fogalom definíciójával, akár példákon keresztül.

Miközben ezt a kérdést vizsgáltam, két érdekes téves elképzeléssel találkoztam:

- *Fagyásként írja le az olvadást (azaz az ellentétes folyamatot írja le).*
- *Úgy gondolja, hogy „új anyag keletkezik” az olvadás közben.*

III. Forrás vagy párolgás

Az előző bekezdésben vizsgált fogalompárhoz képest (oldódás és olvadás) ez a fogalompár nehezebbnek bizonyult. A diákok majdnem 20%-a szerint nincs különbség a két fogalom között.

A párolgásnál a leggyakoribb téves elgondolás az, hogy *„az anyag eltűnik párolgás közben”*.

Forrás esetén több tévképzet is jelentős gyakorisággal jelent meg:

- *A forrás „nem halmazállapot-változás”, forrás közben „csak melegítjük a folyadékot”.*
- *„Eltűnik a folyadék”, amikor forraljuk.*
- *Amikor vizet forralunk, a buborékokban „levegő” / „oxigén” található.*
Ezt a tévképzetet Osborne írta le 1983-ban, de saját tapasztalataim szerint a mai napig jelen van a diákok tudatában.

Alapvető szakkifejezések

I. Nehésvíz vagy kemény víz

A diákok fele nem adott választ arra a kérdésre, hogy van-e különbség a nehésvíz és a kemény víz között. Valószínűleg sokuk számára e fogalmak nem ismerősek. Tóth Zoltán írta le²³ a következő tévképzetet: *”A nehésvíz ugyanaz, mint a kemény víz.”* A saját eredményeim szerint ezt a diákok kb. 20%-a vélte igaznak.

²³ Tóth Zoltán (2002): Módszerek és eljárások 12., Debreceni Egyetem, Debrecen

A következő két érdekes tévképzettel is találkoztam:

- A nehézvíz kifejezés a víz „súlyára”, „tömegére” utal.
- A kemény víz pedig nem más, mint a „jég”.

Százalékszámítás

Munkám során újfent bebizonyosodott, hogy szükséges és hasznos a matematikai módszereket alkalmazni a matematikaórán kívül is. A természettudományos tárgyak (mint például a kémia) tanításakor pedig eleve elengedhetetlen a mennyiségi szemlélet kialakítása.

Azonban a fokozatosság elvét²⁴ e téren is érdemes szem előtt tartani a tanítás során. Ezért a feladatlapon én is úgy helyeztem el a három, százalékszámítással kapcsolatos példát, hogy a tanulók először a legkönnyebbel találkozzanak, és a legnehezebb legyen közülük az utolsó. Ezáltal könnyebb volt megállapítani, hogy melyik az a szint, amelyet már nem tudtak átlépni bizonyos diákok. Az eredmény nagyon meglepett. Amikor a három ilyen feladat közül az elsőben egy „steril” matematikaórai példával találkoztak tanulók, akkor többségük könnyedén megoldotta azt. Ez nem meglepő, hiszen csak a négy alapműveletet igénylő egyszerű számítási feladatról volt szó. Azonban amikor a feladatot átszövegezzük (mint én tettem a következő példában), akkor máris „ijesztő” lett a többségük számára. Azt tapasztaltam tehát, hogy ha egy feladat kémiai számítási példának látszott, akkor jelentősen kevesebben tudták megoldani azt. Pedig az elvégzendő matematikai műveletek nem lettek nehezebbek. Amennyiben pedig tényleg kémiai kontextusba helyezzük a százalékszámítási feladatot (mint a feladatlapon lévő harmadik példa esetében), akkor a diákok jelentős része nem tudja megoldani helyesen, vagy hozzá sem kezd a számoláshoz. Ezek alapján arra következtethetünk, hogy a tanulók többségében még nem tudatosodott, hogy amit a matematikaórán megtanult és tud, azt a kémiai számítási feladatok során is lehet és kell alkalmazni. Ha ez a felismerés nem történik meg, az sikertelenséghez és kudarcokhoz vezethet. Ez is az egyik oka lehet a kémiától való elfordulásnak.

Az általam vizsgált másik nagy probléma az önellenőrzés hiánya, ami komoly hibák rögzülését eredményezheti. Az eredmények elemzése alapján az látszik, hogy a tanulók nagy hányada még nem érti, hogy a kémiában valós mennyiségekkel számolunk, és csak a valóságban is előforduló, reális eredményeket várhatunk. Például:

²⁴ Szalay Luca(2015): A kémiatanítás módszertana, ELTE, Budapest
http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas_modszertana_jegyzet.pdf (Utolsó letöltés: 2019. 02. 09.)

- nem fogadhatunk el 100%-nál nagyobb értéket az oldatok tömeg- és térfogat-százalékos összetételének megadásakor,
- hígítás esetén csökkennie kell az oldat százalékos összetételének.

A kémiai számítási példákban nem születhet fiktív eredmény, mint ahogyan az a matematikaórán (néha) megtörténhet (16. ábra). Ezért a kapott értéket olyan szempontból is meg kell vizsgálni, hogy előfordulhat-e az a valóságban. Nyilvánvalóan lehetetlen az, hogy hígítás után az oldat töménysége nőjön, vagy éppen 250 tömegszázalékos cukoroldatot állítsunk elő.



16. ábra • Forrás: <http://kozepsuli.hu/matek-szoveges-feladatok-fail-czekkel-a-feladatokkal-az-életben-nem-talalkoznal/> (Utolsó letöltés: 2019. 02. 09.)

A dolgozatom minden elemző fejezetének végén található egy-egy táblázat, ami azt tartalmazza, hogy a tanulók (korcsoportokra bontva) hány százaléka válaszolt helyesen vagy hibásan, illetve hány százaléka nem válaszolt. Ezek általános, és gyakran előre megjósolható (sőt elvárható) tendenciákat mutatnak. A helyes válaszok százalékos aránya minden esetben növekszik az életkorral; a választ nem adóké pedig csökken. Érdekes azonban az egyes feladatok esetében mért százalékos arányokat egymással is összevetni, hogy lássuk, mely fogalmak alakulnak ki viszonylag sok diák gondolkodásában már általános iskolában, és melyek csak a középiskolában, vagy akkor sem minden tanuló esetében. (Az alábbi összehasonlításban a hibás válaszok nem szerepelnek, mert a hibák okai szerteágazóak lehetnek.)

A helyes válaszok esetén a 17. ábra alapján az alábbiakra következtethetünk:

- A 7.a, 7.b, és 7.c²⁵ feladatoknál látható, hogy a fogalmak egyre nehezebbek, így a helyes válaszok arányát tekintve csökkenő tendencia figyelhető meg. A 7.c (nehézvíz és kemény víz) fogalom páros közötti különbségtétel jelen-

²⁵ 7. Van-e különbség az alábbi két-két fogalom között? Ha igen, akkor mi a különbség?
a) Olvadás és oldódás; b) Párolgás és forrás; c) Nehézvíz és kemény víz

tősen nehezebb, mint az előtte levő két fogalompár esetén. Föltételezhető, hogy a „nehézvíz” fogalmával tanórákon a diákok nagy része csak középiskolában találkozik.

