

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**A TANULÓK SZTÖCHIOMETRIAI SZÁMÍTÁSI FELADATOKKAL
KAPCSOLATOS MEGOLDÁSI MÓDSZEREI ÉS TUDÁSSZERKEZETE**

Sebestyén Annamária

Témavezető: Dr. Tóth Zoltán



DEBRECENI EGYETEM

Kémiai Tudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2017.

I. BEVEZETÉS

Az utóbbi évtizedekben a kémia a tanulók körében a legkevésbé kedvelt tantárgyak sorába került. A kötelező tananyag megtanulása és főként megértése a diákok többségének nem könnyű. Az egyik legnagyobb nehézséget a problémamegoldást igénylő feladatok jelentik a tanulók számára. Fontos tehát a problémamegoldó folyamat jellemzőit ismerni, és ezért a problémamegoldást több oldalról szükséges tanulmányozni. A problémamegoldó gondolkodás vizsgálata ma központi szerepet tölt be a pedagógiai, pszichológiai és módszertani kutatásokban. Több tanulmány foglalkozik a problémák különböző típusainak azonosításával, a problémák megoldására használt megoldási stratégiákkal, a problémamegoldás modellezésével, a problémamegoldás fejlesztésének lehetőségeivel.

A kémia tanításában a problémamegoldás leginkább kémiai számítási feladatok formájában jelenik meg, amelyek jelentős mértékben segíthetik egy-egy fogalom, összefüggés megértését. A kémiai számítási példák nehéz feladat elé állítják a tanulókat, megoldásukban gyakran sikertelenek a diákok. Ezért az okok feltárása és a korrekciós lehetőségek megtalálása fontos feladat. A feladatmegoldás legnehezebb része annak a megoldási útnak a megtalálása, amelynek használatával eljuthatunk a helyes végeredményhez. A kémiai számítási feladatok vizsgálata során mindenekelőtt a megoldási módszereket kell azonosítani. Az eredményesség vizsgálatához feltétlenül szükséges még alkalmazni a leíró és a matematikai statisztikai eljárásokat is. Erre mind a hazai, mind a nemzetközi szakirodalomban találhatunk példát.

Az említett elemzési módszerek is nagyon fontosak, de ezekkel nem tudunk kellő biztonsággal rámutatni azokra a kritikus pontokra, amelyek a feladatmegoldás sikertelenségéhez vezetnek. A számítási feladatok eddiginél részletesebb, korábban ezen a területen még nem alkalmazott szerkezeti vizsgálataira is szükség van. Erre nagyon jó lehetőséget nyújt a tudástérelmélet, amely segítségével pontosabb képet kapunk a tanulók tudásáról és meghatározhatjuk az egyes évfolyamok, valamint a különböző tanulócsoportok jellemző tudásszerkezetét. Meg tudjuk keresni azt a tudáselemet, amelynek megoldása során akadályokba ütközik a tanuló, és ezért a feladatot nem tudja megoldani. Így a már meglévő kutatási eredményekre építve az új információk segítségünkre lehetnek a megoldási módszerek jellemzőinek, nehézségeinek mélyebb megértésében és ezzel együtt a kémiai számítási feladatok hatékonyabb tanításában.

A dolgozat célja a tanulók feladatmegoldó stratégiáinak azonosítása mellett a tanulók tudásszerkezetének feltérképezése és összehasonlítása. Különös tekintettel a kémiai számítási feladatokban alkalmazott megoldási módszerek és a tudásszerkezet közötti kapcsolat feltárására az általános és középiskolás tanulók körében. Annál is inkább, mert ilyen vizsgálat még nem történt korábban.

II. A VIZSGÁLAT

1. A vizsgálat céljai és főbb hipotézisei

Munkám során több szempont alapján vizsgáltam a sztöchiometriai kémiai számítási feladatok három területét. Ezek a következők: kémiai számítások reakcióegyenlet alapján, vegyületek összetételének számítása, valamint makroszintű és részecskeszintű mennyiségek átszámítása.

Konkrét kutatási céljaimat a következőkben fogalmaztam meg:

1. Általános és középiskolás tanulók stratégiafejlődésének és stratégiaváltásának vizsgálata a kémiai számítások három területén.

- Mindegyik feladattípus esetén a tanulók megoldási stratégiájának feltárása, elemzése.
- Egy-egy feladattípuson belül a stratégiaváltás folyamatának részletes tanulmányozása a kémiaoktatás előrehaladtával.

2. Általános és középiskolás tanulók körében többféle szempont alapján kialakított csoportok tudásszerkezetének részletes jellemzése az egyes kémiai számításokban.

- A különböző korosztályú, különböző megoldási stratégiával rendelkező, más-más számolási technikát alkalmazó, eltérő teljesítményű tanulócsoporthoz, valamint a fiúk és lányok tudásszerkezetének, jellemző tanulási útjának és feladathierarchiájának meghatározása, összehasonlítása.
- A problémamegoldó stratégia és a tudásszerkezet közötti kapcsolat vizsgálata. Azon hipotézis igazolása, hogy a különböző megoldási stratégiát használó tanulók jellemző tudásszerkezete is különbözik.
- Azon kérdés eldöntése, hogy a tudásszerkezet-vizsgálat általunk használt modellje, a tudástérelmélet alkalmas-e a tudásszerkezetben mutatkozó különbségek, a tudásszerveződés finomszerkezetének kimutatására, illetve vizsgálatára.

3. A jellemző típushibák, esetleges tévképzetek feltárása.

2. A vizsgálat alanyai

A széleskörű vizsgálatban az ország 21 különböző településén lévő 42 általános és középiskola tanulói vettek részt. Közöttük voltak általános iskolába, négy-, hat- és nyolcosztályos gimnáziumba, szakközépiskolába és szakiskolába járó tanulók. Érdeklődési körüket tekintve is heterogén mintáról van szó. Természetesen voltak a kémia iránt érdeklődők, de biológiai, zenei, nyelvi, történelmi vagy akár testnevelés tagozatra járó diákok is. A feladatsorokat 7-10. osztályos diákok oldották meg, a populációt összesen 3290 tanuló (1127 általános iskolás diák és 2163 középiskolás tanuló) alkotta.

3. A vizsgálat módszerei

3.1. A mérőeszköz

Az empirikus vizsgálat saját fejlesztésű, nyílt végű feladatokat tartalmazó írásbeli feladatlapokkal történt. A vizsgálat céljára olyan kémiai számítási feladatok kerültek kiválasztásra, amelyek megoldása többféle stratégiával lehetséges. A feladatlapok összeállítását úgy történt, hogy segítségével következtetni lehessen a tanulók megoldási stratégiájára, valamint az esetleges stratégiafejlődésre vagy stratégiaváltásra. A mérőeszközök Cronbach-alfa értékei 0,7 fölöttiek: 0,726-0,857, így a feladatlapok megfelelően mérnek. Felépítésüket tekintve közös tulajdonságuk, hogy a feladatlapok mindegyike tartalmaz egy vagy két összetett feladatot és hozzájuk kapcsolódó hat, hét egyszerű feladatot. Az egyszerű feladatok az összetett feladat megoldási stratégiáiban előforduló részlépésekre, tudáselemekre vonatkoznak. Az összetett feladat indikátorként szerepel, ennek megoldása alapján is képeztem a tanulókból alcsoportokat. Háttérváltozóként minden esetben rögzítésre került a tanuló osztálya, iskolájának típusa, neme, a legutolsó félévi kémia és matematika osztályzata.

A feladatlapok három témakörben készültek el:

- **E-1** feladatlap: Reakcióegyenlet alapján történő számítás
- **V-1** feladatlap: Vegyületek összetételének számításával kapcsolatos feladatok
- **R-1** feladatlap: Makroszintű és részecskeszintű mennyiségeket tartalmazó számítási feladatok

A különböző feladatlapokat megíró tanulók száma évfolyamokra lebontva a 1. táblázatban látható.

1. táblázat: A feladatlapokat megírt tanulók számának megoszlása évfolyamonként

	7. évfolyam (fő)	8. évfolyam (fő)	9. évfolyam (fő)	10. évfolyam (fő)	Összesen (fő)
E-1	160	210	364	338	1072
V-1	166	201	349	342	1058
R-1	192	198	408	362	1160
Összesen (fő)	518	609	1121	1042	3290

3.2. A vizsgálat lebonyolítása

A nagymintás méréseket (2006) megelőzően az említett három témakörben elemzéseket végeztem elsőéves egyetemi hallgatók feladatmegoldásai alapján. Leginkább azért, mert ezek a hallgatók éppen befejezték a középiskolai tanulmányaikat, így az eredményeket hasznosítani tudtam. A tapasztalatokat átgondolva történt meg a feladatlapok kidolgozása, majd az adatok összegyűjtése. A feladatsorok megírására a 2005–2006-os tanév második félévében került sor, szaktanárok felügyelete mellett normál tanítási óra keretében, általában kémia órán.

3.3. Az értékelés módszerei

A kapott válaszok elemzését három dimenzióban végeztem el. A kémiai számítások területén a minőségi és mennyiségi értékelések során kapott eredményeimet tudásszerkezet-vizsgáló módszer segítségével egészítettem ki.

3.3.1. A tanulói válaszok tartalmi elemzése

A tartalmi elemzés során azonosítottam a már ismert megoldási stratégiákat, vizsgáltam azok gyakoriságát, kategorizáltam az irodalomban még le nem írtakat, valamint összegyűjtöttem a tipikus hibákat és a tévképzeteket.

