

CSAPÓ BENŐ: *Iskolai tudás és vizsgák.* Új Pedagógiai Szemle, 1998. 2. sz., 51–60. old.

CSAPÓ BENŐ–B. NÉMETH MÁRIA: Mit tudnak tanulóink az általános és a középiskola végén? Új Pedagógiai Szemle, 1995. 8. sz. 3–11. old.

KOROM ERZSÉBET: *Az iskolai tudás és a hétköznapi tapasztalat ellentmondásai: természettudományos tévképzetek.* In: Csapó Benő (szerk.) *Az iskolai tudás.* Osiris Kiadó, Budapest, 1998

KOROM ERZSÉBET: *Naiv elméletek és tévképzetek a természettudományos fogalmak tanulásában.* Magyar Pedagógia, 1997. 1. sz. 19–21. old.

KOROM ERZSÉBET–CSAPÓ BENŐ: *A természettudományos fogalmak megértésének problémái.* Iskolakultúra, 1997. 2. sz. 12–20. old.

NAHALKA ISTVÁN: *Válságban a magyar természettudományos nevelés.* Pedagógiai Szemle, 1999. 5. Sz. 3–22. old.

VÁRI PÉTER–KROLOPP JUDIT: *Egy nemzetközi felmérés főbb eredményei (TIMSS).* Új Pedagógiai Szemle, 1997. 4. sz.

VÁRI PÉTER–ANDOR CSABA–BÁNYI ILONA–BÉRCES JUDIT–KROLOPP JUDIT–RÓZSA CSABA: *Monitor '97.* Új Pedagógiai Szemle, 1998. 1. sz.

*Juhász Erika
Márkus Edina*

A kémia tankönyvek mint a tévképzetek forrásai

A tévképzetek kialakulásában jelentős szerepet játszanak a tankönyvek is. A következőkben olyan tanulói tévképzeteket mutatok be, melyek elsősorban a kémia tankönyvekből erednek. Ismeretes, hogy az utóbbi években Magyarországon több, mint egy tucat új alapszintű kémia tankönyv jelent meg. Ezek a színes, érdekes tankönyvek nagyon vonzóak, de alaposabb vizsgálatuk során kiderül, hogy legalább annyi módszertani hibát tartalmaznak, mint a régiek.

A tanulók kémiai tévképzeteinek egy igen jelentős hányada kötődik a kémiai fogalmak háromszintű értelmezéséhez. Az anyag háromszintű értelmezése – a makroszkopikus szint, a szubmikroszkopikus (részecske) szint és a szimbólumok szintje –, valamint az alapvető kémiai fogalmak háromszintű kezelése a tanulók számára nehezíti és elvonja a kémia iránti érdeklődést. (1) A tapasztalat azt mutatja, hogy kémiai tanulmányaik kezdetén a tanulók többsége nem képes ezen három szint egyidejű kezelésére. Tankönyveink azonban erre nincsenek tekintettel.

A következőkben először néhány olyan kémiai tévképzetet mutatok be, amelynek kialakulása ezzel a háromszintű értelmezéssel kapcsolatos. (A tanulmány az Országos Tudományos Kutatási Alprogramok támogatásával készült.)

A „fizikai változás” és „kémiai változás” fogalmak keveredése

A magyar kémia tankönyvek szinte kivétel nélkül a fizikai és kémiai változás, valamint a fizikai és kémiai tulajdonság megkülönböztetésével kezdik a kémia tárgyalását. Ugyanakkor minden kémia tanár tapasztalhatja, hogy a tanulók az oktatás valamennyi szintjén, az általános iskolától a felsőoktatásig keverik ezeket a fogalmakat. Mi lehet ennek az oka? Az alapszintű kémia tankönyvek többsége megpróbálja definiálni a kémiai változást, valahogy ekképpen: „Kémiai változásnak nevezzük azt a változást, amely során új anyag keletkezik.” A tankönyvi magyarázatok és példák egyes helyeken az új anyagot mint új tulajdonságú anyagot (makroszintű értelmezés) tárgyalják, más helyen viszont új részecske megjelené-

séről (szubmikro szint) beszélnek. Ez a két-szintű értelmezés azonban nem mindig esik egybe. (2) Szép példa erre az oldás. A legtöbb tankönyv szerzője zavarban van, amikor a sók vízben való oldását kell minősíteni. A bevezető kémiakönyvekben az oldás általában mint fizikai folyamat szerepel, de olykor, néhány oldallal később ennek el-
lentmondó kijelentéseket is találunk.