- A számolási példák (9., 10., 11. feladatok²⁶) esetén jól látható, hogy a csak tisztán matematikai példát (9. feladat) a diákok jelentős része meg tudja oldani, majd a 10., illetve 11. feladatot rendre egyre kisebb arányban számolták ki a tanulók helyesen. Azonban a 8. és 10. évfolyam esetén a 10. és a 11. feladat megoldottsági arányai között nincs jelentős különbség (bár mindkettő sokkal alacsonyabb, mint a 9. feladaté). Ennek oka, hogy csak a 12. évfolyam esetén figyelhető meg monoton csökkenés a számolási példák nehezéde során az lehet, hogy a mindenki számára kötelező középszintű matematika érettségén a 10. feladat előfordulhat, viszont a 11. feladat (egy hígítási példa) már meglepő lenne. Ezért a 10. feladatot arányaiban jóval többen oldották meg az érettségire készülő 12. évfolyamban, mint a 11. példát. (Utóbbit többségében a kémia érettségire készülő fakultációs csoport tagjai számolták ki százalékban helyesen.)
- A részecskeszemlélet kialakulásával az 1., 2., 3. és 8. feladat²⁷ foglalkozott. Mind a négy kérdés esetén növekvő tendencia figyelhető meg a helyes megoldások százalékos arányában az életkor előrehaladtával, és ebben ugrás tapasztalható a 8. és a 10. évfolyam között. Ez legnagyobb mértékben a 8. feladat esetében nyilvánul meg. Ugyanis ez a feladat közvetlenül arra kérdez rá, hogy hogyan gondolkodik a diák. Vizsgálataim eredményei alapján elmondható, hogy az általános iskolások kis százaléka van a fogalmi megértésnek azon szintjén, hogy alkalmazni is tudja az anyag részecskemodelljét, viszont ezt az absztrakciós gátat a középiskolára több diáknak sikerül átlépnie.

²⁶ 9. Egy iskola tanulóinak 40%-a fiú. Hány lánytanulója van az iskolának, ha az iskolába összesen 800 gyerek jár?

10. A befőzéshez szirupot (cukoroldatot) úgy készítünk, hogy 1 liter (1000 g) meleg vízben feloldunk 400 g cukrot. Hány tömegszázalékos a cukoroldat?

11. Egy felnőttnek szervezett összejövetele 1 dl (azaz 100 cm³) 12 térfogatszázalék alkoholt tartalmazó borból és 3 dl (azaz 300 cm³) szódavízből készítenek fröccsöt. Hány térfogatszázalék alkoholt tartalmaz ez a fröccs?

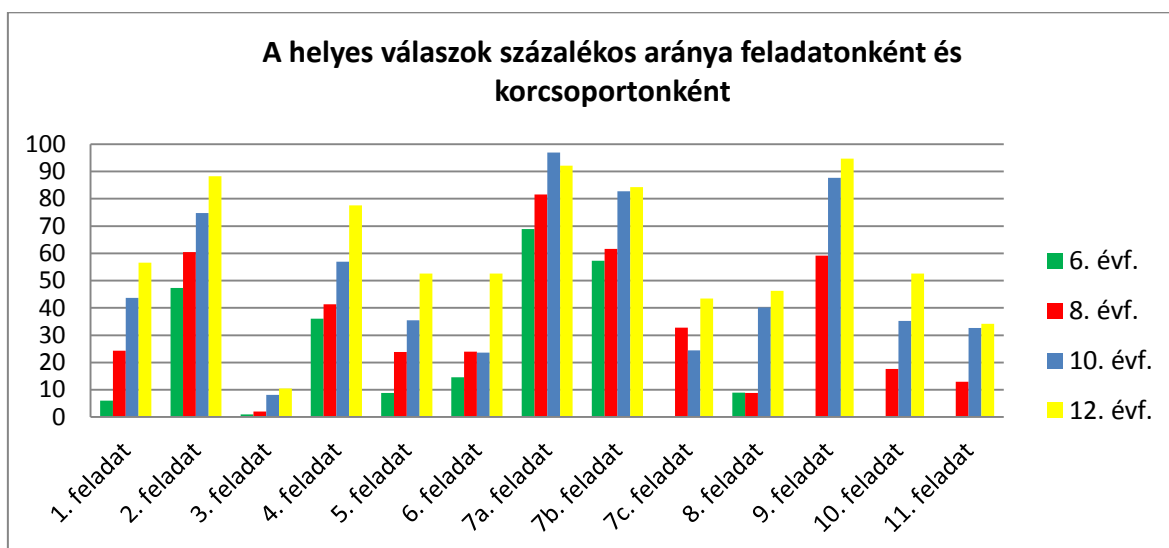
²⁷ 1. A jég molekulái kemények és fagyottak. I / H

2. Az atomok azért mozognak, mert élnek. I / H

3. A száraz levegő nehezebb, mint a nedves levegő. I / H

8. Mi található a levegő részecskéi között?

- A legkevesebb helyes válasz a 3. kérdésre érkezett. A 17. ábrán jól látható, hogy erre a kérdésre jóval kisebb arányban kaptam helyes válaszokat, mint a többi feladatra. Ebben az esetben egy, a szakirodalomból ismert a primitív axióma nagy gyakoriságú előfordulását sikerült kimutatnom. Ennek kialakulását tehát tényleg érdemes megpróbálni megelőzni. Célszerű például arra emlékeztetni a tanulókat, hogy a felhők nem is léteznének, ha a nedves levegő nehezebb lenne a száraznál. Ez az egyik diák okos válaszában olvasható is volt (ld.: 41. oldal). Ez egyúttal a földrajz és a kémia közötti tantárgyi koncentráció szép példája lehet.
- A halmazállapot-változás a többi témakörhöz képest viszonylag könnyen kezelhetőnek bizonyult, hiszen a 4., 6., 7.a és 7.b²⁸ feladatok esetén nagy százalékos helyes megoldottsággal találkoztam.



17. ábra • A helyes választ adó tanulók százalékos aránya a feladatok száma és a korcsoportok függvényében

A választ nem adó tanulók esetében a 18. ábráról a következők olvashatók le:

- A 7.a, 7.b, és 7.c feladatok esetében látható, hogy a fogalmak ebben a sorrendben egyre nehezebbek, hiszen növekvő tendencia figyelhető meg a választ nem adó diákok százalékos arányaiban. A 7.c feladat kifejezéseivel (nehézvíz és kemény víz) az általános iskolás tanulók jó része föltehetőleg még nem is találkozott az iskolában. Ezzel magyarázható, hogy a 7.c feladat

²⁸ 4. A tojássütés fagyás, mert folyékony halmazállapotú anyagból szilárd halmazállapotú anyag keletkezik.
I / H

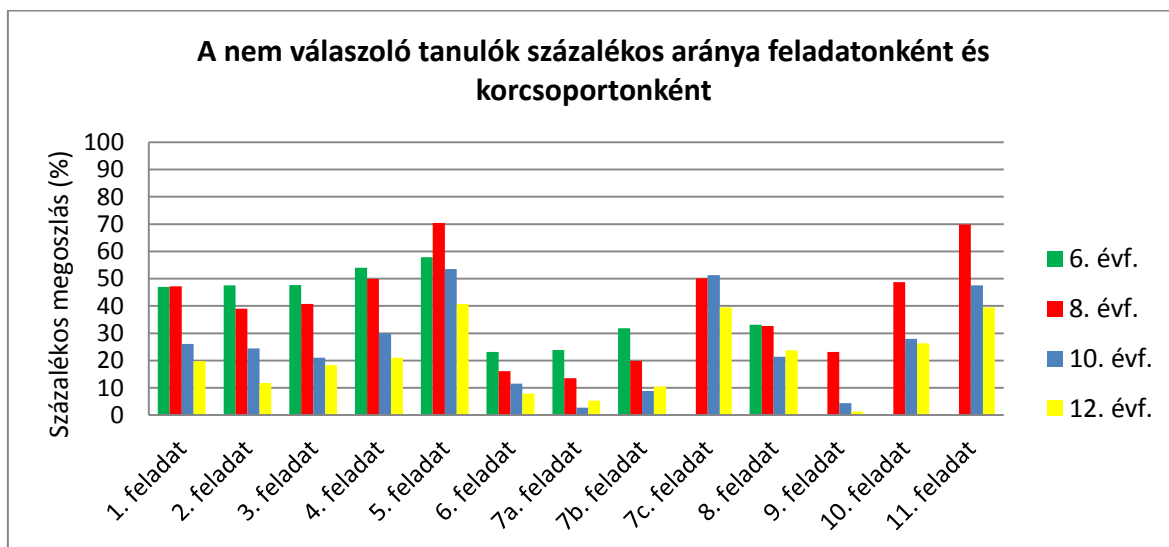
6. Mi van a forrásban lévő víz buborékjában?

