

Határtalan kémia...”



Dr. Szalay Luca

Néhány ötlet az energiagazdálkodás és a környezetvédelem kapcsolatának tanításához

Az energiagazdálkodás és a környezetvédelem összefüggéseivel kapcsolatos problémák kezelése, ill. megoldása az emberiség előtt álló legsürgetőbb feladatok közé tartozik. Ez magyarázza azt a tendenciát, hogy e témák megvitatása egyre inkább túlmutat a szűk szakmai vagy szakmapolitikai körök munkáján. Évtizedek óta mindennapos tapasztalat, hogy egyes érdekcsoportok (belső meggyőződésből, és/vagy politikai érdekektől vezérelve) társadalmi vitákat kezdeményeznek olyan kérdésekben, amikről ők maguk és a társadalom túlnyomó többsége sem feltétlenül rendelkezik kellő ismeretanyaggal, és a teljes körű áttekintést igénylő tudással. A helyzetet tovább bonyolítja az a tény, hogy sok kérdésre a tudomány sem képes egyértelmű válaszokat adni. Mindez kitűnő terepet szolgáltat a populista és demagóg megközelítésre, az időnként a háttérben meghúzódó érdek-összefonódások elrejtésére. Tudomásul kell vennünk: a jövőben mindennapos gyakorlattá fog válni az, hogy a szavazóképes állampolgároknak állást kell foglalnia az ilyen természetű polémiákban (akár közvetlenül, pl. egy erőmű építése, vagy élettartamának meghosszabbítása ügyében kiírt népszavazáson, akár közvetve, az általános vagy önkormányzati választások alkalmával, amikor a szavazataikat az energiapolitikai kérdésekben ilyen vagy olyan álláspontot elfoglaló pártokra adják le). Teszi majd ezt a társadalom többsége a legalapvetőbb fogalmak, ismeretek és információfeldolgozási, ill. döntéshozatali mechanizmusok képességének szinte teljes hiányában (legalábbis ha addig ilyen téren nem sikerül változást elérnünk).

Egyértelmű a feladatunk: a természettudományos oktatás egyik legfontosabb célja az olyan jól strukturált és megbízható tudás kiépülése minden

diák fejében a közoktatási szakasz végére, ami lehetővé teszi az energetikai szakemberek, a környezetvédők és az egyes érdekcsoportokat képviselő szervezetek, ill. pártok (média által közvetített) érveinek és ellenérveinek alapszintű értelmezését, mérlegelését és a felelősségteljes döntés meghozatalát. Nem elegendő tehát önmagában sem a fogalmi rendszer ismerete, sem a vitakészség és a kritikus gondolkodás képessége. Csak azoknak a felnőttek van esélyük sikerrel venni ezeket az akadályokat, akik az összes szükséges tudás birtokában vannak.

Nem is olyan könnyű azonban valami újszerűt és újszerűen tanítani a gyerekeknek ezen a téren. Hiszen (ahogy mondani szokták) „a vízcsapból is ez folyik”. Ezért nagyon könnyen eshetünk abba a hibába, hogy az unalomig ismételve ugyanazokat az információkat, éppen ellenkező hatást érünk el, mint szerettünk volna. A családban fordult elő, hogy az egyik tizenhat éves serdülő a következőt mondta: „Ha még egy előadást meg kell hallgatnom a nukleáris energia káros hatásairól, akkor már csak azért is a Paksi Atomerőmű élettartamának meghosszabbítása mellett fogok szavazni.” (Itt természetesen nem azon van a hangsúly, hogy ez a döntés helyes lesz-e vagy sem, hanem a döntéshez vezető út pszichológiai hátterén.)

Egy japán kollégánk, Haruhiko Tanaka tanár úr a Hirosimai Egyetemről az elmúlt tanévben fél évet töltött vendégprofesszorként az ELTE Kémiai Intézetében. Az ő kezdeményezésére, és vele együtt sokat gondolkoztunk azon, hogy milyen módszerekkel lehetne az energiagazdálkodás és a környezetvédelem kapcsolatát közelebb hozni a tizenéves korosztályhoz. Az ötleteink alapján kétféle óravázlatot is készítettünk, amiket a gyakorlatban két-két olyan középiskolás osztállyal próbáltunk ki, ahol az ilyen szintű angol nyelvű kommunikáció nem jelentett a diákok számára leküzdhetetlen akadályt. E helyen nem a teljes munkát, csak annak néhány momentumát mutatom be, hátha találnak a kollégák közötté használható ötleteket.