3.3.2. A tanulói válaszok statisztikai értékelése

Az értékelést dichotomikus skálán (0, 1) végeztem. Ha a tanuló nem írt semmit a feladathoz, vagy ha a megoldása rossz volt, 0 pontot kapott. Minden feladatnál 1 pontra értékeltem a tanuló jó válaszát függetlenül a feladatok nehézségétől. A kvantitatív elemzés során Microsoft Office Excel és SPSS (Statistical Package for Social Sciences) számítógépes programot használtam. Az eredmények statisztikai elemzését a különböző összetételű csoportok közötti eltérések szignifikanciáját varianciaanalízissel, egymintás t-próbával, kétmintás t-próbával és χ^2 -próbával igazoltam. Korrelációs számításokkal vizsgáltam a feladatlap egyes elemei, illetve a háttérváltozók közötti kapcsolat erősségét is. A dolgozatban szereplő grafikonokat, diagramokat Microsoft Office Excel program segítségével készítettem.

3.3.3. A tanulói válaszok szerkezeti elemzése

A tanulócsoporthoz jellemző tudásszerkezetének meghatározásához a tudástérelméletet alkalmaztam.

A tanulók tudását leíró tudástér olyan ismeretek együttese, amely az adott témakör megértéséhez elengedhetetlen. A kémiai számítási feladatok esetén egy összetett feladat és a megoldásához szükséges egyszerű feladatok hierarchikus rendszert alkotnak. A legkevesebb tudást igénylő feladatok foglalnak helyet a szerkezetben legalul, és a hierarchia csúcsán a bonyolultabb feladatok vannak. Ezen feladatok, tudáselemek egymásra épülését írjuk le és értelmezzük a Hasse-diagramokkal a tanulócsoporthoz válaszszerkezete alapján. A tudástérelmélet alapfeltevése szerint, ha a tanuló meg tud oldani egy, a hierarchia magasabb szintjén lévő feladatot, akkor várható, hogy minden olyan feladatot meg tud oldani, amely a hierarchiában alatta helyezkedik el. Minden tanuló jellemezhető egy tudásállapottal, amely azon feladatok összessége, amelyeket a tanuló meg tud oldani. Egy csoportra jellemző tudásállapotok együttese a tudásszerkezet, amely csak olyan tudásállapotokat tartalmaz, amelyek mindegyike része egy hierarchikus hálónak és legalább egy alatta, illetve egy felette lévő tudásállapottal kapcsolatban vannak.

A tanulók tudásszerkezetének feltérképezésére használt elemzési módszer alkalmas individuális és kollektív elemzésre egyaránt. A módszer lehetővé teszi a tanulócsoporthoz jellemző tudásszerkezetének összehasonlítását az úgynevezett szakértői tudásszerkezettel. A tudásszerkezet alapján megszerkesztett jellemző tanulási út segítségével meghatározhatjuk az ismeretanyag tanításának megfelelő sorrendjét, valamint tanulmányozhatjuk különböző tényezők hatását (életkor, nem, tanítási módszer) a tudás szerveződésére. Hatékony eszköz a tudásszerkezet változásának és fejlődésének kutatásában is. Újdonsága, hogy más, korábban alkalmazott tudásszerkezet-vizsgáló módszerekkel ellentétben nem lineáris modellekkel írja le a tudás

szerveződését és az eddig figyelmen kívül hagyott valószínűségi elemeket (szerencsés találat és véletlen hiba) is beépíti az elemzés során.

A tudástérelmélet alapján történő szerkezeti elemzésre a Potter-féle számítógépes programot, valamint a hDA számítógépes elemző programot használtam.

A szerkezeti elemzés során kapott jellemző tudásszerkezetekben kék színnel jelöltem az összetett feladatot és vastag nyilakkal az odavezető utat.

III. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A feladatlapok egészére jellemző megoldottság a vizsgált populációban gyenge-közepes eredményt mutat. A leggyengébb teljesítmény a makroszintű és részecskeszintű mennyiségek közötti kapcsolatot mérő feladatlapon született (2. táblázat).

2. táblázat: A feladatlapok megoldottságára jellemző statisztikai adatok

feladatlap	létszám (fő)	megoldottság és szórás (%)
E-1	1072	41,0 ± 31,1
V-1	1058	42,4 ± 31,3
R-1	1160	24,4 ± 23,5

1.1. Az egyes feladatokban elért eredmények azt mutatják, hogy a **kémiai ismeretet igénylő számítási feladatok megoldásában gyengébben (4-51%) teljesítettek a tanulók, mint a kémiai tudás nélkül elvégezhető számítási feladatok megoldásakor (49-68%)**. Kivételt csak a moláris tömeg, a tömeg és az anyagmennyiség kapcsolatának meglátását jelentő feladat képez, amely a legjobban begyakorolt, mechanikusan rögzült számítás (37-70%).

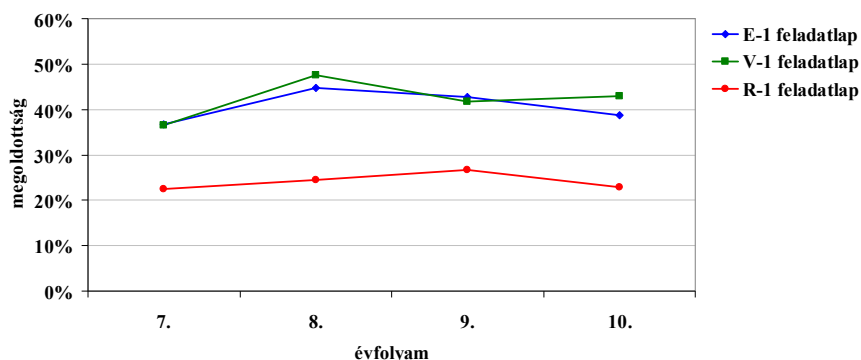
1.2. *A vegyületek összetételének számításával kapcsolatos feladatlapon szereplő* két összetett feladatot könnyebben oldották meg a diákok, ami teljesítményben (47% és 39%) megelőzi több egyszerűbb feladat eredményességét is. Az azonos típusú feladatok esetében a könnyebben kiszámolható példák megoldásában teljesítettek szignifikánsan jobban a tanulók ($p \leq 0,05$).

1.3. *A makroszintű és részecskeszintű mennyiségek közötti kapcsolatot vizsgáló feladatlapon* szereplő feladatok közül a tanulók azokkal boldogultak könnyebben (29-66%), amelyekben csak a kémiai részecskével (atom) kapcsolatos számítások jelentek meg. Sokkal nehezebbek voltak számukra az elemi részecskét (elektron) is tartalmazó példák, ami a teljesítményben (4-18%) is szignifikáns csökkenést ($p \leq 0,05$) mutatott. Szignifikánsan jobb volt a tanulói teljesítmény az első csoportba tartozó példák esetén ($p \leq 0,002$). Még azokban a feladatokban is eredményesebben dolgoztak a diákok – bár teljesítményük szignifikánsan csökkent ($p \leq 0,05$) –, amelyekben már az átlépés is megtörtént a makroszintű (anyagmennyiség, tömeg) és részecskeszintű (részecskeszám) mennyiségek között. A két feladatcsoportban a megoldás sikeressége szignifikánsan nem változott az egyes évfolyamokat összehasonlítva.

1.4. A részlépések elemzése alapján *a makroszintű és részecskeszintű mennyiségek kapcsolatát vizsgálva* kimutattam, hogy a legnagyobb problémát az egyik anyagi rendszerről a másik anyagi rendszerre (elektron → atom) való átlépés okozza, különösen, ha ez részecskeszinten (részecskeszám) történik.

2. A teljes feladatlapokon a legjobb eredményt többnyire a 8. évfolyamos tanulók (a makroszintű és részecskeszintű átlépést mérő feladatlap esetében a 9. osztályos tanulók) érték el (1. ábra).

Egyedül a vegyületek összetételének számításával kapcsolatos feladatlapon mutatnak szignifikánsan jobb teljesítményt a 8. osztályos tanulók a 7. osztályos társaikhoz képest ($p=0,005$). Más esetekben az évfolyamok közötti különbségek nem bizonyultak szignifikánsnak. Az iskolai – kémiai – tanulmányok előrehaladása nem fejleszti a kémiai számítások sikeres megoldásához szükséges képességeket és készségeket.



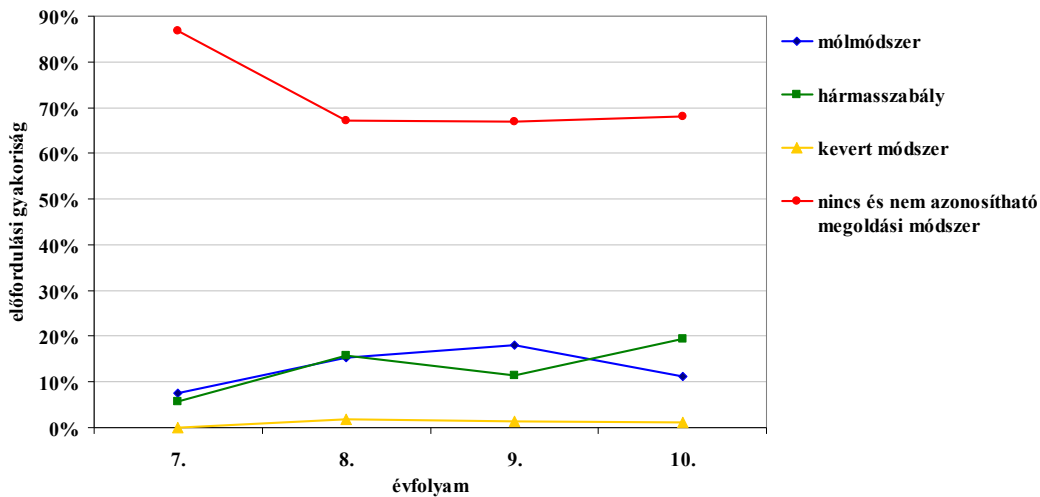
1. ábra: Az egyes feladatlapokon elért megoldottság évfolyamonként

2.1. A kapott nagy relatív szórások (64,5-110%) alapján a vizsgált tanulócsoportok a feladatmegoldásban nagyon heterogének. A 8. évfolyamon a legkisebb a relatív szórás, ami arra utal, hogy a 8. osztályos tanulók feladatmegoldásban elért eredményessége viszonylag egységesebb, mint a többi évfolyamon tanuló diákoké.