7. Van-e különbség az alábbi két-két fogalom között? Ha igen, akkor mi a különbség?

a) Olvadás és oldódás; b) Párolgás és forrás c) Nehézvíz és kemény víz

oszlopai a 18. ábrán jelentősen magasabbak, mint a megfelelő 7.a és 7.b oszlopok.

- A 9., 10. és 11. számolási feladatok oszlopdiagramjain látható, hogy ezek a példák a fentebb már elemzett okok miatt egyre nehezebbek, és emiatt növekvő tendencia figyelhető meg a választ nem adók arányában.



18. ábra • A nem válaszoló tanulók százalékos aránya a feladatok száma és a korcsoportok függvényében

A feladattípusok nagyban befolyásolták a válaszadási képességet (és hajlandóságot). Az első 5. feladatnál²⁹, ahol magyarázatot is kellett adni az eldöntendő kérdések mellé, a diákok jelentős hányada nem tudott (vagy nem akart) indoklást írni. Ez főleg az általános iskolás tanulók körében igaz. Az 5. feladat esetében minden évfolyam esetén kiugróan magas volt a válaszadási képesség (hajlandóság) hiánya. Ezen belül a 8. évfolyam oszlopa különösen magas, mivel ők nehezebb kérdést kaptak, mint a 6. évfolyamos diákok. Az eredmények alapján valószínűsíthető, hogy az égés kémiai lényegének megértése nem könnyű feladat. Elképzelhető persze, hogy a válaszadási képességet (hajlandóságot) a tudás hiánya vagy bizonytalansága mellett az egyszerű lustaság is csökkenti. Ezért szerepel zárójelben a „hajlandóság” szó. Az 5. feladathoz képest sokkal nagyobb válaszadási képesség (hajlandóság) figyelhető meg a többi olyan feladat esetén, ahol csak egy-egy szót kellett megadni válaszként.

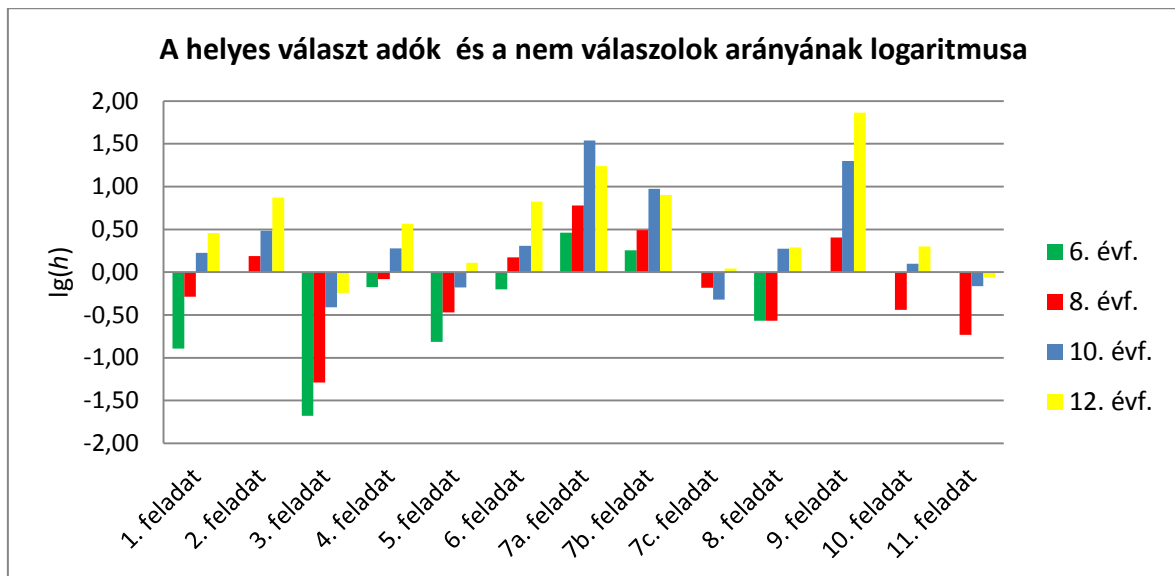
²⁹ 1. A jég molekulái kemények és fagyottak. I / H
 2. Az atomok azért mozognak, mert élnek. I / H
 3. A száraz levegő nehezebb, mint a nedves levegő. I / H
 4. A tojássütés fagyás, mert folyékony halmazállapotú anyagból szilárd halmazállapotú anyag keletkezik. I / H
 5. A magnézium kétféle részecskéből áll: az egyik égéskor elillan, a másik visszamarad, mint MgO. I / H
 5. Égés során az anyag egy része eltűnik, és hamu marad vissza. I / H (6. évfolyam)

Ha a két grafikon adatainak hányadosát vesszük, akkor érdekes eredményeket kaphatunk. Csakhogy ezt nehéz lenne úgy ábrázolni, hogy a diagramról hasznos adatokat tudjunk leolvasni, így az alábbiakban egy új változót vezetek be.

$$\lg h = \lg \left(\frac{\text{Helyes választ adók (\%)}}{\text{Választ nem adók (\%)}} \right) \sim \text{Helyes válaszadási képesség (és hajlandóság)}$$

Magyarázat a helyes válaszadási képesség értékekhez (a továbbiakban a „hajlandóság” kifejezést a könnyebb értelmezhetőség érdekében nem tüntetem fel):

- 1-nél nagyobb érték: több mint tízszer többen adtak helyes választ az adott korosztályban, mint ahányan nem választottak.
- 0 és 1 közötti érték: többen adtak helyes választ az adott korosztályban, mint ahányan nem választottak, de az arány kisebb mint tízszeres.
- 0 érték: ugyanannyian adtak helyes választ az adott korosztályban, mint ahányan nem választottak.
- (-1) és 0 közötti érték: többen nem választottak az adott korosztályban, mint ahányan helyes választ adtak. de az arány kisebb mint tízszeres.
- (-1)-nél kisebb érték: több mint tízszer többen nem választottak az adott korosztályban, mint ahányan helyes választ adtak.



19. ábra • Csoportosított oszlopdiagram a helyes válaszadási képességről

A $\lg h$ értékek ábrázolásakor (a 19. ábrán) több érdekes dolog figyelhető meg:

- Nagy ugrások láthatók az általános és középiskolás tanulók között a helyes válaszadási képességben.

- Minden feladat esetén növekvő tendencia figyelhető meg az életkor előrehaladtával. Ez alól csak a 7.a és 7.b³⁰ feladatok a kivételek, amelyek esetében a 10. évfolyamosok helyes válaszadási képessége nagyobb, mint a 12. évfolyamosoké. Ennek oka az is lehet, hogy az idősebb tanulók esetleg nem érezték „kötelezőnek”, hogy minden feladatot megoldjanak, amelyeket képesek lettek volna. Nehezen hihető ugyanis, hogy éppen a legegyszerűbb fogalmakat felejtették volna el 12. osztályos korukra.
- A 6. évfolyamosok helyes válaszadási képessége a legtöbb esetben negatív értéket vesz fel. Ez alól csak a 7.a és 7.b feladatok a kivételek. Ennek lehetséges oka az, hogy ezekben az esetekben csak különbséget kellett tenni, és nem a helyes fogalomalkotás volt a cél. A 8. évfolyamosok esetén is gyakran negatív értéket vesz fel a $lg h$ a többi feladat esetében, azaz többen nem adtak választ, mint ahányan helyesen válaszoltak. Náluk figyelemreméltó kivétel a 9. feladat³¹, vagyis az egyszerű százalékszámítás.
- A 7.a, 7.b és 9. feladatok tehát a diákok számára könnyen és jól teljesíthetőnek bizonyultak, hiszen itt minden korosztály eredménye pozitív értéket mutat. A 7.a és 9. feladat esetén a középiskolás tanulók 1-nél nagyobb értéket értek el. Kiugróan magas a 12. évfolyam 9. feladaton mért helyes válaszadási képessége. Ennek oka az lehet, hogy az egyszerű százalékszámítás középszinten is kötelező követelmény a matematika érettségi vizsgán.
- A legnehezebb feladatnak a 3. kérdés³² bizonyult. Ez is azt mutatja, hogy a primitív axiómák mennyire befolyásolják a diákok (és az emberek) gondolkodását. Itt az általános iskolások körében több mint tízszer többen nem adtak választ, mint ahányan helyesen válaszoltak. Egyedül ennél a feladatnál figyelhető meg ennyire nagy negatív érték. (Az átlagos moláris tömegek összehasonlításán alapuló indoklás persze nem várható el e korosztályok esetében, hiszen ők még nem tanulták a gázelegyek összetételével kapcsolatos számításokat. Azonban „ha igaz lenne az állítás, akkor nem lennének felhők” típusú válasz már nekik is eszükbe juthatott volna. Ehelyett azonban