A „3R elv”

Tény, hogy a világ energiafogyasztása még sokáig nőni fog. A számok és a diagramok még ijesztőbbek, ha figyelembe vesszük, hogy a fosszilis energiahordozók mennyisége véges. Miközben még nem tudjuk, hogyan sikerül majd néhány évtized múlva kielégíteni a világ energiaéhségét, a jelenben gyakran ésszerűtlen módon pocsékoljuk az energiát és a nyersanyagokat. Tanaka professzor ezért Japánban és külföldön [1] egyaránt

nagyon fontosnak tartotta a „3R elv” népszerűsítését. Ez a „**R**educe, **R**euse and **R**ecycle” felszólítás rövidítése. Magyarul annyit tesz, hogy próbáljuk meg minden lehetséges módon csökkenteni az energia- és nyersanyagfogyasztásunkat; minden környezetünkben lévő tárgyat minél tovább használni (nem árt tudni, hogy „a magyar *eBay*”, vagyis a „Vatera” ebben hatalmas segítséget nyújt!); és ha valamire már semmilyen formában nincs szükségünk, akkor gondoskodjunk róla, hogy a hulladékból értékes nyersanyag válhasson. A japán professzor ezért demonstrálta néhány, kémiai elven működő kéz- és italmelegítő használatát. Ezekből az ő hazájában rengeteg fogy, és alkalmazásuk sajnos már Magyarországon is terjedőben van. Ezek képezik a 3R elvet leginkább figyelmen kívül hagyó termékek egyik csoportját. Hiszen nagyon sok nyersanyagot és energiát igényel az előállításuk, nagyon rövid ideig használjuk őket, és a lejátszódó kémiai reakció után regenerálásuk legfeljebb ipari körülmények között lenne megoldható. Szelektív gyűjtésük azonban szinte emberfeletti feladat. Ezekből jóval kevésbé környezetterhelők a nátrium-acetát exoterm kristályosodását hasznosító, hasonló célra készült termékek, mivel forró vízbe téve sokszor regenerálhatók. Kérdés persze, hogy ki, mennyire és miért van rászorulva mindezek használatára. Ez jó vitatémát jelenthet a diákok számára. Másrészt kiírhatunk az osztályban vagy az iskolában egy novellaíró versenyt is, hogy eldöntsük, ki tudja a legtöbb fantáziával a legrealisztikusabb sci-fi novellát kitalálni arról a korról, amikor a hulladékhelyek majd nyersanyagokká válnak...

Fosszilis energiahordozók, mint nem megújuló energiaforrások

Minden diák megtanulja, hogy a kőszén, a kőolaj és a földgáz nem megújuló energiaforrásoknak számítanak. Nem árt azonban egy kis játékos számolással tudatosítani az elégetésük végérvényességét és e folyamat visszafordíthatatlanságát. Miután megbeszéltük, hogy hogyan raktározódott a fotoszintézis útján a Nap energiája a növényekben, majd a Föld mélyébe kerülve mennyi idő alatt lett ezekből értékes energiahordozó, föladhajuk a gyerekeknek a következő példát. Képzeljék azt, hogy a 650 millió éve képződött kőolaj életkorát egy nap 24 órájának feleltetjük meg. Hány óra hány perckor jelent meg ezen a 24 órás időskálán a mintegy 200 ezer éve (a neandervölgyi ősember, majd a *Homo sapiens sapiens* megjelenésével) kialakult emberi faj? Továbbá hány óra hány perckor kezdte az emberiség használni a kőolajat, ha az első olajkutató 1859-ben fúrták? A diákok számolhatnak egyénileg, párokban vagy csoportokban is. Ez utóbbi előnye, hogy azonnal tudják ellenőrizni, és meg is beszélhetik a mell-

bevágó eredményt. Ugyanis a számítások azt mutatják, hogy ezen az időskálán az ember 23 óra 59 perc 33 másodperckor jelent meg, az első olajkutató pedig éjfél előtt 0,02 másodperccel fúrták...

A Gaia modell

A globalizáció korában, amikor az információ a másodperc törtrésze alatt jut a Föld egyik távoli pontjáról a másikra, és a jelszó a „Gondolkodj globálisan, cselekedj lokálisan!”, nem árt a diákjainkat megismertetni a Gaia elmélettel [2]. Nyugodtan feladhatjuk nekik otthoni munkának irányított forrásfeldolgozásként, hogy keressék meg, ki hogyan értelmezte a Lovelock nevű angol vegyész hipotézisét [3]. Eszerint a Föld légköre, vízburka és maga a földkéreg egyetlen hatalmas integrált rendszert képez, melynek alkotórészei állandó kölcsönhatásban vannak egymással. Ezért a Föld, mint egy elképzelhetetlenül óriási rendszer, bármely beavatkozás után mindig megpróbál visszatérni egy „általa preferált” homeosztázisba. Jó példa erre az a tudományosan igazolt tény, hogy ha a légkör széndioxid koncentrációja nő, az a fotoszintézis intenzitásának növekedését vonja maga után, ami viszont csökkenti a levegő széndioxid tartalmát. Nagyon tanulságos az is, ha a diákok megismerkednek a Gaia hipotézis elfajult változatával. Ez a Földre olyan élőlényként tekint, amely tudatosan tartja fenn az emberiség létezése számára optimális körülményeket. „Gaia” a görög mitológiában tényleg a „Földanya” istennő, de Lovelock és kollégái komoly tudósok voltak, akik a „Gaia” szót csak szimbolikus értelemben használták [4]. Az e témáról való beszélgetésnek addig a pontig kell az órán eljutnia, hogy a metafizikai irányba elfajult elméletre nincs semmilyen tudományos bizonyíték. Az azonban biztos, hogy megfelelően drasztikus beavatkozásokkal minden homeosztázisban lévő rendszert ki lehet téríteni a látszólagos egyensúlyából. Mint ahogy egy élő szervezet is sikerrel áll ellen kisebb hatásoknak, de bizonyos beavatkozások már halálhoz vezetnek. Egyelőre nem tudjuk felmérni, hogy milyen mértékű és irányú emberi tevékenység juttathatja el a Földet egy ökológiai katasztrófa szélére. Ezért nem árt óvatosnak lennünk...