Néhány példa: „A keverékek szétválasztása alkotórészeinek fizikai tulajdonságai alapján, fizikai változásokkal történik. Ilyen tulajdonságok például az összetevők... oldhatóságának ...különbsége.” Korábban pedig „kémiai tulajdonságok: ...pl. oldhatóság” (3) „Fizikai változás: ...pl. oldás”, (4) de „ha az anyagból a vízben való oldás során ionok keletkeznek, akkor a vizes közegben elektrolyt disszociáció játszódik le, pl. $\text{NaBr}(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ (heterogén reakció)”. (5) Ez a kettősség tükröződik a következő tankönyvi megfogalmazásokban is: „Az anyagi változások között vannak olyanok, amelyek sem az egyik (fizikai változások), sem a másik (kémiai változások) csoportba nem illenek bele, mivel ezekben a folyamatokban megváltozik a halmaz szerkezete, de nem változnak meg a részecskék. Például a halmazállapot megváltozást vagy az oldódást nem tekinthetjük sem tisztán fizikai, sem tisztán kémiai folyamatnak, mivel ezekben a folyamatokban megváltozik a halmaz szerkezete, de nem változnak meg a részecskék. Az oldódás és a halmazállapot-változás a fizikai és a kémiai változás közötti határterülethez tartozik. A halmaz szerkezetének a megváltozását fizikai-kémiai változásnak nevezzük.” (6) „Vannak fizikai oldatok, mint pl. a sós víz, a cukros tea. Ezeknél az oldatoknál fizikai változásokkal ... visszanyerhető a feloldott szilárd anyag. Ha oldódás közben újfajta anyag keletkezik, kémiai oldatról beszélünk. Ezeknél az oldatoknál fizikai változásokkal nem választathók szét az eredeti alkotórészek.” (7); „Megkülönböztetünk fizikai és kémiai oldódást. ... Fizikai oldódáskor új elsődleges kémiai kötés nem alakul ki, az oldott anyag tulajdonságait az oldatban is felismerhetjük.” (8) A középiskolás tankönyvek már árnyaltabban fogalmazzák: „Az anyag tulajdonságait két csoportba oszthatjuk: fizikai és kémiai tulajdonságokra. ... olyan tulajdonságokat is ismerünk, amelyek mindkét csoportba besorolhatók. Így például valamelyik sónak vízben való oldhatósága az illető só fizikai tulajdonságai közé tartozik. Ugyanakkor azonban a sónak vízben való oldhatósága az illető só fizikai tulajdonságai közé tartozik. Ugyanakkor azonban a sónak vízben való oldásakor a sőt felépítő részecskék és a vízmolekulák között számottevő kölcsönhatás jön létre. Ennek a kölcsönhatásnak létrejötté már a só kémiai tulajdonságai közé tartozik.” (9); „Vannak olyan fizikai folyamatok, melyek több tekintetben hasonlóak a kémiai reakciókhoz. Például az oldódás, párolgás, olvadás, szublimálás alkalmával valamilyen új szerkezetű és tulajdonságú anyag keletkezik, ugyanúgy, mint a

reakciók során. Amikor nátrium-kloridot vízben oldunk, a nátrium-klorid kristályrácsa felbomlik és új kapcsolatok jönnek létre az oldatban. A nátrium- és kloridionok hidrátburkot alakítanak ki maguk körül. Új tulajdonság is jelentkezik. A tiszta víznek és a nátrium-klorid kristálynak egyaránt kicsi az elektromos vezetőképessége, a belőlük keletkező oldat viszont jól vezeti az áramot.” (10); „Az gyakran egyértelműen eldönthető, hogy egy átalakulás kémiai vagy sem. Sokszor azonban ennek megítélése is nézőpont kérdése. A nátrium-klorid oldódását például felfoghatjuk úgy, hogy az anyagnak csak az állapot változik meg: a vegyület szilárd állapotból oldott állapotba megy át. Más következtetésre jutunk, ha figyelembe vesszük, hogy szerkezeti változás is történik: a kristályos anyag szerkezete megszűnik és a rácsban kötött ionokból hidrátált ionok lesznek. Sok szempontból célszerű az oldatban szabadon mozgó Na^+ , illetve Cl^- ionok összességét külön-külön anyagnak tekinteni. A szilárd NaCl ugyancsak külön (más) anyag. Az oldódás során tehát egy anyagból két másik keletkezik.” (11)

További problémát jelent, hogy tankönyveink az exoterm kémiai folyamatokkal el-
lentétben – melyeket valódi kémiai reakcióval, például az égéssel szemléltetnek –, az endoterm kémiai reakciókat valamilyen só (általában KNO_3 vagy NH_4Cl) vízben történő oldásával szemléltetik. Ne csodálkozzunk tehát azon, hogy tanulóink jelentős része ötévi kémiatanulás után is azt hiszi, hogy például a KCl oldása vízben egy kémiai reakció.