³⁰ 7. Van-e különbség az alábbi két-két fogalom között? Ha igen, akkor mi a különbség?

a) Olvadás és oldódás; b) Párolgás és forrás

³¹ 9. Egy iskola tanulóinak 40%-a fiú. Hány lánytanulója van az iskolának, ha az iskolába összesen 800 gyerek jár?

³² 3. A száraz levegő nehezebb, mint a nedves levegő. I / H

sokan indultak ki tévesen a „nedves ruha/fa/stb. nehezebb, mint a száraz” analógiából.)

- Az 1., 2., 3. és 8. feladat³³ foglalkozott a részecskeszemlélet vizsgálatával. Ha megfigyeljük a 19. ábrán lévő grafikont, akkor látható, hogy az általános iskolások körében itt többségében negatív értékekkel találkozhatunk, azaz kicsi a helyes válaszadási képesség (többen nem válaszoltak, mint ahányan helyes választ adtak). Szerencsére a középiskolások esetén jelentősen nagyobb értékeket kaptam, mint az általános iskolások körében. Ez is a részecskemodell elvontságát támasztja alá, és azt, hogy ennek következtében sok tanuló csak idősebb életkorban tudja sikeresen alkalmazni azt, mivel az anyag folytonosságáról alkotott tévképzet sokáig megmarad (akár kreatív mentés árán is).
- A számolási példák esetében jól látható a kognitív gát működése. A tipikusan matematikaórai példát a diákok többsége meg tudta oldani, mert tisztában voltak vele, hogy a szükséges ismeretet melyik „fiókból” húzzák elő. Azonban a 10. és a 11. feladatnál³⁴ már a kémia területén kellene alkalmazni a matematikából tanultakat, s így a tanulók nagy része nem találta meg a megfelelő „fiókot”.

³³ 1. A jég molekulái kemények és fagyottak. I / H
2. Az atomok azért mozognak, mert élnek. I / H
8. Mi található a levegő részecskéi között?

³⁴ 10. A befőzéshez szirupot (cukoroldatot) úgy készítünk, hogy 1 liter (1000 g) meleg vízben feloldunk 400 g cukrot. Hány tömegszázalékos a cukoroldat?
11. Egy felnőttnek szervezett összejövetele 1 dl (azaz 100 cm³) 12 térfogatszázalék alkoholt tartalmazó borból és 3 dl (azaz 300 cm³) szódavízből készítenek fröccsöt. Hány térfogatszázalék alkoholt tartalmaz ez a fröccs?

6. Összefoglalás

Szakedolgozatomban azt vizsgáltam, hogy a tanulók hogyan gondolkodnak a már tanult alapvető fizikai és kémiai fogalmakról. Az elemi összefüggésekről alkotott téves elképzelések felderítése és elemzése volt a céлом. Egy általam összeállított, a diákok által kitöltött kérdőívek tanulmányozása során dolgoztam föl az egyes feladatok kapcsán megjelenő tévképzeteket.

Kijelenthető: a tanulók kémiai tudása minden korosztály esetén igen nagy heterogenitást mutat, illetve ugyanez jellemző a tévképzetek megjelenésére is. A konklúziót tartalmazó fejezetben felsoroltam a leggyakrabban előfordulók közül a véleményem szerint legjelentősebb, tipikus hibákat. Ezekre érdemes odafigyelni. Ha a dolgozatomban megfogalmazott egyszerű tanácsokat szem előtt tartjuk, akkor nagyobb eséllyel előzhetjük meg a tévképzetek kialakulását, és a már meglévőket is sikeresebben kijavíthatjuk. Fontos, hogy a korrigálásban a diákokat partnerként kezeljük, és őket is meggyőzve, közösen tegyünk ilyen irányú erőfeszítéseket, mert különben valószínűleg nem érünk el tartós változást.

Találtam olyan eredményeket, amelyekre a vonatkozó szakirodalom alapján számítani lehetett. Így az életkor előrehaladtával a tanulók egyre bátrabban formálnak véleményt az egyes kémiai feladatok kapcsán, és válaszaik is egyre nagyobb százalékban helyesek. Azonban olyan következtetéseket is le tudtam vonni, amelyek nem voltak ennyire magától értetődők. Például:

- a kognitív gát nagyon erősen befolyásolja az alapvető számolási példák megoldását;
- a részecskeszemlélet az életkor előrehaladtával csak elég lassan, fokozatosan veszi át a folytonos anyagszemlélet helyét;
- hasznos a diákoknak ismételten, többféle megközelítésben is tanítani a halmazállapot-változásokat.

Összességében dolgozatomban egy olyan válogatást sikerült létrehoznom, amely felhívja a figyelmet néhány, a kémia tanítása és tanulása során előforduló nagyon fontos hibalehetőségre. Ha ezeket a problémákat sikerül időben és megfelelő alapossággal orvosolni, akkor lehet, hogy a tanulók szívéhez is közelebb kerülhet a kémia tantárgy. Az se nagy baj, ha mégse sikerülne minden diákunkkal megszerettetnünk kémiát, hiszen a körültekintő és logikus gondolkodás fejlesztésében azért biztosan segíthetünk nekik is. Erre a képességre ugyanis az élet más területein is szükségük van.

„Non scholae, sed vitae discimus.”

„Nem az iskolának, hanem az életnek tanulunk.” (Seneca)

7. Irodalomjegyzék

- ALBERT ATTILA és mtsai. (2015): Kémia tankönyv 7, Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, Budapest
- CHRAPPÁN MAGDOLNA (2017): A természettudományi tárgyak helyzete és elfogadottsága a közoktatásban. Magyar tudomány, 178. évfolyam, 11. szám 2017. november
<http://www.matud.iif.hu/MaTud-2017-11.pdf> (Utolsó letöltés: 2019.03.21.)
- CSAPÓ BENŐ (2005): Az előzetesen megszerzett tudás mérése és elismerése, Budapest
http://www.edu.u-szeged.hu/~csapo/publ/CSB_ElozetesTudas.pdf
(Utolsó letöltés: 2019. 02. 09.)
- CSORDÁS MIHÁLY és mtsai. (2011): Sokszínű Matematika tankönyv 6, Mozaik Kiadó, Szeged (266. oldal)
- DOBÓNÉ TARAI ÉVA (2008): Általános iskolai tanulók anyagszerkezettel és anyagi változásokkal kapcsolatos fogalmainak fejlődése, Doktori (PhD) értekezés
- FALUS IVÁN (szerk., 2007): Didaktika - Elméleti alapok a tanítás tanuláshoz, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- HORVÁTH MIKLÓS és mtsai. (2013): Természetismeret tankönyv 5, Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, Budapest
- Kerettantervek, 2012: http://kerettanerv.ofi.hu/02_melleklet_5-8/index_alt_isk_felso.html
(Utolsó letöltés: 2019. 02. 09.)
- KISS EDINA (2008): A tanulók tévképzeinek és fogalmi fejlődésének vizsgálata a kémia néhány alapfogalma területén, Doktori (PhD) értekezés
- KISSNÉ MENKÓ ORSOLYA (2017): A kémiai fogalmak fejlődésének és a kémiai számításokkal kapcsolatos tévképzeteknek vizsgálata a 7. osztály végén, tudományos diákköri dolgozat, ELTE, Budapest),
http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/tdk_kissnemenkoorsolya_2017dec10.pdf (Utolsó letöltés: 2019. 02. 09.)
- KOROM ERZSÉBET (2003): A fogalmi váltás kutatása Az anyagszerkezeti ismeretek változása 12–18 éves korban. Iskolakultúra 2003. 8. szám.
http://real.mtak.hu/60604/1/EPA00011_iskolakultura_2003_08_084-094.pdf (Utolsó letöltés: 2019. 02. 09.)
- KOROM ERZSÉBET (2005): Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás, Műszaki könyvkiadó, Budapest