„Számokat, ne mellékneveket!”

Ez az idézet egy Cambridge-i professzor, David McKay „Sustainable energy – without the hot air” c. könyve [5] egyik fejezetcímének fordítása. Velem együtt biztosan nagyon sokaknak elege van már abból, hogy a hagyományos és megújuló energiaforrásokról folytatott vitákban nem számokat és tényeket, hanem különféle minősítésekre alkalmas jelzőket

(melléneveket) hallunk. Aki szintén így érez, annak ajánlom figyelmébe ezt az érdekes művet, ami az internetről szabadon letölthető, és van egy 10 oldalas szinopszisa is. Néhány, (igaz az Egyesült Királyságra vonatkozó) közelítő számításokon alapuló megállapítást mindenképpen érdemes kiválogatnunk belőle a diákjaink számára. Például azt írja, hogy napi 40 kWh energiafogyasztást igényel, ha egy átlagos autót napi 50 km megtételére használunk. A két legnagyobb megújuló energiaforrás, aminek felhasználását fontolóra veszi ezen energia megtermeléséhez, a napelem és a szélenergia. Számításai szerint az, hogyha az ország teljes területének kb. 5-10 %-át beborítanák napelemmel, mindössze fejenként 50 kWh energiát szolgáltatna egy nap alatt. Ugyanennyi (50 kWh/nap/fő) energia szélenergiával való megtermeléséhez a tengeri szél erőművekkel kb. kétszer akkora területet kellene befedni, mint Wales... Érdeemes megtanítani tehát a diákokat arra, hogy az előnyök és hátrányok kvalitatív mérlegelése mellett a kemény kvantitatív megközelítést is muszáj alkalmazni, ha felelősen gondolkodunk. Végül egy rövid találós kérdéssel fölhívhatjuk a diákjaink figyelmét arra is, hogy ne hagyják magukat a hangzatos szólamoktól megteveszteni. A „Minden kicsi számít!” jelszó igaz (tényleg ne pocskoljunk még kevés energiát se fölöslegesen!), de megoldást a nagy energiagondokra nem jelenthet. Gyakran halljuk ugyanis ennek az elvnek a jegyében, hogy pl. húzzuk ki a mobiltöltőt a konnektorból, amikor nem használjuk, mert a sok kicsi megspórolt energia sokra megy. McKay fölteszi a kérdést (amit mi is alkalmazhatunk találós kérdésként): Vajon mennyi ideig lehetne akkora mennyiségű energiával átlagos utazási sebességen működtetni egy autót, amit azzal spórolunk meg, hogy egy napig nincs bedugva a konnektorba az üres mobiltöltőnk? A diákok sejtik, hogy rövid időtartamról lehet szó, de hogy a helyes válasz kb. 1 másodperc, azt azért nem szokták gondolni...

Bizonyára minden tanárnak megvannak a maga eszközei és módszerei e fontos témakör tárgyalásához. Remélem azonban, hogy a fentiekben leírtak között lehetett találni egy-két újdonságot. Hiszen az a feladat, hogy a diákok tényleg felkapják a fejüket, és megértsék: az, hogy az unokáinknak milyen élete lesz, nagymértékben múlik az ő mindennapi döntéseiken is...

Irodalomjegyzék:

- (1) Tanaka H., Koga N., (2006), Proceedings of the 19th International Conference on Chemical Education, Seoul

- (2) Lovelock J. E., (1979), *Gaia A new look at life on Earth*, Oxford University Press
- (3) Lovelock J. E., (1990), Hands up for the Gaia hypothesis, *Nature*, **344** (6262): 100-2.
- (4) Margulis L., (1999) *Symbiotic Planet: A New Look At Evolution*. Houston: Basic Book
- (5) MacKay D. J. C., (2008), *Sustainable Energy - without the hot air*, UIT Cambridge; szabadon letölthető a következő weboldaltól: <http://www.withouthotair.com/download.html> (Az utolsó látogatás időpontja: 2010. nov. 14.)

Dr. Szalay Luca
ELTE Kémiai Intézet
luca@chem.elte.hu