Az 1999-es központi kémia érettségi-felvételi feladatsorozatának javítása során kiderült, hogy a felvételizők közel egyharmada szerint a KCl és a víz kölcsönhatása kémiai változás. A legtöbben, a hibásan válaszolók 75%-a a következő reakcióegyenletet írta fel: $\text{KCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{KOH} + \text{HCl}$. Érdekes, hogy ezek a tanulók ilyen módon értelmezik a KCl -oldatok semlegességét: „mivel a reakció során a KOH és a HCl azonos anyagmennyiségben keletkezik, ezért az oldat semleges”. (Ebben az érvelésben további tévképzetek is felbukkannak, miszerint savas az az oldat, amely savat tartalmaz, és lúgos az, amely bázist tartalmaz, illetve a közömbösítés során mindig semleges oldatot kapunk. (12)

A régi és a legújabb tankönyvek szerzőinek azon igyekezete, hogy a kémiai tanulmányokat a fizikai és a kémiai változás fogalmának bevezetésével indítsák, azért is érthetetlen, mert már húsz évvel ezelőtt világosan megfogalmazták, hogy ezeket a fogalmakat pusztán a csoportosítás kedvéért nincs értelme definiálni.

„A kémianításban korábban (1978 előtt!) éles határt voltak a kémiai és a fizikai változások között, s még sokanban él ez a régebbi csoportosítás. ... Csupán egyszerű példákat is kiválasztva, könnyű belátnunk, hogy a kémiai és a fizikai változások között korántsem lehet éles határt vonni... Összefoglalva: nincsen értelme annak, hogy csupán a csoportosítás kedvéért fizikai és kémiai változásokat különböztessünk meg. ... A természetben lejátszódó folyamatok rendszerint összetettek, így általában nem alkalmasak arra, hogy a tanulás kezdetein közvetlen példaként szolgáljanak az alapfogalmak bevezetésére.” (13)

Egy nemrégiben megjelent, meglehetősen provokatív hangú közlemény azt mutatja, hogy ez a probléma nem sajátosan magyar jelenség, a nyugati tankönyvek szerzői sem tudják elképzelni a kémia bevezetését ezen fogalmak nélkül. (14)

Az „elem” és „atom” fogalmak keveredése

A másik gyakori tévképzet, amely kapcsolódik a kémia három szintjéhez, az atom- és az elemfogalmak keverése. Ennek kialakulása több okra vezethető vissza. Az egyik ok mindenképpen a periódusos rendszer jelentésében rejlik. A periódusos rendszer (ahogy azt a neve is mutatja) eredendően az elemeket rendszerezi hasonló tulajdonságaik alapján (makroszintű jelentés), ma azonban alapvetően az elemek atomjait tartalmazza elektronszerkezetük kiépülése alapján (szubmikroszint). Ez a kettősség kezdettől fogva jelen van a kémia tankönyvekben, és ez rendkívül zavarólag hat a tanulókra.

„Az elemek azonos rendszámú atomokból álló anyagok. Mengyelejev és kortársai számára az elemek meghatározott tulajdonságú anyagokat jelentettek. Ma a kémikusok a periódusos rendszert elsősorban az atomok elektronszerkezetének megállapítására használják. Az elemek periódusos rendszere az atomok periódusos rendszerévé alakult. A jelentés megváltozott, de az elnevezés = (az elemek periódusos rendszere) maradt. ... Ez zavarhatja a tanulókat, és azt sugallja nekik, mintha az ‘elem’ megnevezést az ‘atom’ színónimájaként lehetne használni.” (15)

Noha a problémát nálunk is észlelték, igazából nem tulajdonítottak neki nagy jelentőséget.