- KOVÁCSNÉ DR. NAGY EMESE: KIP módszer a matematikatanításban (előadás) ELTE TTK
2016. október 19.
- KROPOG ERZSÉBET és mtsai. (2016): Természetismeret tankönyv 5, Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, Budapest
- KROPOG ERZSÉBET és mtsai. (2016): Természetismeret munkafüzet 5, Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, Budapest
- LUDÁNYI LAJOS (2009): Tanári tévképzetek kémiából. Iskolakultúra 2009/7–8.
http://real.mtak.hu/58084/1/16_EPA00011_iskolakultura_2009-7-8.pdf (Utolsó letöltés: 2019. 02. 09.)
- MENKÓ ORSOLYA (2016): Fizikai és kémiai fogalmak vizsgálata a 7. évfolyam elején, tudományos diákköri dolgozat, ELTE, Budapest,
http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/tevképzetek2017_03_25menko_orsolya.pdf (Utolsó letöltés: 2019. 02. 09.)
- N. KOLLÁR KATALIN, SZABÓ ÉVA (2004): Pszichológia pedagógusoknak, Osiris Kiadó, Budapest (250. oldal)
- NAHALKA ISTVÁN (1997): Konstruktív pedagógia — egy új paradigma a láthatáron (III.). Iskolakultúra, 7. 4.sz. 3-18. oldal
- OKTATÁSI HIVATAL: A lemorzsolódás megelőzését szolgáló korai jelző- és pedagógiai támogató rendszer 1.1
<https://www.kir.hu/kir2esl/Kimutatas/VeszelyeztetettTanulokTerIdoFeladatMegoszlasban> (Utolsó letöltés: 2019. 03. 21.)
- SEBESTYÉN ANNAMÁRIA (2017): A tanulók sztöchiometriai számítási feladatokkal kapcsolatos megoldási módszerei és tudásszerkezete, Doktori (PhD) értekezés
- DR.SIPOSNÉ DR. KEDVES ÉVA és mtsai. (2005): Kémia tankönyv 9, Mozaik Kiadó, Szeged (60. oldal)
- SULINET: Energiaviszonyok
<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/kemia/altalanos-kemia/energiaviszonyok/exoterm-es-endoterm-folyamatok> (Utolsó letöltés: 2019. 03. 31.)
- SZALAY LUCA (szerk.) (2015): A kémiatanítás módszertana, ELTE, Budapest
http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas_modszertana_jegyzet.pdf (Utolsó letöltés: 2019. 02. 09.)
- TÓTH ZOLTÁN (1999): A kémia tankönyvek, mint a tévképzetek forrásai. Iskolakultúra, 9 (10), 103–108.

http://epa.oszk.hu/00000/00011/00031/pdf/iskolakultura_EPA00011_1999_10_103-108.pdf (Utolsó letöltés: 2019. 02. 09.)

TÓTH ZOLTÁN (2002): Módszerek és eljárások 12., Debreceni Egyetem, Debrecen

TÓTH ZOLTÁN (2015): Korszerű kémia tantárgy-pedagógia, Híd a pedagógiai kutatás és a kémiaoktatás között, Debreceni Egyetemi Kiadó

http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/korszeru_kemia_tantargypedagogia.pdf (Utolsó letöltés: 2019. 02. 09.)

TÓTH ZOLTÁN (2016): A tanulók kémiai gondolkodásának néhány jellemzője

http://epa.oszk.hu/03000/03005/00010/pdf/EPA03005_MKL_2016_11_334-338.pdf
(Utolsó letöltés: 2019. 02. 09.)

VÖRÖS ÉVA (2018): Motiváció- és attitűdvizsgálatok a kémiaoktatásban, ELTE, Budapest,

http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/voros_eva_szakdolgozat_vegso_motivaci_attitud.pdf (Utolsó letöltés: 2019. 02. 16.)

8. Mellékletek

1. melléklet: Feladatlap a 6. évfolyamos tanulók számára

Kérdőív szakdolgozathoz

Döntsd el a következő állításokról, hogy igaz vagy hamis, és **indokold** döntésed!

(Ha nem elegendő a hely, akkor kérlek, a lap hátoldalára írd, és ne külön lapra.)

1. A jég molekulái kemények és fagyottak. I / H

.....

2. Az atomok azért mozognak, mert élnek. I / H

.....

3. A száraz levegő nehezebb, mint a nedves levegő. I / H

.....

4. A tojássütés fagyás, mert folyékony halmazállapotú anyagból szilárd halmazállapotú anyag keletkezik. I / H

.....

5. Égés során az anyag egy része eltűnik, és hamu marad vissza. I / H

.....

6. Mi van a forrásban lévő víz buborékjában?

7. Van-e különbség az alábbi két-két fogalom között? Ha igen, akkor mi a különbség?

a) Olvadás és oldódás

.....

b) Párolgás és forrás

.....

8. Mi található a levegő részecskéi között?

Kérlek, add meg a következő adataidat! (Karikázd be a megfelelő választ!)

• Nemed: fiú / lány

• a 5. év végi jegyed természetismeretből: 1 2 3 4 5

• Annál nagyobb számot karikázz be, minél jobban kedvelted a természetismeret tantárgyat (1: egyáltalán nem szeretted; 5: nagyon szeretted): 1 2 3 4 5

Köszönöm a munkádat!

Kissné Menkó Orsolya

2. melléklet: Feladatlap a 8., a 10. és a 12. évfolyamos tanulók számára

Kérdőív szakdolgozathoz

Döntsd el a következő állításokról, hogy igaz vagy hamis, és **indokold** döntésed!

1. A jég molekulái kemények és fagyottak. I / H

.....
.....

2. Az atomok azért mozognak, mert élnek. I / H

.....
.....

3. A száraz levegő nehezebb, mint a nedves levegő. I / H

.....
.....

4. A tojássütés fagyás, mert folyékony halmazállapotú anyagból szilárd halmazállapotú anyag keletkezik. I / H

.....
.....

5. A magnézium kétféle részecskéből áll: az egyik égéskor elillan, a másik visszamarad, mint MgO. I / H

.....
.....

6. Mi van a forrásban lévő víz buborékjában?

7. Van-e különbség az alábbi két-két fogalom között? Ha igen, akkor mi a különbség?

a) Olvadás és oldódás

.....
.....

b) Párolgás és forrás

.....
.....

c) Nehézvíz és kemény víz.....

.....
.....