2.2. A reakcióegyenlet segítségével történő számítás során a nemek egész feladatlapon mutatott teljesítményében és a stratégiaválasztásában is a 10. évfolyamon tudtam kimutatni szignifikáns különbségeket. A fiúk általában sikeresebbek voltak, mint a lányok, de teljesítményük a 10. osztályban kimutathatóan visszaesett. Ezen az évfolyamon már a lányok szignifikánsan jobban teljesítettek ($p=0,037$). A lányok és a fiúk is egyaránt nagyon gyenge eredményt értek el az összetett feladat megoldásában (3,95-23,6%).

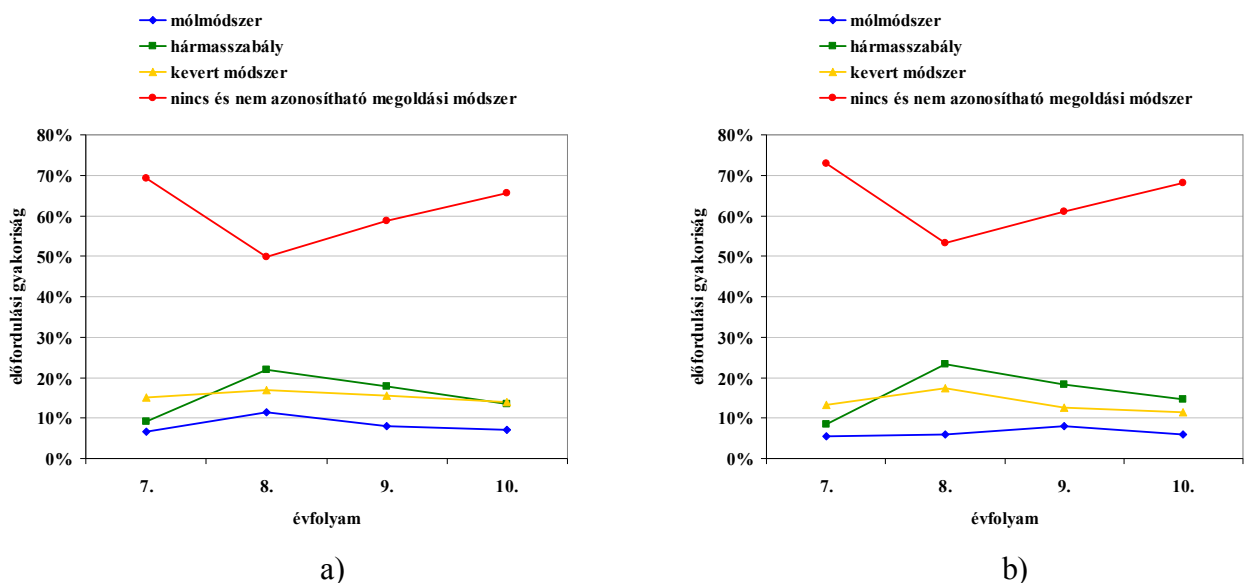
3. A tanulók mindössze 29-46%-a alkalmazta a megoldási módszerek valamelyikét az összetett feladatok megoldásában. Többnyire az iskolában tanult megoldási stratégiákat használták.

3.1. A reakcióegyenlet segítségével történő számítás során a 7. és a 8. évfolyamon nem volt különbség a két módszerhasználat (mólmódszer, hármasszabály) tekintetében. 9. évfolyamon az algoritmusos ismereteket igénylő mólmódszer, 10. évfolyamon az egyszerű arányosságra épülő hármasszabály volt inkább jellemző ($p=0,001$). A kevert módszer elvétve fordult elő. A nincs és nem azonosítható megoldási módszer előfordulási gyakorisága nagyobb ($p=0,000$) a 7. évfolyamon más évfolyamokhoz viszonyítva (2. ábra).



2. ábra: A megoldási módszerek előfordulási gyakorisága az összetett feladatban évfolyamonként az **E-1 feladat**lapon

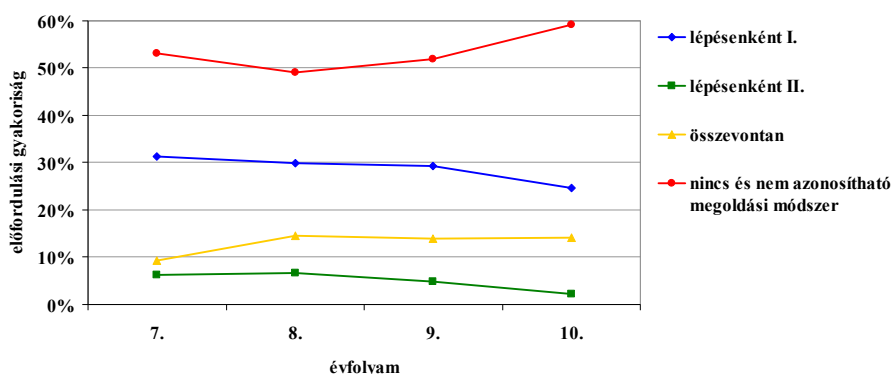
3.2. **A vegyületek összetételének számításához** a megoldási stratégiák közül a tanulók többsége a hármasszabályt és a kevert módszert választotta, A 8. és a 9. osztályos tanulók inkább a hármasszabályt alkalmazták a hetedikes társaikhoz képest ($p \leq 0,053$). A mólmódszert csak a diákok kisebb része használta. A logikai eljárás egyáltalán nem fordult elő. A nincs és nem azonosítható megoldási módszer előfordulási gyakorisága nagyobb ($p = 0,001$) a 7. évfolyamon a 8. évfolyamokhoz viszonyítva (3. ábra).



3. ábra: A megoldási módszerek előfordulási gyakorisága az 1. feladatban (a) és 2. feladatban (b) évfolyamonként a **V-1 feladat**lapon

3.3. **A makroszintű és részecskeszintű mennyiségek közötti kapcsolatot vizsgáló feladat**lapon az összetett feladatban a tanulók többsége minden évfolyamon a lépésenként I. megoldási módszert részesítette előnyben más azonosítható megoldási utakhoz képest ($p \leq 0,05$), amely az ugyanazon rendszeren belül történő szintátlépéssel (elektron részecskeszáma \rightarrow elektron anyagmennyisége) indul. Az összevont megoldási módszert és különösen a lépésenként II. megoldási stratégiát, amely egyik rendszerről (elektron részecskeszáma) a másik rendszerre (atom részecskeszáma)

történő átlépéssel kezdődik, csak kevesen választották. A kémiaoktatás előrehaladtával stratégiaváltás nem volt kimutatható (4. ábra).

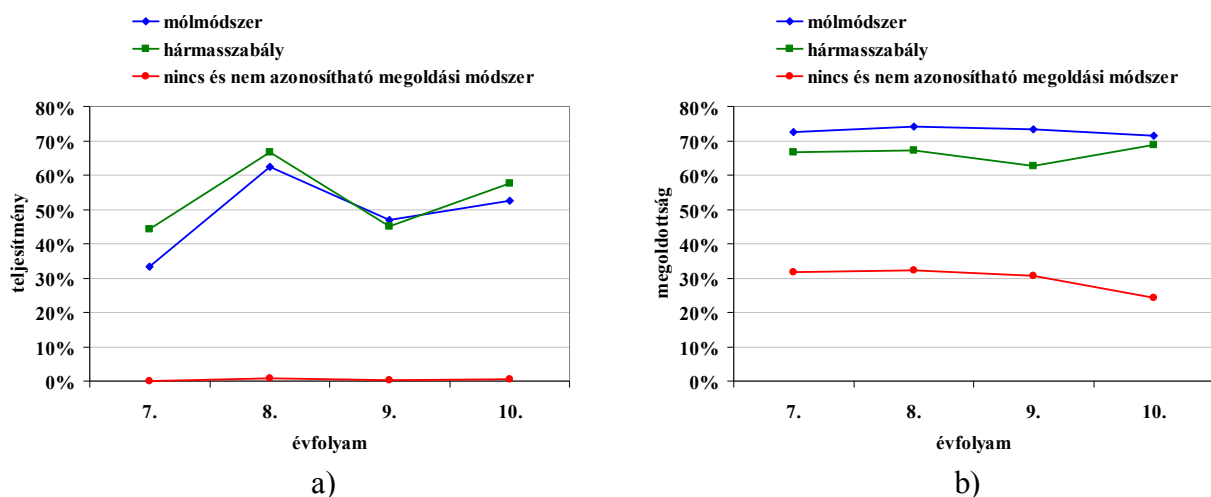


4. ábra: A megoldási módszerek előfordulási gyakorisága évfolyamonként az összetett feladatban az R-1 feladatlapon

3.4. A vegyületek összetételének számításával kapcsolatos feladatlapon elemzések a nemzetközi szakirodalomban leírtakkal ellentétben azt találtam, hogy a megoldási módszer megválasztása nem függ a két összetett feladat adatbázisának jellegétől azaz, hogy 1:1, vagy 3:2 tömegarányban tartalmazza a kétkomponensű vegyület az alkotó atomokat. Ennek alapvetően az az oka, hogy az a logikai út, amelynek használhatóságát a szakirodalom szerint valóban befolyásolják a feladatban megadott adatok, nem fordult elő az alkalmazott megoldási stratégiák között.