„A 70-es évek elejéig Magyarországon – legalábbis az oktatásban – egyeduralgó volt az ún. rövid periódusos rendszer, vagyis a Mengyelejev-féle elrendezés. ...

Ma, az elektronhéjak kiépülési rendszerének ismeretében sokkal világosabbnak, érthetőbbnek tartjuk a nyújtott periódusos rendszert. ... Vitás kérdés, hogy az atomok vagy az elemek periódusos rendszerét használjuk-e. A kérdés azonban fölösleges(?!), hiszen a periódusos rendszer ‘kockáiban’ föltüntetett adatok részben az elemre, részben annak egy-egy atomjára vonatkoznak.” (16)

Megjegyzem, hogy az új tankönyvek között található olyan is (17), amelyben a periódusos rendszer kétszer szerepel, egyszer mint az elemek periódusos rendszere, később pedig mint az atomok periódusos rendszere. A két rendszer formai azonossága, valamint a hozzá fűzött magyarázatban az elemek és az atomok szintjének keveredése azonban a szokásos tévútra vezeti a tanulókat.

„A periódusos rendszer az elemek rendszere. A periódusos rendszer eredetileg csak 63 elemet tartalmazott. Az elmúlt száz évben az anyagszerkezeti kutatások eredményeként kiegészült. A periódusos rendszer a kémikus számára ma is alapvető munkaeszköz, számotokra az atomok közötti elizozodást segítő térkép lesz.” (17)

Az „atom” és „elem” fogalmak keveredését okozhatja a vegyjelek mint szimbólumok kettős jelentése. A vegyjel egyszerre jelenti az elemet (makroszint), valamint az atomot (szubmikroszint) is.

„A vegyjel az elem és az atom kémiai jele. Így például az Fe vegyjel jelöli a vas nevű elemet és a vasatomot is.” „A vegyjel az elem nevét és egy atomját jelöli. A H jel tehát a hidrogénelemet jelképezi, és egy hidrogénatomot jelöl.” „Mivel az elemek azonos atomokból épülnek fel, ezért a vegyjel nemcsak az elem, hanem az atom kémiai jele is. ... Tehát az elemeket és atomjaikat is vegyjellel jelöljük.” (18)

Tovább bonyolítja a helyzetet a vegyjel mennyiségi jelentésének többszintű értelmezése.

„Az elemek 1 molját is a vegyjellel jelöljük. A Fe vegyjel a következőket jelenti: vas, 1 vasatom, 1 mol vas, $6 \cdot 10^{23}$ db vasatom, 56 g vas.” (19)

Tévképzet forrása lehet az elemmolekulák reakcióinak következtelen jelölése is. Tankönyveink a két- vagy háromatomos elemmolekulák (pl. H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 , O_3) reakcióit általában molekulaképlettel írják fel (pl. $2H_2 + O_2 = 2H_2O$), a háromnál több ato-

mos elemmolekulákból álló elemek reakcióit viszont vegyjelükkel jelölik (pl. $S + O_2$ az $S_8 + 8O_2 = 8SO_2$ helyett).

Az „elem” és „atom” fogalmak keveredése számos esetben a tankönyvi szövegben is tetten érhető.

„Az atomok meghatározott számban molekulákat képezhetnek, pl. a kén kémolekulákból, a jód jódmolekulákból áll.” (20)

Látható, hogy az állítás első része az atomok és a molekulák kapcsolatáról szól, a második rész viszont az elemek és a molekulák kapcsolatát tárgyalja.

A „hő” és „hőmérséklet” fogalmak keveredése

Ezen két fontos fizikai fogalom keveredése (például „az oldáshő az a hőmérséklet...”) visszavezethető egyrészt a tanulók fogalmi fejlődésére (az extenzív és intenzív mennyiségek fogalmának kialakulatlanságára), valamint szemantikai okokra is (hasonlóan a „mol” és a „molekula” fogalmakhoz). Ezt a tévképzetet azonban számos kémia tankönyv erősítheti.

Az alapszintű kémia tankönyvekben az exoterm és endoterm folyamatok fogalmát általában a következő három témakör egyikénél vezetik be: halmazállapot-változások, oldás, kémiai reakciók. Az utóbbi kettő esetén a fogalmakat olyan kísérletekkel szemléltetik, amelyekben az energiaváltozás (a hőelnyelés, ill. a hőfelszabadulás) minden esetben hőmérséklet-változással (hőmérséklet-csökkenéssel, ill. hőmérséklet-emelkedéssel) jár együtt.