3. melléklet: Adatok a kutatásban részt vevő iskolákról és diákokról

| Település | Iskola | Évfolyam | Tanulók (fő) |
|-------------|--|----------|--------------|
| Budapest | Petőfi Sándor Gimnázium | 10. | 25 |
| Budapest | Budaörsi Illyés Gyula Gimnázium és Szakgimnázium | 10. | 96 |
| Budapest | Budaörsi Illyés Gyula Gimnázium és Szakgimnázium | 12. | 12 |
| Budapest | ELTE Trefort Ágoston Gyakorló Gimnázium | 10. | 30 |
| Budapest | ELTE Trefort Ágoston Gyakorló Gimnázium | 12. | 15 |
| Budapest | Budapest I. Kerületi Toldy Ferenc Gimnázium | 10. | 30 |
| Budapest | Budapesti IX. Kerületi Leövey Klára Gimnázium | 10. | 55 |
| Budapest | Pestszentlőrinci Német Nemzetiségi Általános Iskola | 6. | 51 |
| Budapest | Pestszentlőrinci Német Nemzetiségi Általános Iskola | 8. | 40 |
| Zsadány | Zsadányi Református Általános Iskola | 8. | 21 |
| Győr | Széchenyi István Egyetem Öveges Kálmán Gyakorló Általános Iskola | 8. | 44 |
| Győr | Széchenyi István Egyetem Öveges Kálmán Gyakorló Általános Iskola | 6. | 52 |
| Mogyoród | Fóti Fáy András Általános Iskola | 6. | 26 |
| Ágasegyháza | Ágasegyháza-Orgovány Általános Iskola és Alapfokú Művészeti Iskola | 8. | 38 |

| | | | |
|----------------|--|-----|----|
| Csomád | Veresegyházi Katolikus Gimnázium | 10. | 52 |
| Nagykanizsa | Dr. Mező Ferenc Gimnázium | 10. | 30 |
| Dévaványa | Ványai Ambrus Általános Iskola és Alapfokú Művészeti Iskola | 8. | 62 |
| Dévaványa | Ványai Ambrus Általános Iskola és Alapfokú Művészeti Iskola | 6. | 54 |
| Békéscsaba | Savio Szent Domonkos Katolikus Általános Iskola és Óvoda | 6. | 20 |
| Békéscsaba | Savio Szent Domonkos Katolikus Általános Iskola és Óvoda | 8. | 22 |
| Békéscsaba | Békéscsabai SZC Nemes Tihamér Gépészeti, Informatikai és Rendészeti Szakgimnáziuma és Kollégiuma | 12. | 20 |
| Szentgotthárd | Szentgotthárd és Térsége Általános Iskola, Gimnázium és Alapfokú Művészeti Iskola | 6. | 27 |
| Szentgotthárd | Szentgotthárd és Térsége Általános Iskola, Gimnázium és Alapfokú Művészeti Iskola | 8. | 29 |
| Szentgotthárd | Szentgotthárd és Térsége Általános Iskola, Gimnázium és Alapfokú Művészeti Iskola | 12. | 29 |
| Máza | Tamási Tankerületi Központ | 6. | 33 |
| Máza | Tamási Tankerületi Központ | 8. | 20 |
| Dombóvár | Dombóvári Belvárosi Általános és Alapfokú Művészeti Iskola | 6. | 17 |
| Dombóvár | Dombóvári Belvárosi Általános és Alapfokú Művészeti Iskola | 8. | 43 |
| Balatonszárszó | Balatonszárszói József Attila Általános Iskola és Alapfokú Művészeti Iskola | 6. | 22 |
| Balatonszárszó | Balatonszárszói József Attila Általános Iskola és Alapfokú Művészeti Iskola | 8. | 22 |

4. melléklet: 5-6. osztályos matematika kerettanterv (részletek)

| Tematikai egység/ Fejlesztési cél | 2. Számтан, algebra | | Órakeret 116 óra |
|---|--|--|---------------------|
| Ismeretek | Fejlesztési követelmények | Kapcsolódási pontok | |
| <p>A százalék fogalmának megismerése gyakorlati példákon keresztül.</p> <p>Az alap, a százaléérték és a százalékláb értelmezése, megkülönböztetése.</p> <p>Egyszerű százalékszámítási feladatok arányos következtetéssel.</p> | <p>Az eredmény összevetése a feltevésekkel, a becsült eredményvel, a valósággal.</p> | <p><i>Természetismeret:</i> százalékos feliratokat tartalmazó termékek jeleinek felismerése, értelmezése, az információ jelentősége.</p> <p><i>Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek; pénzügyi, gazdasági kultúra:</i> árfolyam, infláció, hitel, betét, kamat.</p> | |

5. melléklet: Természetismeret, kémia és fizika tantárgyi keret-tanterv részletek (általános iskola)

Természetismeret 5-6 évfolyam

| Tematikai egység/ Fejlesztési cél | Állandóság és változás környezetünkben -Anyag és kö- zeg | Órakeret 9 óra |
|---|---|---------------------|
| A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai | <p>...</p> <p>A kísérlet, mint bizonyítási módszer alkalmazása anyagok tulajdonsága- inak meghatározásában, jelenségek felismertetésében.</p> <p>...</p> | |
| Problémák, jelenségek, gyakor- lati alkalmazások, ismeretek | Fejlesztési követelmények | Kapcsolódási pontok |
| <p><i>Problémák, jelenségek, gyakorla- ti alkalmazások:</i></p> <p>...Hogyan készíthetünk keveré- keket, és hogyan lehet azokat alkotórészeikre szétválasztani? Mi történik a cukorral, ha vízbe tesszük? Mi kell az égéshez? ...</p> <p><i>Ismeretek:</i></p> <p>...A talaj, a levegő és a víz tulaj- donságai...</p> <p>A levegő összetétele, a légnyo- másváltozás okai.</p> | <p>...Olvadás, fagyás, párolgás, for- rás, lecsapódás megfigyelése, példák gyűjtése a természetben, a háztartásban, az iparban...</p> <p>Olvadás és oldódás közötti kü- lönbség felismerése megfigyelés, kísérleti tapasztalatok alapján...</p> <p>A levegő egyes tulajdonságainak kísérletekkel való igazolása (ösz- szenyomható, a benne található egyik összetevő, az oxigén táplál- ja az égést, van tömege). A lég- nyomás elemi szintű értelmezése.</p> | |

Kémia 7-8 évfolyam (A változat)

| | | |
|---|---|--|
| Tematikai egység/ Fejlesztési cél | A kémia, a láthatatlan részecskék világa | Órakeret 7 óra |
| Előzetes tudás | Halmazállapotok. | |
| A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai | ...Modellben történő gondolkodás, a modell és valóság értő megkülönböztetése, a részecskemodell alkalmazása... | |
| Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek | Fejlesztési követelmények | Kapcsolódási pontok |
| <p><i>Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások:</i></p> <p>Miért nevezzük az anyagi halmazokat halmazoknak? Miért oldódik a kakaó gyorsabban a meleg tejben, mint a hidegben? ...</p> | <p>...Az anyag részecsketermészetének megértése, a halmaz tulajdonságainak és a részecskék viselkedésének összekapcsolása konkrét példákban...</p> <p>Kísérletek elemzése révén a modell módosítása: a párolgás, oldódás, diffúzió kapcsolatának megértése a részecskemodellel.</p> <p>Törekvés a mikro- és makroszint megkülönböztetésére.</p> <p>...A részecskék helyzetváltoztató mozgása szerepének belátása...</p> | <p><i>Fizika:</i></p> <p>Gázok és folyadékok tulajdonságai...</p> <p>Halmazállapot-változások energiaviszonyai, olvadáshő, párolgáshő, fajhő, forráspont; kinetikus modell; hőmérséklet; helyzeti és kölcsönhatási energia, energia megmaradás.</p> <p><i>Biológia-egészségtan; földrajz:</i></p> <p>A párolgás jelentősége, szerepe az élő és élettelen világban; a víz körforgása.</p> |

| | | | |
|--|--|--|---------------------------|
| Tematikai egység/ Fejlesztési cél | Levegőt! Vízet! | | Órakeret 9 óra |
| Előzetes tudás | Halmazállapotok és részecskemodelljük, kémiai változás. | | |
| A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai | ...Az anyag, energia, információ viszonylatában az elem, keverék, vegyület megkülönböztetése. Az ember megismerése és egészsége tudásterülethez kapcsolódóan az egyes lég- és vízszennyező vegyületek élet-tani hatásainak tudatosítása... | | |
| Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek | Fejlesztési követelmények | Kapcsolódási pontok | |
| ... Rendszerezés: elem, keverék és vegyület. ... | Információgyűjtés a levegőről, betekintés a tudományos megismerés folyamatába. Különböző anyagok égésének vizsgálata a levegő (oxigénadagolás) függvényében... | <i>Biológia-egészségtan:</i> Légzés és anyagcsere; a levegő összetételének változása. A légzés... | |
| ... | ... | ... | |
| ... | Részecskemodell alkalmazása... | ... | |
| Kulcsfogalmak/ fogalmak | Elem, keverék, vegyület, kémiai egyenlet, egyesülés, bomlás, oxidáció, redukció, endoterm, exoterm folyamat. | | |

