

DR. MOJZES JÁNOS

Debrecen

Modell-kísérlet a mól- és atomtömeg tanításához

Az 1978/79-ben bevezetett tanterv [1] több évtizedes lemaradást igyekezett pótolni, amikor a szaktudomány által elfogadott fogalmak és ismeretek olyan szinten történő tanítását írta elő, amelyben az alkalmazott egyszerűsítés nem sérti a tudományosság elvét. Az évszázadok során kialakult, felismert tényanyagot, fogalmakat ma rendszerint készen találják tanulóink a tankönyvekben. Pedig a felismerés a felfedezés rögzös útjának bemutatása szolgálhatná a fejlődés és mozgás érzékeltetését, s ezen keresztül tanulóink szemléletének formálását. A rövid, történeti betétek, kiegészítések megbeszélésére a feszített tanterv miatt rendszerint kevés idő marad. A szaktanár sokat tehet azért, hogy a tanulók *a kész ismeretek mögött a fejlődést is lássák, és a fogalmak, összefüggések verbális tudása mellett értsék, érzékeljék is azok lényegét.*

A *kémia* általános iskolai tananyaga számos olyan korszerű fogalmat tartalmaz, amely korábban a középiskola tantervében sem szerepelt ilyen megfogalmazásban. A közvetlenül bemutatható, tapasztalható sajátságok mellett azok mélyebb értelmezésére is sor kerül. A miértek megválaszolásához viszont olyan anyagszerkezeti és energetikai ismeretek is szükségesek, amelyek közvetlenül nem láthatók, nem mutathatók meg a tanulóknak. Az *elvont tananyag*, ismeret „*tanulói közelbe*” hozásához, szemléletessé tételéhez hasonlatok, *analógiák, modellek rendszeres alkalmazására* van szükség a kémiáorán [2].

Egyik ilyen alapfogalom a 7. osztály első felében sorra kerülő „*mól*” és a „*relatív atomtömeg*” fogalma. Lehetőleg egységben [3] kell megtanítani e két fontos fogalmat, ahogyan a követelményrendszer is javasolja „*kísérlet és szemléltetés*” segítségével [4]. A tanári segédkönyv [5] főleg olyan háttérismeretekkel vértézi fel a szaktanárt a téma kapcsán, amelyeket nem kell megtanítani, de jó, ha tud; illetve konkrét példákat hoz az atomtömeg és a mól értelmezésére. Az Avogadro-szám bevezetésével, konkrét esetekből, illetve elemekből kiindulva javasolja a mólfogalom és móltömeg bevezetését. Több konkrét példa nyomán lehet megfogalmazni, illetve megfogalmaztatni általános-ságban, hogy „*bármely elem 1 móljának tömegét megkapjuk, ha a relatív atomtömegét grammokban kifejezzük*”. A mólnyi mennyiség szemléltetésé viszonylag könnyen – egy mintasorozattal is – megoldható [3]. A gyakorlás fázisában pedig sok konkrét példával, a részecskeszám és a móltömeg többszörösével és törtrészeivel végzett fejszámolással mélyíthető el az anyagmennyiség különböző mértéke közti összefüggés, a *mennyiség tartalma*.

Az SI mértékegységek bevezetésével polgárjogot nyert *anyagmennyiség* fogalma és mértékegysége a mól, de ez csak hosszú gyakorlás után és a magasabb szintű kémiai tanulmányok révén válik igazán sajátjukká tanulóinknak. A kémiai egyenletek írásánál meg kell követelni a *mólokban való gondolkodást*, az egyenletírás előszóval történő követését. Ugyanígy a sztöchiometriai számítási feladatok megoldásánál is célszerűbb a mólokban való számolás. Hosszú és következetes munka eredményeként érhető el, hogy a középiskolát végzettek valóban tudjanak mólokban gondolkodni. Ez persze nem menti fel az általános iskolát, mert a *fogalom megalapozását* itt kell elvégezni.