A tankönyvek által indukált tévképzetek nem jelentéktelen hányada a tankönyvi ábrák számlájára írható. Egy tanulmány szerint a görög természetismeret tankönyvekben az anyag részecsketermészetével foglalkozó ábrák mintegy 86%-a tévképzetet okozhat. (21) A magyar kémiatankönyvekben található ábraanyagból most mindössze két példát mutatok be.

Az oldódás sebességének és az oldódás mértékének keveredése

Ismeretes, hogy a hétköznapi nyelvhasználatban a „jól oldódik” kifejezést – a tudó-

mányos nyelvhasználattal ellentétben – kétféle értelemben is használjuk, egyrészt az oldódás mértékének kifejezésére („sok oldódik”), másrészt az oldódás sebességének jellemzésére („gyorsan oldódik”). A kétféle jelentés keveredése figyelhető meg a következő ábrán, amely egy 6. osztályos természetismeret tankönyvben található.

A fejezet címe: „Oldékonyság, oldatok”. Alcím: „Miben oldódik?” Az ábrán egy anya és kislánya dolgoznak a konyhában. A kislány salátalé készítésével foglalatokodik. Eközben így szól: „Mama! Az ecetben olyan lassan oldódik(!) a cukor!” Mire a mama válasza: „Először a vízben oldd fel a cukrot, mert abban jól oldódik(!), azután tölts bele ecetet!” (22)

Oldatkészítésénél a térfogatok additívítása

Nagyon sok magyar általános és középiskolai tanuló gondolja, hogy oldatok készítésekor az oldat térfogatát ki lehet számolni egyszerű összeadással. Ezt a tévképzetet erősítheti a következő, egyik 7. osztályos kémia tankönyvünkben szereplő ábra.

Az ábra az oldatkészítést szemlélteti, pontosabban 100 g 10 tömeg%-os oldat készítését. Az ábra egyik részében láthatjuk a 10 g szilárd oldandó anyagot egy óraüvegen kimérve, a másik részében pedig 90 g oldószert egy mérőhengerben. A probléma az, hogy az oldószert egy beosztással ellátott mérőhengerben található, és – szerencsétlen módon – a folyadék szintje a 9-ik jelig ér. (23) Sok tanuló azt gondolja, hogy ha a 10 g szilárd anyagot hozzáadjuk a 90 g folyadékhoz, akkor a folyadékszint a 10-ik jelig fog emelkedni.

Számos esetben a fogalomkialakítás során az általánosítás hiánya okozza a tévképzetet. Példa erre a tömegszázalék fogalma. A kémia tankönyvek például a tömegszázalékot az oldatok tárgyalásánál vezetik be, és általában a következőképpen definiálják:

$$\text{tömeg\%} = \frac{\text{oldott anyag tömege}}{\text{oldat tömege}} \cdot 100$$

Ezért nagyon sok tanuló csak az oldatokkal kapcsolatos számításokban tudja használni a tömegszázalék fogalmát. Ráadásul néhány helyen a kristályvizes sók oldásával, kiválásával kapcsolatos feladatoknál a következő megjegyzést találjuk:

„A számítások során a kristályvíz tartalmú vegyületeket ‘szilárd oldatoknak’ is tekinthetjük, melyek határozott, állandó tömeg%-ban tartalmazzák az ‘oldott anyagot’.” (24) „Több eset jelzi, hogy a kristályvíz tartalmú anyagok ‘szilárd oldatként’ való kezelése – számítási feladatokban – nem vált még általános gyakorlattá. Pedig ezzel a módszerrel jelentős időt, leírás esetén helyet és időt takaríthatnánk meg.” (25)

Látható, hogy ebben az esetben a tömegszázalék fogalmának általánosítása helyett az oldat fogalmának általánosítása történik.

Egy sajtóosan magyar tévképzet

Néhány esetben az új fogalom kialakításakor alkalmazott eljárás nem megengedhető általánosítása okoz tévképzetet. Ilyen a tanulóknak a sebességi egyenlet és a sztöchiometriai egyenlet kapcsolatával összefüggő tévképzete, ami bizonyítottan annak következménye, hogy a magyar nyelvű kémia tankönyvek kétharmada az egyensúlyi állapot és a tömeghatás törvényét kinetikai alapon vezeti be. (26)

Az itt bemutatott néhány példa is mutatja, hogy a (magyar) kémia tankönyvekben nagyon sok olyan kijelentést, magyarázatot, ábrát és szemléltetést találunk, melyek alkalmasak tévképzetek kialakítására. Úgy tűnik, hogy a kémia tankönyvek szerzői nincsenek tekintettel a pedagógia, a pszichológia és a kémia–didaktika legújabb eredményeire.