| | | | |
|---|--|----------------------------|---------------------------|
| Tematikai egység/ Fejlesztési cél | Feloldom, kioldom, átoldom, megoldom | | Órakeret 9 óra |
| Előzetes tudás | Halmazállapotok és részecskemodelljük, exoterm, endoterm folyamatok, kísérletelemzés, összehangolt tevékenység csoportban. | | |
| A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai | A részecskemodell alkalmazása oldódási folyamatokra, a dinamikus egyensúly és az oldódási egyensúly megértésére. ... | | |
| Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek | Fejlesztési követelmények | Kapcsolódási pontok | |
| <i>Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások:</i> Oldódik vagy olvad a kockacukor | Jellegzetes tévképzet felismerése ... | <i>Fizika:</i> Olvadás. | |

| | | |
|---|--|--|
| a kávéban? ... <i>Ismeretek:</i> Az oldat mint speciális keverék, az oldatok alkotórészei... | | |
| <i>Ismeretek:</i> Telített, túltelített oldatok, oldó- dási egyensúly és befolyásolása. ... | ... | |
| Kulcsfogalmak/ fogalmak | Oldás, oldat, dinamikus egyensúly, kémhatás. | |

| Tematikai egység/ Fejlesztési cél | Évezredes kutatás az atom nyomában | Órakeret 7 óra |
|---|---|--|
| Előzetes tudás | Vegyület, elem, atom, vegyjel, képlet, egyenletírás, kémhatás, exoterm reakció. | |
| A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai | Tudomány, technika, kultúra vonatkozásában a tudomány, a tudósok tisztelete, oksági összefüggések felismerése, megértése. A tanuló hitének erősítése abban, hogy önmaga is képes problémákat, ellentmondásokat észrevenni és megérteni. Annak belátása, hogy alapkutatások nélkülözhetetlenek a technika, az orvostudomány fejlődéséhez. Hevesy György korszakalkotó módszere kapcsán a magyar tudósok eredményeinek megmutatása. A rendszer szempontjából a valóság és a modell megkülönböztetése. Lényeglátás, rendszerezés, szaknyelv használata. Anyag, energia, információ terén a periódusos rendszer elektronszerkezeti értelmezése, kapcsolata a kémiai tulajdonságokkal, használata. | |
| Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek | Fejlesztési követelmények | Kapcsolódási pontok |
| <i>Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások:</i> Mi van az atomban, és hogyan van benne? ... <i>Ismeretek:</i> Az atommag és mérete, nukleo- | ... | <i>Fizika:</i> Proton, neutron, atommag, elektron, atommodellek. Elektromos kölcsönhatás, nukleáris kölcsönhatás. Izotópok, |

| | | |
|--|--|-------------------------|
| nok, nukleáris kölcsönhatás jellemzői... Nehézvíz, nevezetesebb izotópok és felhasználásuk. | | használatuk az iparban. |
| Kulcsfogalmak/ fogalmak | Periódus, rendszám, tömegszám, izotóp, elektronszerkezet, vegyértékhéj, anyagmennyiség, mol. | |

Megjegyzés: 'B' változatban is megjelennek ezek a fogalmak, csak máshogy van felépítve a fogalmi rendszer.

Fizika 7-8 évfolyam (A változat)

| | | |
|---|--|--|
| Tematikai egység/ Fejlesztési cél | Hőmérséklet, halmazállapot | Órakeret 8 óra |
| Előzetes tudás | Halmazállapotok. Víz a természetben. | |
| A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai | Az anyag, energia, információ területén gyakorlottság az anyagok mennyiségi és minőségi jellemzésében. A halmazállapotok, halmazállapot-változások összehasonlítása. A halmazállapot-változásokat kísérő energiaváltozások megfigyelése, mérése... | |
| Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások ismeretek | Fejlesztési követelmények | Kapcsolódási pontok |
| <p><i>Ismeretek:</i></p> <p>Hőmérséklet mérése, mértékegységei.</p> <p>Olvasás, fagyás, párolgás, forrás.</p> <p>A víz különböző halmazállapotai.</p> <p>Olvasáspont, fagyáspont, forráspont.</p> <p>Termikus egyensúly. Megfordítható és megfordíthatatlan folyamatok. Csapadékfajták a környezetünkben. Túlhűtés, túlhevítés.</p> | <p>A víz hűtéséhez, melegítéséhez kapcsolódó jelenségek vizsgálata, olvasáspont, fagyáspont, forráspont mérése. A fagyáskor bekövetkező térfogatváltozás vizsgálata, gyakorlati jelentőségének megértése példákon keresztül. A „kuktafazék”- és a korcsolyajelenség vizsgálata, az olvasáspont és forráspont nyomásfüggésének megismerése, gyakorlati alkalmazások keresése.</p> <p>...</p> <p>Folyamatok megfordíthatóságának vizsgálata, példák keresése megfordítható és megfordíthatatlan folyamatokra.</p> <p>...</p> | <p><i>Matematika:</i></p> <p>adatok ábrázolása, függvények.</p> <p><i>Kémia:</i></p> <p>A hőmérséklet és a nyomás mint állapotjelző. A fizikai és kémiai változások megkülönböztetése.</p> <p>A halmazállapotok, a halmazállapot-változások összehasonlítása. Egyirányú, megfordítható és körfolyamatok értelmezése hétköznapi jelenségekben.</p> <p>...</p> |
| Kulcsfogalmak/ fogalmak | Hőmérséklet, halmazállapot, olvasáspont, fagyáspont, forráspont, nyomás, túlhűtés, túlhevítés, csapadék, megfordítható, megfordíthatatlan folyamat. | |

| | | |
|--|---|---------------------------|
| Tematikai egység/ Fejlesztési cél | A testek, folyamatok mérhető tulajdonságai | Órakeret 8 óra |
|--|---|---------------------------|

| | | |
|--|---|---|
| Előzetes tudás | A hosszúság mértékegységei, az időmérés lehetőségei, eszközei. A térfogat fogalma. | |
| A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai | ... A mérési módszerek megismerése, azok gyakorlása, mérőeszközök önálló használata az állandóság és változás szempontjából. | |
| Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek | Fejlesztési követelmények | Kapcsolódási pontok |
| <i>Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások:</i> Melyik a nehezebb, 1 kg fenyőfa vagy 1 kg ólom? Mennyire pontos a mérési eredmény? <i>Ismeretek:</i> A testek mérhető tulajdonságai. ... | Az egyensúlyon alapuló tömegmérés elvének használata, mérleg készítése, tömegmérés. ... Mérési adatok táblázatos és grafikus ábrázolása. | <i>Matematika:</i> Törtek. Adatok ábrázolása, függvények. Átlag. <i>Kémia:</i> Oldatok térfogatszázalékos összetétele. Az atomok mérete. ... |
| Kulcsfogalmak/ fogalmak | Mérés, hosszúság, térfogat, tömeg, sűrűség, idő, mérési hiba. | |

| | | |
|---|---|---|
| Tematikai egység/ Fejlesztési cél | Elektromos alapjelenségek, elektromos áram | Órakeret 9 óra |
| Előzetes tudás | Elektromosság. Az elektromos energia felhasználása, szerepe a mindennapi életben. | |
| A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai | ... Az anyag, energia, információ szemszögéből az atomok szerkezetét leíró modellek használata fizikai jelenséggel összefüggésben. | |
| Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek | Fejlesztési követelmények | Kapcsolódási pontok |
| <i>Ismeretek:</i> Az anyag részecskéinek szerkezete. Atomi méretek. ... | Az atom felépítésnek, a részecskék elektromos töltésének megismerése, modellezése. ... | <i>Kémia:</i> Atommag és elektronok. Atom, molekula, ion. Atomszerkezet. |

| | | |
|------------------------------------|---|---|
| | | Elektromos töltés. Veszélyszimbólumok. ... |
| Kulcsfogalmak/ fogalmak | Elektron, atommag, proton, neutron, elektromos töltés, atom, molekula, elektromos áram, elektromos vezető, szigetelő, feszültség, teljesítmény, fogyasztás, érintésvédelem. | |

Megjegyzés: 'B' változatban is megjelennek ezek a fogalmak, csak máshogy van felépítve a fogalmi rendszer.