A mól szabatos definiálása mellett szükséges a *relatív atomtömeg* fogalmának

ismerete, értése is. A tapasztalat azt mutatja, hogy nagyon sok esetben csak megtanulják a tanulók a fogalom jelentését, de nem értik azt igazán: „A relatív atomtömeg viszony-szám. Megadja, hogy valamely elem egy atomjának tömege hány-szor nagyobb egy szén-atom tömegének 1/2-ed részénél.” [3]. Az a tény, hogy ma *atomtömeget* tanítunk *atomsúly* helyett, a tanulóknak nem okoz gondot, mivel 6. osztályban már fizikából tanulták a tömeg fogalmát, és mértékegységeit. Legtöbbször a szaktanároknak nehéz ezt megszokni, mert többségük még nem így tanulta, illetve a szakemberek körében ma is vita tárgyát képezi az elnevezés [6]. Problémát jelent viszont az egyetlen atom-tömegének felfogása, amely roppant kicsiny szám grammokban kifejezve. Bár a tan-könyv csak apró betűvel hoz néhány abszolútérték-adatot, de erről szükséges a tanulók-kal részletesebben beszélni. – Tapasztalataink szerint a „*viszonyszám*” értelmezése ép-pen az elvontsága miatt távol áll a tanulók gondolatvilágától, ezért nem, vagy csak ne-hezen tudják annak lényegét magukévá tenni. – Minden olyan esetben, amikor a való-ság igen kicsiny vagy igen nagy részeit, jelenségeit akarjuk a tanulókhöz közelebb hoz-ni, modellt kell alkalmaznunk, amely tantermi körülmények között is érzékelhető, és analogikus kapcsolatban van a számukra ismert dolgokkal, ezért szemléletesé teszi az adott jelenséget vagy fogalmat. A viszonzszámot, kémiában használatos *laboratóriumi eszközök segítségével, egymáshoz való viszonyításukkal is érzékelhetővé tehetjük* [7]. A tanulóink aktív közreműködésével végzett összehasonlítás gondolatmenetének főbb csomópontjait és a felhasznált, írásvetítővel kivetített képet az alábbiakban közöljük.

1. Megfelelő *főzőpohár és álló lombik összehasonlítása*. (Az előkészítés során ta-láltunk olyan 500 cm³ térfogatú lombikot, amelynek magassága a 100 cm³ térfogatú főzőpohár háromszorosának felel meg.)

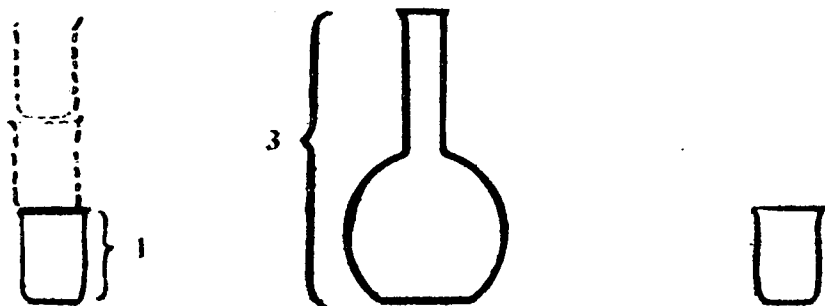
1.1. *Feladat kijelölése*: Hasonlítsuk össze az asztalon lévő álló lombikot és főző-poharat, s az eredményt fogalmazzuk meg úgy, hogy az is megértse, aki ezt nem vé-gezte el.

1.2. Válasszuk ki először azokat a *jellemzőket*, amelyek alapján elvégezhető az összehasonlítás. Ki, milyen közös jellemzőket lát, amely az összehasonlítás alapja lehet? (Tanulói javaslatok, ötletek: magasság, nagyság, térfogat, tömeg...)

1.3. A *javaslatok közül* nézzük meg, hogy mely jellemzők alapján való összeha-sonlítás lenne a *legegyszerűbb*, a legkönnyebben megoldható? (Magasság és térfogat.)

1.4. *Magasságok összehasonlítása*: hány-szor magasabb a lombik, mint a főzőpohár? (Gyakorlatban: 3 főzőpohár egymásra helyezésével érjük el a lombik magasságát.)

Megállapítás: a lombik háromszor olyan magas, mint a főzőpohár. Lásd: 1. ábrát.



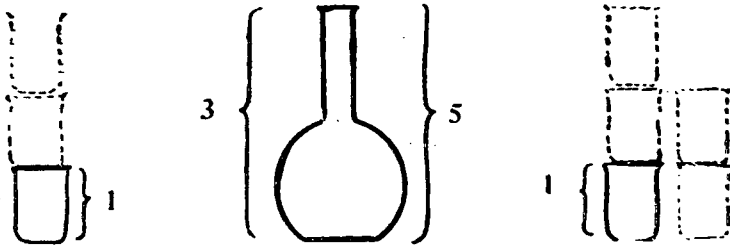
3× olyan magas, mint a főzőpohár!

1. ábra

1.5. *Térfogatok összehasonlítása: hány főzőpohárnyi víz fér a lombikba?* (Gyakorlatban: 5 főzőpohár vízzel lett tele a lombik.)

Megállapítás: A lombik ötször akkora térfogatú, mint a főzőpohár. Lásd: 2. ábrát.

1.6. Mivel mértünk? *Mit tekintettünk egységnek*, alapnak a mérésnél? (A főzőpoharat.) Ezt nevezzük összehasonlítási vagy *viszonyítási alapnak*.

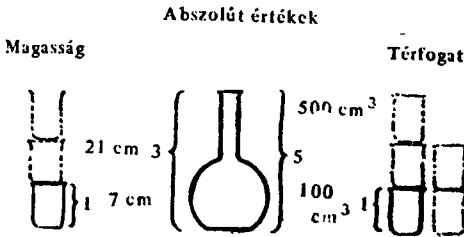


3 × olyan magas, mint a főzőpohár!
5 × akkora térfogatú, mint a főzőpohár!
2. ábra

1.7. Milyen *adatokkal, számokkal* jellemezhető a lombik? (A magasság 3-mal, a térfogat 5-tel.) Ezt nevezzük *viszonyszámmak*.

1.8. Ismertük-e, figyelembe vettük-e a lombik és főzőpohár *tényleges magasságát és térfogatadatát*? (Nem. Az összehasonlítás ellenőrzéséhez használtuk fel a cm-ben és cm³-ben mért adatokat.)

1.9. *Következtetés:* A viszonzyszámok nem abszolút értéket fejeznek ki, valamivel való összevetés alapján nyertük azokat. Ezért is nevezzük *relatív magasság-*, illetve *relatív térfogatértéknek* a mért 3-at, illetve 5-öt. Viszonyításnál nincs szükség a tényleges, abszolút értékekre. Lásd: 3. ábrát, ahol a lapozható formában készült fólia teljes képe látható.



3 × olyan magas, mint a főzőpohár!

5 × akkora térfogatú, mint a főzőpohár!



Viszonyszám



Viszonyítási alap (egység)

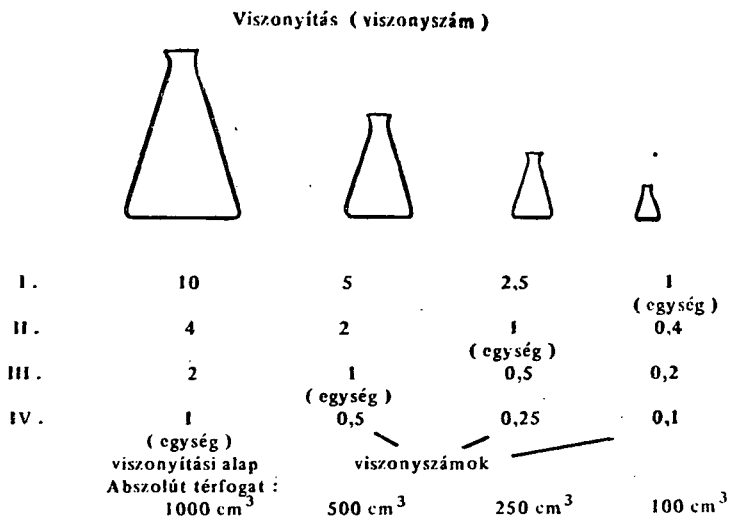
Viszonyításnál: eltekintünk az abszolút (valós, tényleges) magasságtól, illetve térfogattól

3. ábra

Az összehasonlítás gyakorlati feladata nemcsak közvetlen tanári irányítással végezhető el, hanem csoportmunkában is megoldható.

2. Különböző térfogatú, azonos jellegű edények – pl.: lombikok, főzőpoharak – összehasonlítása a viszonyszám gyakorlására. (Négy lombikot használtunk a tanítás során, amelynek térfogata 100, 250, 500, illetve 1000 cm³. Használhatók ettől eltérő térfogatú edények is.)

2.1. *Feladat kijelölése:* Állapítsuk meg az asztalon lévő lombikok térfogatát jellemző mérőszámokat, viszonyszámokat, úgy, hogy csoportonként más lombikot választunk egységnek, viszonyítási alpnak. Az összehasonlítást el lehet végezni *méréssel* is, vagy pedig következtetéssel az abszolútterfogat-értékek ismeretében.



4. ábra

2.2. *A csoportok kijelölése* padsoronként vagy oszloponként, és a viszonyítási alpnként választandó lombik kijelölése. Lásd: 4. ábrát, amelyen az előre elkészített fólia képe látható. Takarással használtuk a fóliát. A feladat kijelölésénél csak a lombik képét és a legalsó sorban szereplő térfogatértékeket mutattuk a tanulóknak.

2.3. Rövid *egyéni* vagy *csoportmunka* után összegyűjtöttük a viszonyítással nyert mérőszámokat, s ellenőriztük a fólián lévő adatokkal. Lásd: 4. ábra I–IV. sora.

2.4. *Következtetés:* A lombik térfogatát jellemző viszonyszám (relatív térfogat) értéke attól függ, hogy melyik lombik volt az egység, a viszonyítási alap. Független viszont az abszolút értéktől, amely most a kísérleti mérést helyettesítette.

E két rövid modellkísérlet, illetve gyakorlás után (maximum 8–10 perc) könnyen belátja a tanuló, hogy az egy szénatom 1/12-ed része az a *viszonyítási alap*, amelyet a *gyakorlatban egységnek tekintünk*. S ehhez viszonyítva más elemek egyetlen atomjának tömegét, megkapjuk az elemre jellemző viszonyszámot, vagyis, a *relatív atomtömeg* értékét.

Tisztában vagyunk azzal, hogy a példánkban szereplő fogalmak a közöltektől eltérő módon, más megközelítéssel is hatékonyan taníthatók. A szaktanár egyénisége, fantáziája, gyakorlati tapasztalata, a tanulók intellektuális szintje stb., mind meghatározó szereppel bír a módszerek megválasztásánál. Célunk – e gyakorlatban is kipróbált sajtós megközelítési mód közreadásával a következő:

1. Az elvont kémiai fogalmak *értelmes tanítására és tanulására* szerettük volna a figyelmet felhívni; szemben a még igen elterjedt verbális tanulással, ahol a tanuló az egyes szavak lényegét, tartalmát sem érti. – A kémiai anyagok, vegyületek tanításakor kevésbé áll fenn ez a veszély, ugyanis az anyagok sajátága, viselkedése kísérletezéssel bemutatható, szemléltethető.

2. Érzékeltetni akartuk a tágon értelmezett *kémiai modellezés sokrétűségét, szemléltető, fantáziát megmozgató* crejét. Környezetünkben lévő egyszerű, a szaktárgyból ismert eszközök is betölthetik a modell szerepét, ha megtaláljuk az analógiát (kapcsolatot) a tanítandó fogalommal. Egy-egy órán nemcsak a manuális vagy anyagi (kézzel fogható) modelleket hívhatja segítségül a szaktanár, hanem az eszmei vagy gondolati modellekkel is dolgoztathatja tanulóit [2]. Téves szemléletet tükröz az a vélemény, amely szerint „időt rabol” a modellel végzett tanítás. Kellő előkészítés után ugyanis már minimális időráfordítással alkalmazható, s általa hatékonyabbá tehető a hagyományos prelegáló vagy frontális módszerek.

Szükségesnek tartjuk megjegyezni, hogy a tankönyv átdolgozása nyomán a *mól-fogalom* válik hangsúlyossá, míg a relatív atomtömeg a kiegészítő anyagba kerül, – a tantervi előírások ellenében [8]. Ebben a helyzetben az atomtömeg fogalmát, s a hozzá javasolt modellkísérletet is kiegészítő anyagként, illetve szakköri feldolgozásra javasoljuk. Valahol, valamikor ugyanis, meg kell tanítani ezt a fogalmat!

IRODALOM ÉS JEGYZET

1. Az általános iskolai nevelés és oktatás terve (114/1977. OM számú utasítás)
2. *Mojzes János*: Mit tekinthetünk modellnek a kémiában? A Kémia Tanítása XIX. 1., 1980. 9–16. l. *Mojzes János*: Módszerek és eljárások a kémia tanításában. Tankönyvkiadó, Budapest, 1984. 123–157. l.
3. *Sárik Tibor*: Kémia az általános iskola 7. osztálya számára, Tankönyvkiadó, Budapest, 1979. 63–66. l.
4. Részletes követelmény- és taneszközrendszer. Kémia. Általános iskola 7. osztálya. Victor András munkája. OPI, 1979. 30. l.
5. *Perczel Sándor–Victor András*: Hogyan tanítsuk a kémiát az általános iskola 7–8. osztályában. Tankönyvkiadó, Budapest, 1980. 23–30. l.
6. *N. E. Holden*: Atomsúly – szeretni vagy elvetni? Magyar Kémikusok Lapja, XI., 2. 1985. 87–88. l.
7. A KLTE Gyakorló Általános Iskolájában az 1981/82. és az 1982/83. tanévben a szerző személyesen végzett tanítási kísérlete során alkalmazott eljárás.
8. *Kecskés Andrásné–Rozgonyi Jánosné*: Kémia 7. Az általános iskola 7. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1985. 54–58. l. *Kecskés Andrásné–Rozgonyi Jánosné*: A 7. osztályos átdolgozott tankönyv ismertetése. A Kémia Tanítása, XXIV. 3. 1985. 83. l.