„Sajnos a kémia oktatásával kapcsolatos kutatások a 20. században nagyon kis hatást gyakoroltak a kémia tanítására. A tankönyvekben az utóbbi négy évtizedben végrehajtott változtatásokat nem a tudományos kutatások eredményei vezérelték. Noha a kémia oktatásának kutatásával foglalkozó szakemberek lényegében minden jelentősebb tévképzetet feltártak, ami a bevezető kémiakurzusok anyagához kapcsolódik, a tanárok 90%-a vagy egyáltalán nem ismeri azokat, vagy nem használja a kialakulásukat megelőző eljárásokat az oktatás során” – írja a már idézett *Gabel*.

Ezzel szemben a kémia tudomány legújabb eredményei meglepő gyorsasággal jelennek meg a tankönyvekben. Például a nyolcvanas évek végén felfedezett fullerének (a szén harmadik kristályos mó-

dosulatai, pl. C₆₀) a kilencvenes évek elején kiadott tankönyvekben már szerepelnek. Ezek a tények is bizonyítják, hogy a magyar kémiaoktatás még nem tudott túl lépni a kémia tudomány eredményeit bemutató, annak felépítését, logikáját követő szinten. (27)

Jegyzet

- (1) GABEL, D.: *Improving teaching and learning through chemistry education research: a look to the future*. Journal of Chemical Education, 1999. 4. 548. old.
- (2) BROSNAN, T.: *When is a chemical change not a chemical change?* Education in Chemistry, 1999. 56. old.
- (3) MARÓTHY M.-NÉ: *Kémia 12–14 éveseknek*. Konsept Kiadó, Bp. 19. és 9. old.
- (4) NADRAINÉ HORVÁTH K.–VARGA I.-NÉ: *Kémia I.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp., 1996. 121. old.
- (5) NADRAINÉ HORVÁTH K.: *Kémia III.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp., 1998. 177. old.
- (6) KECSKÉS A.-NÉ–ROZGONYI J.-NÉ–KISS ZS.: *Kémia 8. (Általános iskola)* Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp., 1998. 14. old.
- (7) BONIFERT D.-NÉ–HALÁSZ T.–MISKOLCI J.-NÉ–MOLNÁR GY.-NÉ: *Természetismeret 6. (Fizika és kémia)* Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1997. 90. old.
- (8) GYÖRBÍRÓ K.: *Általános kémia*. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1994. 95. old.
- (9) KÓRÓS E.–PINTÉR I.-NÉ: *Kémia (Gimnázium I. osztály)*. Tankönyvkiadó, Bp., 1976. 9. old.
- (10) BOKSAY Z.–GARAMI K.–TÓTH G.: *Kémia a szakosított tantervű gimnáziumok IV. osztálya számára*. Tankönyvkiadó, Bp., 1967. 13. old.
- (11) BOKSAY Z.–TÖRÖK F.–PINTÉR I.-NÉ–BALÁZS L.-NÉ: *Kémia a gimnázium I. osztálya számára*. Tankönyvkiadó, Bp., 1982. 110. old.
- (12) SCHMIDT, H.-J.: *A label as a hidden persuader: chemists' neutralisation concept*. International Journal of Science Education, 1991. 4. 459. old.
- (13) BALÁZS L.: *A kémiai folyamatok tanítása*. In: *Az általános iskolai kémiatanítás korszerűsítésének története*. (Szerk.: Balázs L.) OPI Pedagógus Továbbképzés Könyvtára, Bp., 1978. 72. old.
- (14) BOROSNAN, T.: *When is a chemical change not a chemical change?* Education in Chemistry, 1999. 2. 56. old.
- (15) SCHMIDT, H.-J.: *Does the periodic table refer to chemical elements?* In: *Book of Abstracts*. 4th European Conference on Research in Chemical Education. York, 1997. 45. old.
- (16) VICTOR A.: *Az anyagszerkezet tanítása*. In: *Az általános iskolai kémiatanítás korszerűsítésének története*. Szerkesztette: Balázs L. OPI Pedagógus Továbbképzés Könyvtára, Bp., 1987. 57. old.
- (17) ZSUGA J.-NÉ: *Kémia 12–13 éveseknek*. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1997. 79. és 116. old.