6. melléklet: A számolási példák nehézségeit szemléltető megoldások

10. évfolyamos tanulók válaszai:

Számítsd ki a következő példákat és írd le a számolás menetét!

9. Egy iskola tanulóinak 40%-a fiú. Hány lánytanulója van az iskolának, ha az iskolába összesen 800 gyerek jár?

$$\begin{array}{l} 800 \rightarrow 100\% \\ 320 \rightarrow 40\% \text{ fiú} \\ \hline 800 - 320 \rightarrow 60\% \text{ lány} \end{array}$$

$$800 - 320 = \underline{480} \text{ db}$$

480 db lánytanulója van ekkor az iskolában.

10. A befőzéshez szirupot (cukoroldatot) úgy készítettünk, hogy 1 liter (1000 g) meleg vízben feloldunk 400 g cukrot. Hány tömegszázalékos a cukoroldat?

$$\begin{array}{l} 1000\text{g} \\ 400\text{g} \end{array}$$

Valami Δ dolog kell hogy osztani még szorozni de elfelejttem.

11. Egy felnőtteknek szervezett összejövetelen 1 dl (azaz 100 cm³) 12 térfogatszázalék alkoholt tartalmazó borból és 3 dl (azaz 300 cm³) szódavízből készítenek fröccsöt. Hány térfogatszázalék alkoholt tartalmaz ez a fröccs!

12

Számítsd ki a következő példákat és írd le a számolás menetét!

9. Egy iskola tanulóinak 40%-a fiú. Hány lánytanulója van az iskolának, ha az iskolába összesen 800 gyerek jár?

$$800 \rightarrow 100\%$$

$$\begin{array}{l} \text{Fiúk} \rightarrow 40\% \\ 320 \text{ fiú} \end{array}$$

$$480 \rightarrow 60\%$$

lány

10. A befőzéshez szirupot (cukoroldatot) úgy készítetünk, hogy 1 liter (1000 g) meleg vízben feloldunk 400 g cukrot. Hány tömegszázalékos a cukoroldat?

Elfelejtettem még általában



ezt nem tudtam

11. Egy felnőtteknek szervezett összejövetelen 1 dl (azaz 100 cm³) 12 térfogatszázalék alkoholt tartalmazó borból és 3 dl (azaz 300 cm³) szódavízből készítenek fröccsöt. Hány térfogatszázalék alkoholt tartalmaz ez a fröccs!

-11-

Számítsd ki a következő példákat és írd le a számolás menetét!

10. Egy iskola tanulóinak 40%-a fiú. Hány lánytanulója van az iskolának, ha az iskolába összesen 800 gyerek jár?

$$800 - 100\%$$

$$8 - 1\% \rightarrow 40\% - 320 \rightarrow 800 - 320 = 480 \quad 480 \text{ lánytanulója van az iskolának!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!}$$

11. A befőzéshez szirupot (cukoroldatot) úgy készítetünk, hogy 1 liter (1000 g) meleg vízben feloldunk 400 g cukrot. Hány tömegszázalékos a cukoroldat?

NEM ISMEREM A KÉMIAI KÉPLETETKET (vagyis inkább elfelejtettem)

12. Egy felnőtteknek szervezett összejövetelen 1 dl (azaz 100 cm³) 12 térfogatszázalék alkoholt tartalmazó borból és 3 dl (azaz 300 cm³) szódavízből készítenek fröccsöt. Hány térfogatszázalék alkoholt tartalmaz ez a fröccs!

MÉG MINDIG NEM ISMEREM A KÉMIAI KÉPLETETKET (vagyis inkább még mindig elfelejtettem)

A számolási feladatok megoldásában nagy segítséget nyújthat a vizualitás, például az, ha rajzosan is megjelenítjük a problémát.³⁵

Számítsd ki a következő példákat és írd le a számolás menetét!

9. Egy iskola tanulóinak 40%-a fiú. Hány lánytanulója van az iskolának, ha az iskolába összesen 800 gyerek jár?

$$800 \cdot 0,4 = 320 \text{ fiú}$$

$$800 - 320 = 480 \text{ lány}$$

10. A befőzéshez szirupot (cukoroldatot) úgy készítetünk, hogy 1 liter (1000 g) meleg vízben feloldunk 400 g cukrot. Hány tömegszázalékos a cukoroldat?

$$m = 400 \text{ g}$$

$$O = 1400 \text{ g}$$

$$\% = 400 : 1400 = 28,57\%$$

11. Egy felnőtteknek szervezett összejövetelen 1 dl (azaz 100 cm³) 12 térfogatszázalék alkoholt tartalmazó borból és 3 dl (azaz 300 cm³) szódavízből készítenek fröccsöt. Hány térfogatszázalék alkoholt tartalmaz ez a fröccs!



$$\frac{400 \text{ cm}^3}{12 \text{ cm}^3} = 3\% \text{ -es}$$

³⁵ 11. feladat megoldásának felírása helytelen, de az eredmény helyes, tehát a rajz alapján gondolatban jól oldotta meg a tanuló a feladatot, viszont utána hibásan rögzítette.

7. melléklet: Szülői nyilatkozat

Tisztelt Szülők!

Az Önök iskolájában, a 2018-2019-es tanévben a kémiaórán a tanulók (1 alkalommal) egy szakdolgozat kapcsán feladatlapot töltenek ki.

A tanulókról se fényképeket, se videofelvételt nem készítünk, illetve a teszt kitöltése anonim. Kérem, járuljanak hozzá, hogy gyermekük részt vegyen a teszt kitöltésében, ezzel segítve a szakdolgozatom létrejöttét.

Köszönettel: Kissné Menkó Orsolya
Kémia-matematika tanár szakos hallgató

NYILATKOZAT

Alulírott
(a szülő vagy gondviselő teljes neve nyomtatott betűkkel) engedélyezem, hogy gyermekem(a gyermek teljes neve nyomtatott betűkkel), osztályos tanuló, részt vegyen azon a kémiaórán, amelyről a fenti tájékoztató szól.

Dátum:

.....
szülő (gondviselő) aláírása

Témavezetői nyilatkozat

Alulírott Dr. Szalay Luca ezennel kijelentem és aláírással megerősítem, hogy Kissné Menkó Orsolya (Neptun-kód: LFNHMI) osztatlan tanárképzésbeli szakdolgozata megítélésem szerint benyújtható, annak leadásához hozzájárulok.

Budapest, 2019. április 18.

.....
a témavezető aláírása

Eredetiség nyilatkozat

Alulírott Kissné Menkó Orsolya (Neptun-kód: LFNHMI) ezennel kijelentem és aláírással megerősítem, hogy az ELTE kémia-matematika osztatlan tanári mesterszakján írt jelen diplomamunkám saját szellemi termékem, melyet korábban más szakon még nem nyújtottam be szakdolgozatként és amelybe mások munkáját (könyv, tanulmány, kézirat, internetes forrás, személyes közlés stb.) idézőjel és pontos hivatkozások nélkül nem építettem be.

Budapest, 2019. április 18.

.....
a hallgató aláírása

Még egy nyilatkozat