4. Mindhárom feladatlapon, minden évfolyamon az összetett feladatok megoldására jól azonosítható megoldási stratégiát használó tanulók dolgoztak sikerebben ($p \leq 0,05$) a nincs és nem azonosítható megoldási eljárást alkalmazó társaikhoz képest a feladatlapon egészét tekintve és az összetett feladatra nézve (kivéve a lépésenként I. módszert a makroszintű és részecskeszintű számítás esetén) egyaránt.

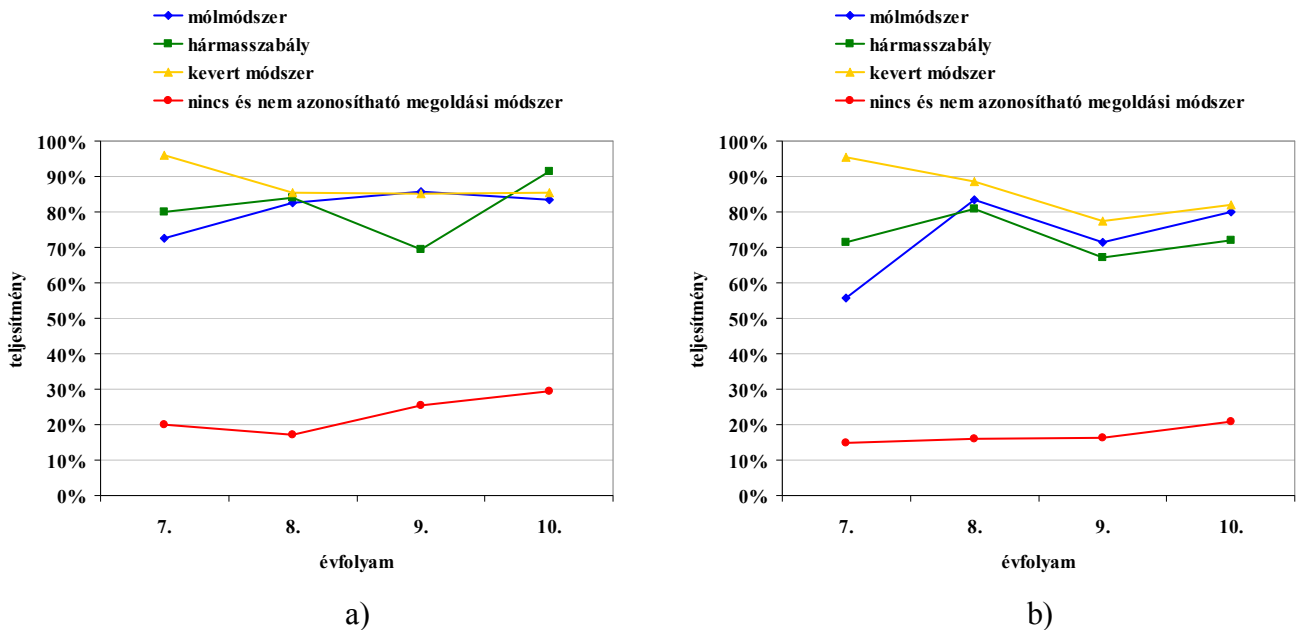
4.1. A reakcióegyenlet segítségével történő számítással kapcsolatos összetett feladatban és a teljes feladatlapon vizsgálva egyaránt a mólmódszert alkalmazó tanulók és a hármasszabállyal számoló diákok teljesítménye között egyik évfolyamon sem volt szignifikáns különbség (5. ábra).



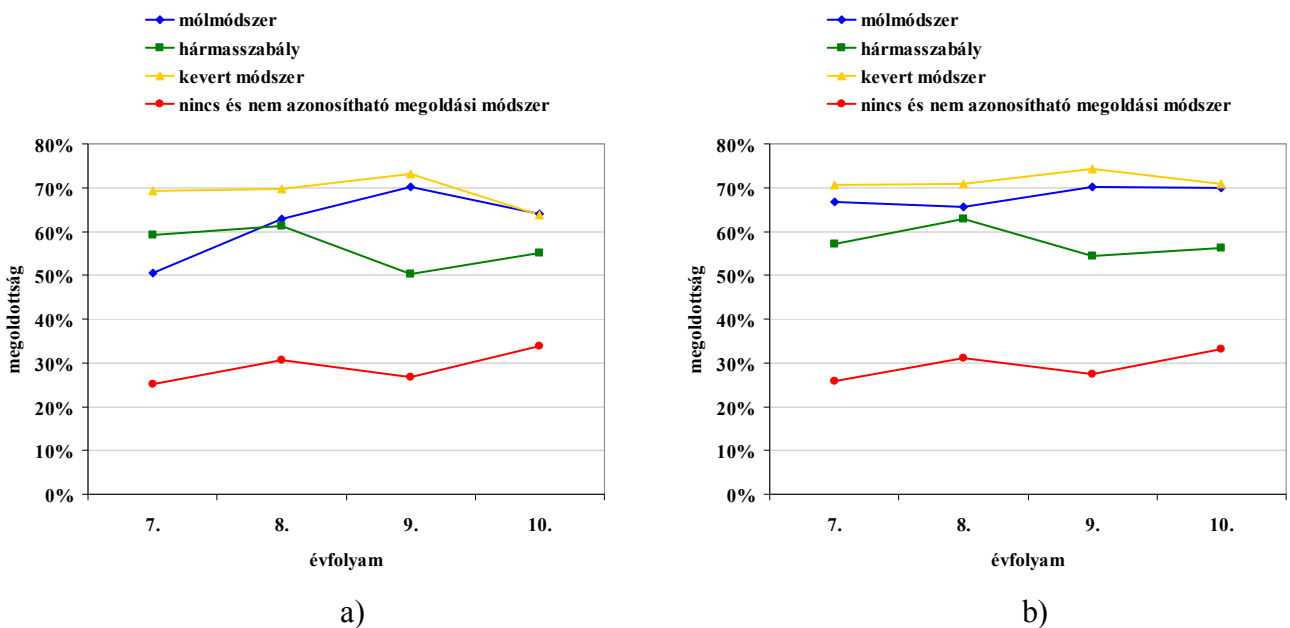
5. ábra: Az összetett feladatban megjelenő megoldási módszerek alapján elért teljesítmény (a) az összetett feladatban és a jellemző megoldottság (b) a teljes feladatlapon évfolyamonként az E-1 feladatlapon

Az adott megoldási módszert vizsgálva szignifikáns különbség nem volt kimutatható az évfolyamok teljesítménye között sem.

4.2. **A vegyületek összetételének számításával kapcsolatos feladatlap** az összetett feladatokat külön-külön vizsgálva a 2. feladatban a 7. osztályos tanulók a kevert módszerrel számolva sikerebbek ($p=0,031$), mint mólmódszert használva. A diákok a 7. évfolyamon, a mólmódszettel sikerebbek ($p=0,05$), a 10. évfolyamon, a hármasszabállyal eredményesebbek ($p=0,015$) az 1. feladatban, mint a 2. feladatban. A mutatott teljesítmények egyébként nagyon hasonlóak a két összetett feladatot összevetve (6. ábra).



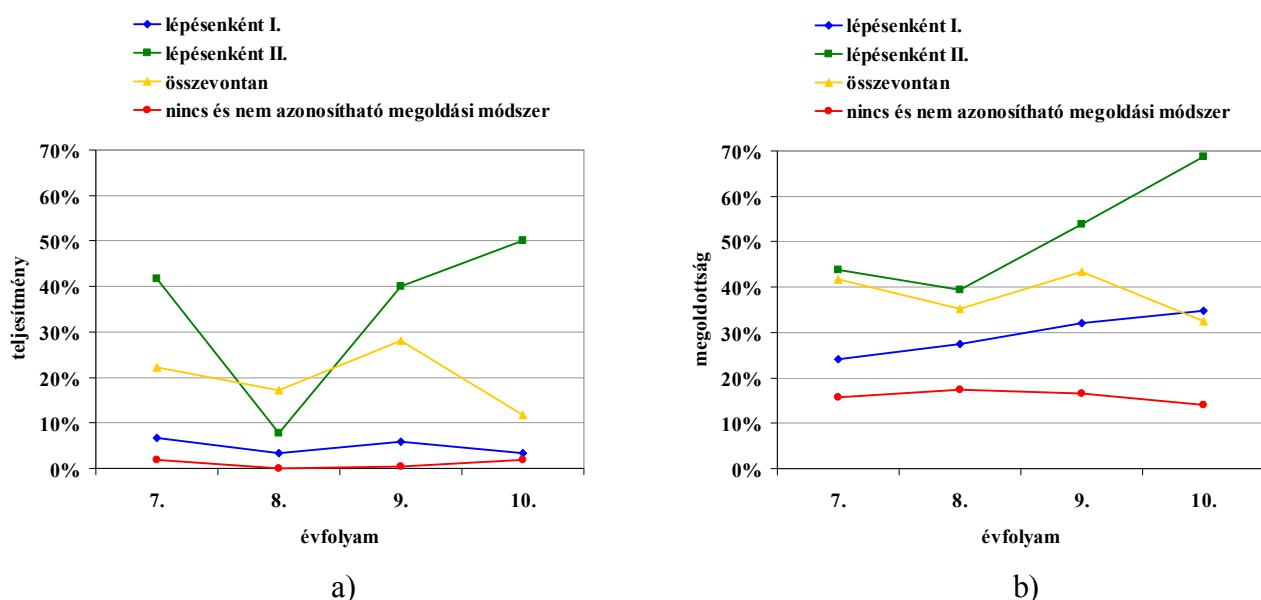
6. ábra: Az 1. feladatban megjelenő megoldási módszerek alapján elért teljesítmény az 1. feladatban (a) és a 2. feladatban megjelenő megoldási módszerek alapján elért teljesítmény 2. feladatban (b) évfolyamonként a V-1 feladatlapon



7. ábra: Az évfolyamokra jellemző megoldottság az 1. feladatban (a) és a 2. feladatban (b) megjelenő megoldási módszer alapján a teljes feladatlapon a V-1 feladatlap esetén

A teljes feladatlpra nézve a megoldási módszerekben elért tanulói teljesítmények csak a 9. évfolyamon térnek el. Ebben az osztályban a mólmódszerrel és a kevert módszerrel dolgozó tanulók szignifikánsan jobban teljesítettek ($p=0,041$; $p=0,001$) a hármasszabályt alkalmazó diákokhoz viszonyítva. Az egyes megoldási eljárások eredményességét tekintve nem tudtam kimutatni szignifikáns különbségeket az évfolyamok között (7. ábra).

4.3. **A makroszintű és részecskeszintű mennyiségek közötti kapcsolatot vizsgáló feladatlapon** az összetett feladatban és a teljes feladatlapon (8. ábra) elért teljesítményt tekintve a tanulók – a 8. évfolyam kivételével – a kevésbé jellemző lépésenként II. megoldási stratégiával történő feladatmegoldásban kimutathatóan eredményesebbek ($p \leq 0,004$), mint a lépésenként I. megoldási eljárással számolva. Ez azzal indokolható, hogy a lépésenként II. megoldási stratégia első lépése (elektron részecskeszáma \rightarrow elektron anyagmennyisége) a feladatmegoldás legnehezebb része így, ha ezt sikerül megoldania gyakorlatilag biztosan eljut a helyes eredményhez. Jónak bizonyult az összevontan dolgozók teljesítménye is, bár ezt a megoldási módszert is csak kevés diák választotta. A megoldási módszerek tekintetében nincsenek szignifikáns különbségek az évfolyamok között.



8. ábra: Az összetett feladatban megjelenő megoldási módszerek alapján elért teljesítmény az összetett feladatban (a) és a jellemző megoldottság a teljes feladatlapon évfolyamonként az **R-1 feladatlapon**

4.4. **A reakcióegyenlet segítségével történő számítást mérő feladatlap esetén** a tanulók 80%-a használta a számolási technikák (képlet, következtetés) valamelyikét (vagy mindkettőt) a moláris tömeggel és a moláris térfogattal kapcsolatos számítás során, és eredményességük minden esetben felülmúlta (41-59%) a nincs és nem azonosítható számolási technikával dolgozó tanulókat (10-16%).

A tanulók többsége – a 8. osztályosok kivételével – a számolási technikák közül a képlettel történő számolást részesítette előnyben a következtetéssel történő feladatmegoldással szemben ($p \leq 0,007$), azonban a sikerességet tekintve a következtetéssel számolók értek el jobb eredményt a vizsgált feladatcsoportban, de szignifikáns különbség csak a 8. évfolyamon adódott a két számolási technikában elért tanulói teljesítmények között ($p=0,014$). Ezt a számolási technikát

valószínűleg csak azok a diákok választották, akik a fogalmak jelentését megértették. Így kellő biztonsággal tudták alkalmazni és sikeresebbek voltak a feladatok megoldásában.

A képletet használóknál az életkor előrehaladtával növekedés figyelhető meg a teljesítményben, de nincsenek szignifikáns különbségek. Az évfolyamokat összehasonlítva a következtetéssel számolók esetén kiugró eredményt értek el a 8. osztályos tanulók, ők szignifikánsan jobban teljesítettek ($p=0,037$), mint a 7. osztályos diákok. A 9. és 10. évfolyamon csökken a tanulók teljesítménye.

4.5. Az összetett feladatot sikeresen megoldók szignifikánsan jobb eredményt ($p \leq 0,05$) értek el a teljes feladatlapon, mint helytelenül számoló társaik. **A részfeladatok sikeres megoldása tehát nem garancia a többlépéses feladatok sikeres megoldására.**

5. A tudásszerkezet-vizsgálatok segítségével igazoltam, hogy a többféle szempont alapján kialakított tanulócsoportok jellemző tudásszerkezetében különbségek vannak.

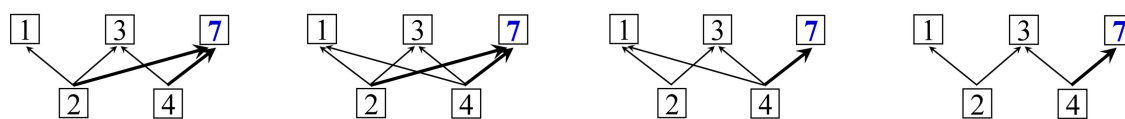
5.1. Reakcióegyenlet alapján történő számításokat tartalmazó feladatlap esetén:

- A különböző évfolyamok esetén a **7. osztályos tanulók tudásszerkezetét leíró Hasse-diagram tér el a többi évfolyam tanulóinak tudásszerkezetétől.**

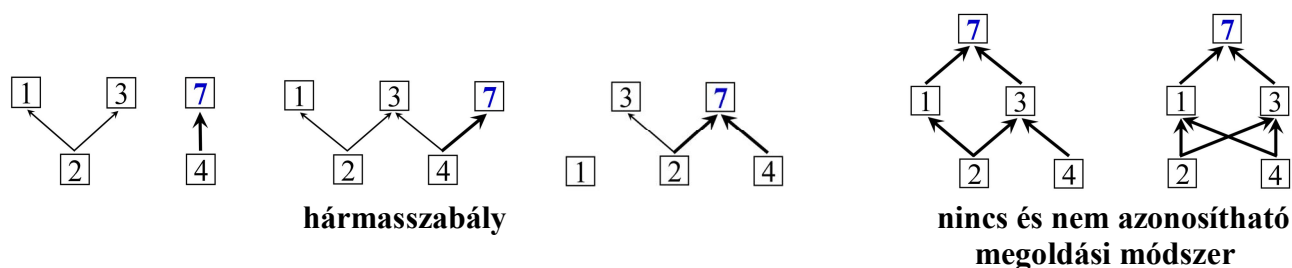
A 7. osztályban mindegyik feladat előfeltétele az összetett feladat megoldásának. A többi évfolyamon a moláris térfogattal kapcsolatos tudáselem már nem előfeltétele az összetett feladat sikeres megoldásának, sőt 8. osztályban a reakcióegyenlet értelmezése sem. Mind a négy évfolyam tudásszerkezetének alapja a moláris tömeg és az egyenes arányosság. A tudásszerkezetekben jelentkező különbségek abból adódhatnak, hogy a tanulóknak az összetett feladat megoldásához szükséges előzetes tudása nem volt egyforma.

- **A két különböző megoldási módszert alkalmazó csoportok jellemző tudásszerkezetében sikerült különbségeket kimutatni.**

A tanulóknak már kialakult sémáik vannak. A mólmódszert alkalmazó tanulók tudásszerkezetét legjobban leíró Hasse-diagramokban az összetett feladat a moláris tömegről és az egyenes arányosságra épül. A hármasszabályt használó tanulók tudásszerkezetében az összetett feladat megoldásában leginkább az egyenes arányosság ismerete a meghatározó, nem szükséges mindegyik részismeret mozgósítása. Ez arra enged következtetni, hogy a tanult megoldási módszereket a tanulók a fogalmi ismeretek megértése nélkül alkalmazták. A nincs és nem azonosítható megoldási módszerrel dolgozó tanulók csoportjára a szakértői tudásszerkezetekhez hasonló tudásstrukturákat kaptam, a diákok az összetett feladat megoldásához valamennyi fogalmi ismeretet felhasználták (9. ábra).



mólmódszer



9. ábra: A különböző megoldási módszert használó tanulók csoportjának tudásszerkezetét legjobban leíró modellek

1: moláris térfogattal kapcsolatos számítási feladat

2: moláris tömeggel kapcsolatos számítási feladat

3: reakcióegyenlet értelmezésével kapcsolatos számítási feladat

4: egyenes arányossággal kapcsolatos számítási feladat

7: összetett feladat: az egyik reagens tömegének számítása a másik reagens térfogatából a megadott reakcióegyenlet alapján

▪ **A különböző számolási technikák alapján képzett csoportok tudásszerkezetében is kimutathatóak voltak jellemző különbségek.**

A képlettel számoló tanulók esetén az összetett feladat helyes megoldása a moláris tömeg, az egyenes arányosság és a kémia reakcióegyenlet ismeretét feltételezi. A következtetéssel számoló tanulók csoportját vizsgálva olyan modellek is megjelennek, ahol leginkább az egyenes arányosság a meghatározó tudáselem. Ezekkel ellentétben a nincs és nem azonosítható számolási technikával dolgozó tanulók tudásszerkezetében az alapvető tudáselem a moláris tömeg.

▪ **Különbőség mutatható ki az összetett feladatot jól megoldó diákok és az azt megoldani nem tudó tanulók tudásszerkezetében is.**

Míg az összetett feladatot jól megoldó tanulók struktúrájában a kémiai egyenlettel kapcsolatos feladat kizárólag a moláris tömegről épül, addig az összetett feladatot rosszul megoldó tanulók tudásszerkezetében ennek a feladatnak előfeltétele az egyenes arányosság is. A kémia egyenlet helyes értelmezésének előfeltétele a mól fogalmának ismerete. Az összetett feladatot megoldani nem tudó tanulók tudásszerkezetére jellemző, hogy az összetett feladat sikeres megoldásának előfeltétele valamennyi egyszerű feladat megoldásának ismerete. Az összetett feladatot jól megoldók tudásszerkezetére az jellemző, hogy az összetett feladat helyes megoldásához nem szükséges minden tudáselem mozgósítása. A sikertelenül teljesítőknél az összetett feladat sikeres megoldásának előfeltétele valamennyi egyszerű feladat megoldásának ismerete. Itt az egyszerű feladatok megoldásához szükséges tudáselemek még nem képeznek egységes asszociációs rendszert, míg az összetett feladatot jól megoldók esetében ezek a tudáselemek már készségszinten működnek és a tanulók tudásában egy jól működő, összefüggő struktúrát alkotnak.

▪ Igazolódott, hogy a korábbi vizsgálatokhoz hasonlóan **a különböző tanulócsoportok tudásszerkezetében a moláris térfogat fogalma a moláris tömeg fogalmára épül.**

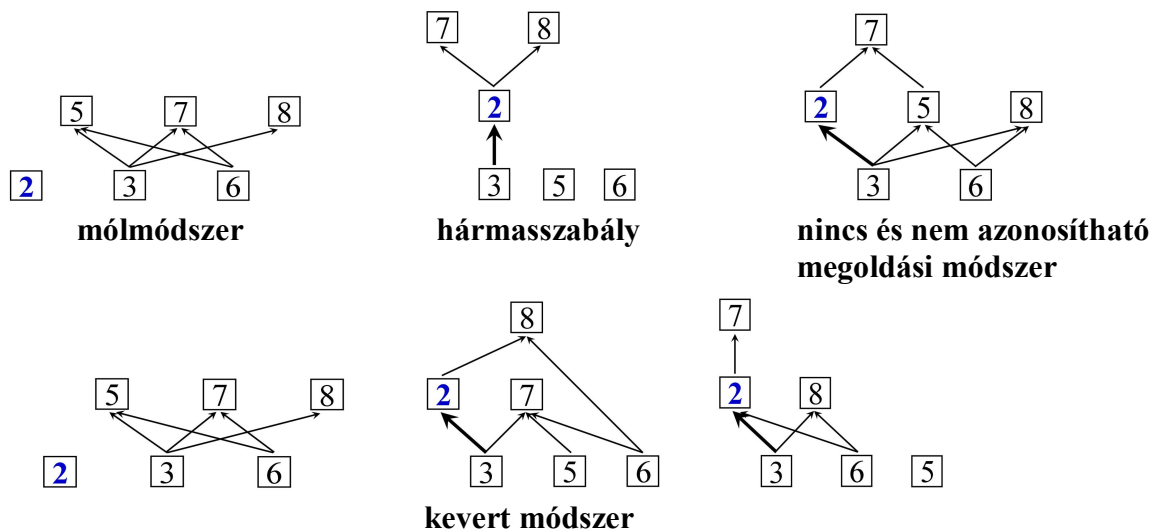
5.2. Vegyületek összetételének számításával kapcsolatos feladatlap esetén:

- A vizsgált négy évfolyamra meghatározott jellemző tudásszerkezetekből megállapítható, hogy az egyenes arányosság ismerete szinte minden esetben előfeltétele az összetett feladat megoldásának.

Minden évfolyamon a nehezebb indikátorfeladatot tartalmazó csoport esetén (3:2 az alkotó atomok tömegaránya) az összetett feladat beépült a tudásszerkezetekbe, míg az egyszerűbb indikátorfeladatot magába foglaló csoportban (1:1 az alkotó atomok tömegaránya) az összetett feladat elkülönült a többi tudáselemet tartalmazó szerkezettől.

- Különbség volt megfigyelhető a különböző megoldási módszert használó tanulócsoporthoz jellemző tudásszerkezetében.

Meglepő módon a mólmódszert alkalmazó tanulók tudásszerkezetében az összetett feladat és az egyszerű feladatok között semmilyen kapcsolat nincs. Ez arra utal, hogy a tanulók mechanikusan, algoritmuszerűen használják a mólmódszert. A hármasszabállyal dolgozó tanulók körében az összetett feladat esetén leginkább az egyenes arányosság a meghatározó tudáselem. A kevert módszerrel számoló diákok tudásszerkezetében az összetett feladat általában az egyenes arányosság ismeretét igénylő tudáselemre épül. A nincs és nem azonosítható megoldási módszert használó tanulók tudásszerkezetében az látszik, hogy szintén csak az egyenes arányosságot használják fel az összetett feladat megoldásához. (10. ábra).



10. ábra: A különböző megoldási módszereket használó tanulók tudásszerkezetét legjobban leíró modellek

2: összetett feladat: a vegyület tömegéből az egyik alkotó atom tömegének kiszámolása a moláris tömeg ismeretében

3: a vegyület tömegéből az egyik alkotó atom tömegének kiszámolása az egyenes arányosság alapján

5: a vegyület anyagmennyiségének megadása a tömeg és a moláris tömeg segítségével

6: a vegyület tömegéből az egyik alkotó atom tömegének kiszámolása az alkotó atomok tömegarányának ismeretében

7: a vegyület anyagmennyiségéből az egyik alkotó anyagmennyiségének meghatározása

8: a vegyületet alkotó atomok moláris tömegének és anyagmennyiségének arányából az alkotó atomok tömegarányának kiszámolása

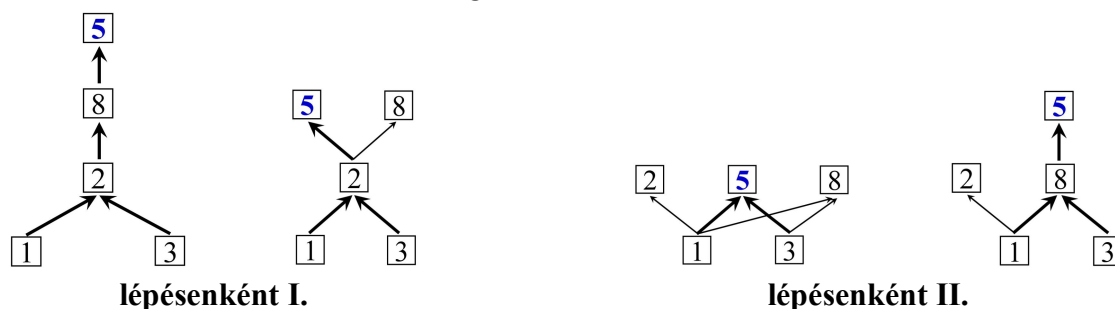
- **Az összetett feladatban alkalmazott megoldási módszerek kapcsolata tekintetében különbségek vannak a kezdők és a haladók jellemző tudásszerkezetében.**

A megoldási módszerek kapcsolata azt mutatta, hogy a logikai eljárás használata egyik esetben sem épült be teljesen a stratégiák kapcsolatát jellemző hierarchiába. A kevert módszerre, illetve a hármasszabályra épült. A mólmódszer és a logikai eljárás között semmilyen kapcsolat nincs. Az összetett feladatok eredményessége alapján a megoldási eljárások egymáshoz való viszonyában sem volt változás, a tanulók gyakorlatilag külön kezelték az algoritmikus, iskolában tanult megoldási módszereket és a gondolkodtató, logikai eljárást. Azon tanulók csoportjában, akik nem tudták megoldani az összetett feladatot, a mólmódszer a hierarchia csúcsán van. Az összetett feladatot helyesen kiszámoló tudásszerkezetében a mólmódszernek a hármasszabály és a kevert módszer az alapja. Ezekből látszik, hogy a kezdőknél a mólmódszerrel való feladatmegoldás, míg az életkor növekedésével a hármasszabállyal és a kevert módszerrel történő számolás áll közelebb a tanulók gondolkodásmódjához.

5.3. Makroszintű és részecskeszintű mennyiségek közötti kapcsolatot vizsgáló feladatlap esetén:

- A tanulói tudásszerkezetek vizsgálata alapján **az azonos anyagi rendszeren belül meghatározó, nehézséget okozó tudáselem a makro- és a részecskeszint közötti átlépést igénylő számítási feladat.** Ez a váltási nehézség az évfolyam előrehaladtával csökken.
- **Különbség volt megfigyelhető a megoldási módszerek alapján képzett tanulócsoportok jellemző tudásszerkezetében.**

A lépésenként I. megoldási módszerrel számoló diákok tudásszerkezetében a makroszint és a részecskeszint közötti szintátlépés, mint tudáselem előfeltétele az összetett feladat sikeres feladatmegoldásának. A lépésenként II. megoldási módszerrel dolgozó tanulók tudásszerkezetében a részecskeszintről a makroszintre történő átszámítás nem előfeltétele az összetett feladat megoldásának, mivel ebben az esetben az egyik rendszerről a másik rendszerre történő átmenet részecskeszinten történik. Az összevont megoldási eljárást alkalmazó tanulók csoportjában az összetett feladat helyes eredményének megadása nem igényli a részecskeszinten történő átszámításokat. A nincs és nem azonosítható megoldási módszert használó diákok tudásszerkezetében a szigorú egymásra épülés jellemző, az összetett feladat megoldása minden tudáselemre épül (11. ábra). A megoldási módszerekre jellemző tudásszerkezetek mindegyikéből szintén látszik, hogy a szintátlépést tartalmazó feladat nélkülözhetetlen az összetett feladat megoldásához.





11. ábra: A különböző megoldási módszert használó tanulók tudásszerkezetét legjobban leíró modellek

- 1: az atom tömegéből az atom anyagmennyiségének kiszámolása
 2: az elektron anyagmennyiségéből az atom anyagmennyiségének kiszámolása
 3: az atom anyagmennyiségéből az atom részecskeszámának kiszámolása
 5: **összetett feladat**: az elektron részecskeszámából az atom tömegének kiszámolása
 8: az elektron részecskeszámából az atom részecskeszámának kiszámolása

- A felírt jellemző tudásszerkezetek is bizonyítják, hogy az egyik anyagi rendszerről a másik anyagi rendszerre (elektron → atom) történő átlépés nagyobb problémát jelent a tanulóknak, mint a makroszint és részecskeszintű mennyiségek közötti átlépés. Különösen igaz ez, ha részecskeszinten (részecskeszám) valósul meg.

6. A válaszok tartalmi elemzése számos fogalmi megértési problémát tárt fel, több típushiba meglétére illetve tévképzet kialakulására lettem figyelmes. Részben a kémiai tudás hiányából, részben a szövegértésből adódó hibák miatt a tanulók sokszor nem helyesen értelmezték a kérdéseket.

6.1. *Mindegyik feladatlap megoldása esetén igaz, hogy a tanulók egyes csoportjának gondot okozott a kémiai számításokhoz szükséges fogalmak értelmezése.* Nem mindegyik diák ismerte pontosan a moláris tömeg, a moláris térfogat és a részecskeszám jelentését, valamint az anyagmennyiség fogalmának tisztázatlanságából adódóan összekeverték az anyag mennyisége és az anyagmennyiség kifejezéseket. A kémia fontos mennyiségeinek helyes megértése mellett a közöttük lévő kapcsolat felismerése is problémát jelentett a tanulóknak. Az alapvető összefüggések, képletek (tömeg–moláris tömeg–anyagmennyiség; térfogat–moláris térfogat–anyagmennyiség; részecskeszám–Avogadro állandó–anyagmennyiség használata) tanulása valószínűleg magolással történt, így mechanikusan rögzültek, fogalmi megértés nem társult hozzájuk, ezáltal azokat nem tudták kellő biztonsággal használni, amely tévképzetek kialakulásához vezetett. Ez a válaszadók körében 10-23%-ot jelentett.

6.2. *A reakcióegyenlet segítségével történő számítás során* sok tanuló, a válaszadók 18%-a hibázott a feladatmegoldás során a reakcióegyenlet jelentésének hibás értelmezése miatt.

6.3. *A vegyületek összetételének számításakor* a tanulók egy része nem tudta elkülöníteni az anyagokat felépítő kémiai részecskéket, összekeverték az atom, az elemmolekula és a vegyületmolekula fogalmát. A diákok a vegyületet alkotó atomok jelölésére használták az O₂, Li₃, C₂ szimbólumokat is. Ehhez hasonlóan a képlet mennyiségi jelentésének értelmezése is gondot okozott.

6.4. ***A makroszintű és részecskeszintű mennyiségek közötti kapcsolatot vizsgáló feladatlap*** eredményei tovább erősítik, hogy a tanulóknak sok problémát jelent a kémiai részecskék csoportosítása. E mellett annak felismerése is, hogy milyen kapcsolat van a kémiai részecskék és az azt alkotó elemi részecskék között, és hogy ezek nem egyenrangúak.

IV. A KUTATÁS JELENTŐSÉGE, AZ EREDMÉNYEK ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

A kutatás alatt elsősorban arra törekedtem, hogy a sztöchiometriai számítási feladatok három területén olyan fontos információkat nyerjek, amelyeket hasznosítva *hatékonyabb tanítási-tanulási folyamat valósítható meg* különös tekintettel az általános és középiskolai kémiaoktatás során. Munkámmal mindenekelőtt szeretnék segítséget nyújtani a pedagógusoknak a hatékonyabb oktatáshoz valamint a tanulóknak az eredményesebb tanuláshoz. A három témakörben kapott eredmények alátámasztják, hogy a megoldási módszerek alkalmazása előtt feltétlenül szükséges ismernünk a tanulók által alkalmazott és a pedagógusok által tanított megoldási stratégiákat az adott témakörben. Kizárólag ezek tudatában tervezhetjük oktatási tevékenységünket. A szerkezeti vizsgálatokhoz a tudástérelméletet alkalmazva bebizonyosodott, hogy a tudástérelmélet alkalmas a tudásszerkezetben mutatkozó különbségek vizsgálatára, illetve kimutatására. Segítségével értékes információkat nyerhetünk a különböző tanulócsoportok aktuális tudásáról. Többek között az összefüggések helyes ismeretéről és fogalmak jelentésének megértéséről. A tudásszerkezet-vizsgálatok legfontosabb előnyét abban látom, hogy a felírt tanulási utak és jellemző feladathierarchiák segítségével megválaszthatjuk az ismeretek tanításának sorrendjét, így optimalizálhatjuk a tanítási folyamatot. Amennyiben ezeket sikerül megvalósítani a tanulók a képességeikhez igazítva sajátíthatják el az ismeretanyagot, ezáltal nagyobb sikerélményük lesz a kémiai számítási feladatok megoldásában. A tudásszerkezet és a megoldási stratégia kapcsolatának részletes vizsgálata hozzájárulhat a tanulók problémamegoldással kapcsolatos általános ismereteinek fejlődéséhez is.

A kutatás tapasztalataira építve *új tanári segédanyagok kidolgozása válik lehetővé*. A feladatlapok tartalmi elemzése során egyértelműen az derült ki, hogy a tanulók az iskolában már tanult megoldási módszereket részesítik előnyben és más stratégiával nem próbálkoznak. Azt gondolom, hogy ezt mindenképpen pótolni kell, mert párhuzamos feladatmegoldó módszerek tanításának pontosan az a célja, hogy a tanulóknak kifejlesszük azt a gondolkodási képességet, hogy mindig a feladat jellegének megfelelő megoldási módszert használják. A tanulók a tanult megoldási stratégiákat algoritmusként használták még akkor is, ha azok mechanikusan rögzültek a gondolkodásmódjukban és fogalmi megértés nem társult hozzájuk, így ez által azt nem tudták kellő biztonsággal alkalmazni. Ebből adódóan nem elég csak megtanítani a megoldási módszereket, mert a tapasztalatok alapján, a kémiai számítási feladatok megoldása sajnos ennél összetettebb feladat. Meg kell keresni, el kell távolítani valamint be kell tölteni azokat a hézagokat, amelyek a sikertelen feladatmegoldáshoz vezetnek. A kémiai számítási feladatok megoldáshoz szükséges összefüggések és a kémiai fogalmak mélyebb, pontos megértésére kell törekedni, amelyben segíthet olyan feladatok elkészítése, amelyekkel ezt ellenőrizni tudjuk. Szólni kell a tankönyvek hibáiról is, hiszen csak a megoldási módszerek töredéke jelenik meg bennük, vagy egyes témaköröknél egyáltalán nem mutatnak be a tankönyvírók semmilyen megoldási eljárást.

Kapott eredményeim a tanárképzésben is hasznosíthatók. ***Eredményeim közvetlenül beépíthetők a kémia szakos tanárjelölt hallgatók szakmódszertani képzésébe, valamint a kémia szakos egyetemi hallgatók alapképzésébe is.*** Az eredmények alapján lehetővé válik a kémiai számítások tanításának olyan módszertani megújítása, amely hangsúlyozottabban épít a tanulók előzetes tudására, az ismert megoldási módszerekre. Fontos, hogy felhívjuk a tanárjelöltek figyelmét a feladatmegoldás során fellépő kritikus pontokra, buktatókra, amelyek típushibaként megjelentek a feladatlapok elemzése során, mert ezeket a pedagógusnak korrigálnia kell.

Végül munkám további kutatási irányokat is felvet, leginkább ***a kémiai számítási feladatok más témaköreinek részletes vizsgálatára nyújthat példát.*** A kapott tapasztalatok alapján a jövőben is lehetne hasonló típusú vizsgálatokat végezni. Későbbiekben a kutatást érdemes lenne kiterjeszteni más jellegű, a tanulóknak szintén nehézséget okozó feladattípusokra is. Úgy gondolom, hogy sokkal több módszertani kutatásra lenne szükség a kémia tantárgyban meglévő problémák tisztázására, mert sajnos az utóbbi évek kutatási eredményei sem biztatóak.

Bízom benne, hogy munkámmal, ha csak kis részben is, de segítséget nyújtottam a kémiai számítási feladatok sikertelenségének megértéséhez és hozzájárulhatok eredményesebb tanításához.

A kutatás az OTKA (T-049379 és K-105262) támogatásával készült.

TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK PUBLICATIONS

Az értekezés témájához kapcsolódó tudományos közlemények Publications related to the dissertation

Angol nyelvű közlemények (English articles)

Nemzetközi, referált folyóiratban megjelent közlemény

1. Zoltán Tóth, Annamária Sebestyén

Relationship between students' knowledge structure and problem-solving strategy in stoichiometric problems based on the chemical equation

Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education, Vol. 1., Issue 1 (2009)

p. 8-20. (e-ISSN: 1306-3049, DOI szám: 10.12973/ejpce.2009.00002a)

<http://www.iserjournals.com/journals/ejpce/articles/10.12973/ejpce.2009.00002a>

Hazai kiadású, idegen nyelvű, lektorált folyóiratban megjelent közlemény

2. Annamária Sebestyén, Zoltán Tóth

Hungarian students' success rate, problem-solving strategy and knowledge structure in the problem of the shifting between the macro- and sub-microscopic levels

Hungarian Educational Research Journal, Vol. 5., No. 2. (2015), p. 112-125.

(ISSN: 2064-2199, DOI-szám: 10.14413/herj.2015.02.08.)

<http://herj.lib.unideb.hu/cikk/cikk/55bfc98144ded>

Magyar nyelvű közlemények (Hungarian articles)

Magyar nyelvű, lektorált, szerkesztett tanulmánykötetben megjelent közlemény

3. Sebestyén Annamária

A tudásszerkezet és a problémamegoldó stratégia kapcsolata kémiai kontextusban

Új kutatások a neveléstudományokban, A munka és nevelés világa a tudományban című kötet (ISSN: 2062 090X), ELTE Eötvös Kiadó, Budapest (2013), 43-59. oldal

<http://mek.oszk.hu/12100/12188/12188.pdf>

http://www.eltereader.hu/media/2013/10/Uj_kutatasok_2012_READER.pdf

Magyar nyelvű, lektorált folyóiratban megjelent közlemények

4. Tóth Zoltán, Sebestyén Annamária

A tanulók reakcióegyenletek rendezésében mutatott teljesítményének és tudásszerkezetének változása a gimnáziumi oktatás során

Középiskolai Kémiai Lapok, XXXII. évfolyam, 3. szám (2005), 254-267. oldal

http://www.kokel.mke.org.hu/images/stories/docs/2005_3/254-267.pdf

5. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

Képlettel vagy következtetéssel?

Középiskolai Kémiai Lapok, XXXIII. évfolyam, 2. szám (2006), 132-145. oldal

http://www.kokel.mke.org.hu/images/stories/docs/2006_2/Muhely06-2.pdf

6. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

Makro- és részecskeszintű mennyiségek keveredéséből adódó problémák egyetemi hallgatók feladatmegoldásaiban

Középiskolai Kémiai Lapok, XXXIII. évfolyam, 3. szám (2006), 228-233. oldal

http://www.kokel.mke.org.hu/images/stories/docs/2006_3/Muhely06-3.pdf

7. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

A tanulók feladatmegoldó stratégiái és tudásszerkezete a vegyületek összetételével kapcsolatos számítási feladatokban

Középiskolai Kémiai Lapok, XLII. évfolyam, 1. szám (2015), 74-92. oldal

http://www.kokel.mke.org.hu/images/stories/docs/2015_1/KK1501_muhely.pdf

Az értekezés témájához kapcsolódó előadások

Lectures related to the dissertation

Hazai konferenciákon tartott előadások

1. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

Képlettel vagy következtetéssel?

XXII. Kémiatanári Konferencia, Veszprém, 2006. (Előadás összefoglalók: 50. oldal)

2. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

A tanulók tudásszerkezetének és problémamegoldó stratégiájának kapcsolata egyszerű kémiai problémák megoldásában

VII. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2007. (Előadás összefoglalók: 75. oldal)

3. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

A tanulók tudásszerkezetének és problémamegoldó stratégiájának kapcsolata egyszerű kémiai problémák megoldásában

VI. Pedagógiai Értékelési Konferencia, Szeged, 2008. (Tartalmi összefoglalók: 89. oldal)

4. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

A tanulók tudásszerkezetének és problémamegoldó stratégiájának kapcsolata egyszerű kémiai problémák megoldásában

XXIII. Országos Kémiatanári Konferencia, Budapest, 2008. (Előadás összefoglalók: 72. oldal)

5. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán:

A tudásszerkezet és a problémamegoldó stratégia kapcsolata

XII. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2012. (Összefoglalók: 350. oldal)

Nemzetközi konferencián tartott előadás

6. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

A tudásszerkezet és a tudás szerveződésének vizsgálata a problémamegoldásban

XIII. Nemzetközi Vegyészkonferencia, Kolozsvár, 2007. (Előadás összefoglalók: 101-105. oldal)

Az értekezés témájához kapcsolódó poszterek

Posters related to the dissertation

Hazai konferenciákon bemutatott poszterek

1. Tóth Zoltán, Sebestyén Annamária

A tanulók reakcióegyenletek rendezésében mutatott teljesítménye és tudásszerkezete

V. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2005. (Tartalmi összefoglalók: 368. oldal)

2. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

Makro- és részecskeszint keveredése a hallgatók feladatmegoldásában

XXII. Kémia tanári Konferencia, Veszprém, 2006. (Előadás összefoglalók: 100. oldal)

3. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

Egyetemi hallgatók feladatmegoldó stratégiái a vegyületek összetételével kapcsolatos számításokban

XXII. Kémia tanári Konferencia, Veszprém, 2006. (Előadás összefoglalók: 99. oldal)

4. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

Képlettel vagy következtetéssel?

VI. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2006. (Tartalmi összefoglalók: 78. oldal)

5. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

Makro- és részecskeszint keveredése a tanulók feladatmegoldásában

XXIII. Országos Kémia tanári Konferencia, Budapest, 2008. (Előadás összefoglalók: 123. oldal)

6. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

Tanulók feladatmegoldó stratégiái és tudásszerkezete közötti összefüggés a vegyületek összetételével kapcsolatos számításokban

XXIII. Országos Kémia tanári Konferencia, Budapest, 2008. (Előadás összefoglalók: 122. oldal)

7. Tóth Zoltán, Sebestyén Annamária

A tanulók tudásszerkezetének, feladatmegoldó módszerének és sikerességének vizsgálata egyszerű kémiai számításokban

XII. Pedagógiai Értékelési Konferencia, Szeged, 2014. (Tartalmi összefoglalók: 73. oldal)

Nemzetközi konferenciákon bemutatott poszterek

8. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

A tanulók tudásszerkezetének és problémamegoldó stratégiájának kapcsolata egyszerű kémiai problémák megoldásában (“Sztöchiometriai számítás reakcióegyenlet alapján”)

XIII. Nemzetközi Vegyészkonferencia, Kolozsvár, 2007. (Előadás összefoglalók: 166-169. oldal)

9. Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

A tanulók feladatmegoldó stratégiái a vegyületek összetételével kapcsolatos számításokban (“Vegyületek összetételének számítása”)

XIII. Nemzetközi Vegyészkonferencia, Kolozsvár, 2007. (Előadás összefoglalók: 170-174. oldal)

10. Zoltán Tóth, Annamária Sebestyén

Relationship between students’ knowledge structure and problem solving strategy in stoichiometry

9th European Conference on Research in Chemical Education, Isztambul, 2008. (Abstract Book: page 51.)

11. Zoltán Tóth, Annamária Sebestyén

Hungarian students’ knowledge structure and problem solving strategy in solving simple stoichiometric problems

10th European Conference for Chemistry Teachers, Salzburg, 2009. (Book of Congress: page 82.)

Az értekezés témájához közvetlenül nem kapcsolódó közlemény
Publication not related to the dissertation

Magyar nyelvű, lektorált folyóiratban megjelent közlemény

Kiss Edina, Sebestyén Annamária, Tóth Zoltán

A tanulók tévképzetei és fogalmi fejlődése a fizikai változás és kémiai változás témakörében

A Kémia Tanítása, XIII. évfolyam, 4. szám (2005), 11-22. oldal

<http://www.matarka.hu/egy-kozlemany-oldala.php?MatarkaID=255820>



DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR



Nyilvántartási szám: DEENK/239/2017.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Sebestyén Annamária
Neptun kód: PCIZMR
Doktori Iskola: Kémiai Tudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10059980

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (1)

1. **Sebestyén, A.**: A tudásszerkezet és a problémamegoldó stratégia kapcsolata kémiai kontextusban.
In: Új kutatások a neveléstudományokban 2012 : A munka és a nevelés világa a tudományban. Szerk.: Kozma Tamás, Perjés István, MTA Pedagógiai Tudományos Bizottsága : ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 43-59, 2013

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (4)

2. **Sebestyén, A.**, Tóth, Z.: A tanulók feladatmegoldó stratégiái és tudásszerkezete a vegyületek összetételével kapcsolatos számítási feladatokban.
Középkém. I. 42 (1), 74-92, 2015. ISSN: 0139-3715.
3. **Sebestyén, A.**, Tóth, Z.: Képlettel vagy következtetéssel?
Középkém. I. 33 (2), 132-145, 2006. ISSN: 0139-3715.
4. **Sebestyén, A.**, Tóth, Z.: Makro- és részecskeszintű mennyiségek keveredéséből adódó problémák egyetemi hallgatók feladatmegoldásaiban.
Középkém. I. 33 (3), 228-233, 2006. ISSN: 0139-3715.
5. Tóth, Z., **Sebestyén, A.**: A tanulók reakcióegyenletek rendezésében mutatott teljesítményének és tudásszerkezetének változása a gimnáziumi oktatás során.
Középkém. I. 32 (3), 254-267, 2005. ISSN: 0139-3715.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

6. **Sebestyén, A.**, Tóth, Z.: Hungarian students' success rate, problem-solving strategy and knowledge structure in the problem of the shifting between the macro- and sub-microscopic levels.
HERJ. 5 (2), 112-125, 2015. EISSN: 2064-2199.
DOI: <http://dx.doi.org/10.14413/herj.2015.02.08>





DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR



Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

7. Tóth, Z., **Sebestyén, A.**: Relationship between students' knowledge structure and problem-solving strategy in stoichiometric problems based on the chemical equation.
Eurasian J. Phys. Chem. Educ. 1 (1), 8-20, 2009. ISSN: 1306-3049.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12973/ejpce.2009.00002a>

További közlemények

Magyar nyelvű közlemények hazai folyóiratban (1)

8. Kiss, E., **Sebestyén, A.**, Tóth, Z.: A tanulók tévképzetei és fogalmi fejlődése a fizikai változás és kémiai változás témakörében.
Kém. tan. 13 (4), 11-22, 2005. ISSN: 1216-7576.

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudásmetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2017.07.12.