- (18) KECSKÉS A.-NÉ-ROZGONYI J.-NÉ: *Kémia 7. (Általános iskola)* Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp., 1997. 71. old. ZSUGA J.-NÉ: *Kémia 12–13 éveseknek.* Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1997. 77. old. SIPOSNÉ KEDVES É.-PÉNTÉK L.-NÉ-HORVÁTH B.: *Kémia 7. (Kémiai alapismeretek)* Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1997. 110. old.
- (19) KECSKÉS A.-NÉ-ROZGONYI J.-NÉ: *Kémia 7. (Általános iskola)* Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp., 1997. 76. old.
- (20) ZSUGA J.-NÉ: *Kémia 12–13 éveseknek.* Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1997. 29. old.
- (21) KOULALIDIS, V.-HATZINIKITA, V.-KOKKOTAS, P.-VLACHOS, I.: *The particulate model of matter: a pedagogical analysis of science textbooks.* Üök: *The role of the pictorial representations of the particulate nature of matter in understanding the relevant concepts included in science textbooks.* In: *Book of Abstracts.* 4th European Conference on Research in Chemical Education, York, 1997. 37. old.

- (22) BALÁZS L.-NÉ: *Természetismeret. Kémia 11–12 éveseknek.* ELTE Radnóti M. Gyakorlóiskola–Kékes Kiadó, Bp., 1993. 35. old.
- (23) DEÁK GY.: *Kémia a 13 éves korosztály számára (7. osztály).* Apáczai Kiadó, Celldömölk, 1997. 8. old.
- (24) VILLÁNYI A.: *Ötösöm lesz kémiából (Példatár).* Calibra Kiadó, Bp., 138. old.
- (25) KOVÁCS F.: *Számoljunk egyszerűbben, könnyebben: alkalmazzuk gyakrabban a tömegörtörtet!* A kémia tanítása, 1999. 1–2. 23. old.
- (26) TÓTH Z.: *Egy kémiai tévképzet nyomában (Az egyensúlyi állandó bevezetésének lehetőségei és problémái).* Iskolakultúra, 1999. 2. 108. old.
- (27) NAHALKA I.: *Irányzatok a természettudományos nevelés második világháború utáni fejlődésében.* Új Pedagógiai Szemle, 1993. 1. 3. old. Uő.: *Válságban a magyar természettudományos nevelés.* Új Pedagógiai Szemle, 1999. 5. 3. old.

Tóth Zoltán

Releváns fizikát mindenkinek! Társadalmi témák a fizikában

Fejlett ipari társadalmak csakis akkor lehetnek sikeresek, ha polgárai rendelkeznek természettudományos műveltséggel. Így minden állampolgár nevelésének tartalmaznia kellene „releváns természettudományt”. Egy ilyen releváns természettudományt tanító kurzusnak komplexnek kellene lennie szakmai helyett, s magába kéne foglalnia a természettudomány kulturális és társadalmi hatásainak összefüggéseit. Én 1976 óta tartok ilyen típusú előadásokat. Ez az „aktív tanulás” olyan társadalmi témákat tárgyal, melyeket egy-egy ilyen kurzus érinthet. A példák között van az általános felmelegedés, a szállítás, az exponenciális növekedés, az áltudomány, a kockázati tényezők, a nukleáris fegyverek, a nukleáris energia, a technika értékelésének és az energia jövőjének kérdése. (Könyvalakban: Art Hobson: „Fizika: fogalmak és kapcsolatok”; Prentice Hall Publishing Company, második kiadás 1999.)

Az általános természettudományos műveltség

A széles körű és aggasztó természettudományos műveletlenség ténye mindenki számára ismert. David Goodstein fizikus és pedagógus szerint „az amerikai lakosság körülbelül 95 százaléka járatlan a természettudományokban, a természettudományos műveltségnek nevezett fogalom bármely racionális definíciója alapján.”

Számos pedagógus gondolja úgy, hogy minden állampolgárnak természet-tudományosan tanultnak kell lennie. A Természettudományt minden amerikai-nak című tanulmány szerint, melyet a Tudományos Haladásért Amerikai Egyesülete (American Association for the Advancement of Science, AAAS) támogat, az egyetemes természettudományos műveltségre kényszerítő indokok egyike a következő: