

MŰHELY



Kérjük, hogy a MŰHELY című módszertani rovatba szánt írásait közvetlenül a szerkesztőhöz küldjék lehetőleg e-mail mellékletként vagy postán a következő címre: Dr. Tóth Zoltán, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertan, 4010 Debrecen, Pf. 66. E-mail: tothzoltandr@gmail.com, Telefon: 06 52 512 900 / 22581-es mellék.

Dr. Tóth Zoltán

Kémia, vegyészmérnöki és biomérnöki alapképzésüket kezdő egyetemi hallgatók kémiai alapismereteinek vizsgálata

1. Bevezetés és célkitűzések

Az utóbbi években számos fórum foglalkozott a természettudományok általános és középiskolai oktatásának, a felsőoktatásba belépő hallgatók természettudományos ismereteinek csökkenő színvonalával. Intézetünkben felmerült az igény, hogy ezt a - sokszor csak szubjektív benyomások alapján kialakult – képet próbáljuk objektív mérési adatokkal is alátámasztani. Másrészt megbízható módszert kellett kidolgozni a tanulmányaikat kezdő hallgatók kémiai felkészültségének mérésére, valamint a gyenge felkészültségű hallgatók felzárkóztatására.

A kutatás céljai a következők:

1) Megbízható mérőeszköz kifejlesztése az egyetemi tanulmányaikat kezdő hallgatók kémiai alapismereteinek mérésére, a nem megfelelő felkészültségű hallgatók kiválasztására.

2) Adatokat nyerni arra vonatkozóan, hogy melyek azok a legfontosabb hiányosságok, amelyeket egy felzárkóztató kurzuson feltétlenül pótolni kell.

3) Mérési adatokat nyerni a nem megfelelő felkészültségű hallgatók kiválasztásának és segítségének hatásáról.

2. A felmérés és értékelés módszerei

A felmérésre 2009. szeptember 2-án 10 órától került sor az országos felméréssel egy időben. Az országos felmérés eredményeinek részletes értékelését Radnóti (2009) végezte el.

2.1. A mérőeszköz

A „Kémiai alapismeretek” teszt 15 feladatból állt, de az értékelésbe bevontuk az országos felmérés általunk készített két feladatát is. Így összesen 17 feladat megoldását értékeltük. A maximálisan elérhető pontszám 112 volt. A feladatokat tanulmányunk melléklete tartalmazza.

A felmérés során olyan alapvető ismeretek meglétét ellenőriztük, amelyek – megítélésünk szerint – elengedhetetlenül szükségesek ahhoz, hogy a hallgatók egyáltalán felfogják az előadások és gyakorlatok anyagát. A feladatok fontosabb jellemzőit az 1. táblázat mutatja.

A feladatok megoldására 60 percet kaptak a hallgatók. A kidolgozáshoz zsebszámológépet és periódusos rendszert használhattak. A hallgatók néhány fontos háttéradatára (szak, nem, versenyen való részvétel, kémia érettségi szintje és eredménye, első helyen jelölte-e a szakját stb.) a központi feladatlap kérdezett rá. Ezen kívül begyűjtöttük a hallgatók felvételi pontszámát is.

1. táblázat. A feladatok fontosabb jellemzői

A feladat			
száma	azonosító jele	pont-értéke	Rövid leírása
1.	ion	8	Ionok nevének vagy képletének ismerete

2.	molekula	8	Molekulák nevének vagy képletének ismerete
3.	egyenlet	7	Reakciók egyenletének felírása, a redoxireakció kiválasztása
4.	rendezés	4	Reakcióegyenletek rendezése
5.	mol	6	Anyagmennyiség, tömeg, részecskeszám átszámítása
6.	oldat	6	Tömeg%-os összetétel számítása; hígítás során változó mennyiségek
7.	víz	7	Extenzív és intenzív mennyiségek ismerete
8.	részecske	8	Atomok, molekulák és ionok proton- és elektronszámának számítása
9.	képlet	10	Kémiai képletek makro- és részecskeszintű jelentésének ismerete
10.	szöveg	5	Kémiai számítási feladat szövegének megértése
11.	mérték-egység	4	Mértékegységváltások ismerete
12.	matek	5	Egyismeretlenes első-és másodfokú egyenletek megoldása
13.	szerves	10	Szerves vegyületcsoportok jellemző funkciók csoportjának ismerete
14.	logika	7	Kémiai jellegű logikai feladatok (sorképzés, kombinatorika)
15.	tévképzet	5	Tipikus tanulói tévképzetek meglétének vizsgálata
K-1.	ionvegy	10	Ionvegyületek képletének szerkesztése, ionvegyületek elnevezése (központi)
K-2.	meghatreag	2	A meghatározó reagenssel kapcsolatos problémamegoldás ismerete (központi)

2.2. Az értékelés eszközei

Az adatokat Excel, illetve SPSS környezetben működő statisztikai programokkal elemeztük.

2.3. A minta bemutatása

A felmérésben részt vett hallgatók valamennyien a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karának kémia, vegyészmérnöki vagy biomérnöki szakjára nyertek felvételt. A felmérést a felvettek 76%-a írta meg. Néhány fontosabb adat a 2. táblázatban található. Látható, hogy a kémia és a vegyészmérnök minta mind a nemek szerinti összetételben, mind a szakjelölés sorrendjében és a kémiából érettségizettek arányában hasonló, ugyanakkor a felvételi pontszámok tekintetében a két mérnöki minta hasonlósága szembetűnő.

2. táblázat. A minta fontosabb jellemzői

	Kémia BSc	Vegyész- mérnök BSc	Biomérnök BSc
Hallgatók száma	65	97	42
Férfiak aránya	54%	53%	29%
Első helyen jelölte a szakot	75%	73%	48%
Érettségizett kémiából	91%	87%	33%
Felvételi pontok átlaga	344 ± 76	367 ± 42	362 ± 41

3. Eredmények

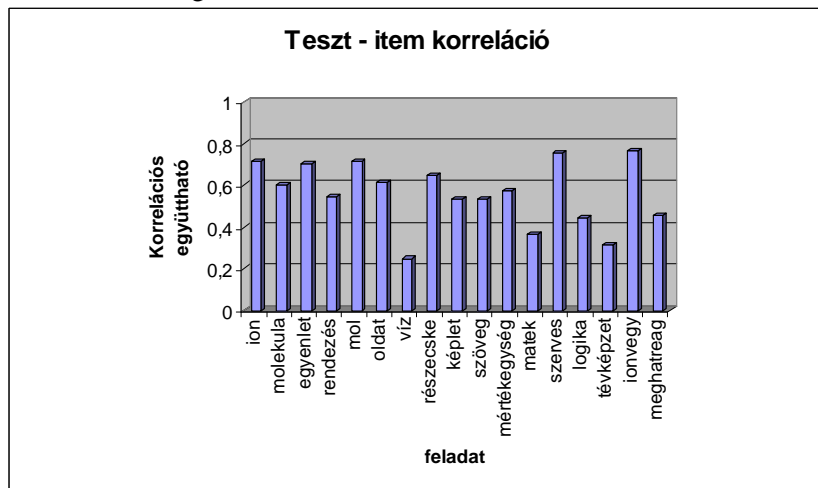
3.1. A mérőeszköz értékelése

A mérőeszközt (a feladatlapot) két szempontból értékeltük. Elvégeztük az itemanalízist, mely során megvizsgáltuk, hogy az egyes feladatok eredményessége mennyire korrelál a teljes feladatlap eredményességével, másrészt meghatároztuk a feladatlap megbízhatóságára jellemző reliabilitási együtthatót.

3.1.1. Itemanalízis

Az egyes feladatok eredményességének a teszt egészének eredményességével való korrelációjára jellemző korrelációs együtthatókat az 1. ábra mutatja. Látható, hogy erős korreláció van az „ion” (1.), az „egyenlet” (3.), a „mol” (5.), a „szerves” (13.) és az „ionvegy” (K-1.) feladatok és a teljes feladatlap eredményessége között. Gyenge a

korreláció viszont a „víz” (7.), a „matek” (12.) és a „tévképzet” (15.) feladatok esetén. A mérőeszköz továbbfejlesztett változatában tehát nem feltétlenül kell megtartani ezeket a feladatokat.



1. ábra. Az egyes feladatok korrelációja a teszt egészével

3.1.2. A teszt megbízhatósága

A teszt reliabilitását a Cronbach-alfával jellemeztük. A Cronbach-alfát a következőképpen definiáljuk:

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right)$$

ahol n az itemek száma; s_i az egyes itemek szórása; s_t a teljes teszt szórása.

A kapott értékeket külön-külön az egyes szakokra, illetve a teljes mintára, valamint a két legkevésbé korreláló feladat („víz”, „tévképzet”) kihagyásával vizsgált esetre a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat. A teszt megbízhatósági mutatója a részminták és a teljes minta esetében

Minta	Cronbach-alfa
Kémia BSc	0,8958
Vegyésszámológép BSc	0,7815
Biométernök BSc	0,8439

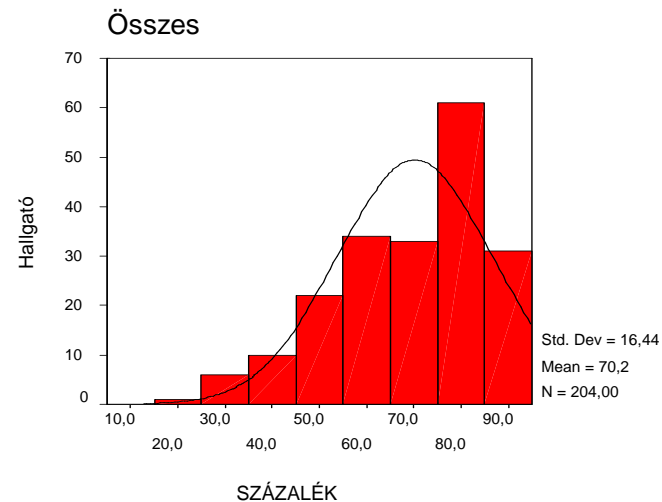
Teljes minta	0,8577
Teljes minta (7. és 15. feladat nélkül)	0,8637

A teszt megbízhatósága tehát jó, és a két legkisebb korrelációs együtthatójú feladat kihagyása esetén megbízhatósága kissé növelhető.

3.2. A teszten elért teljesítmény

Előzetes megfontolások alapján 70%-os kritériumszintet határoztunk meg. Azoknak a hallgatóknak, akik nem érték el ezt a kritériumszintet, javasoltuk a „Felzárkóztató alapok” című, formálisan heti 2 órás, ténylegesen a félév első felében heti 4 órás kiscsoportos foglalkozáson való részvételt.

Véletlen egybeesés, hogy a teljes minta teszten elért átlagos teljesítménye is 70% lett (2. ábra), egészen pontosan: $70,2\% \pm 16,4\%$.



2. ábra. A teljes mintára vonatkozó hisztogram

3.2.1. Az egyes részminták teljesítménye

Az egyes részmintákra vonatkozó átlagos teljesítményeket a 4. táblázat tartalmazza. A kémia BSc-s és a vegyészmérnök BSc-s hallgatók átlagos teljesítménye szignifikánsan ($p = 0,000$) jobb volt, mint a biométernök BSc-

s hallgatóké. A kémia szakos és a vegyészmérnök-hallgatók átlagos teljesítménye közötti különbség nem szignifikáns.

4. táblázat. Az egyes részmintákra és a teljes mintára vonatkozó átlagos teljesítmény

Minta	Teljesítmény
Kémia BSc	76,3% ± 15,9%
Vegyészmérnök BSc	72,2% ± 13,3%
Biomérnök BSc	56,1% ± 15,9%
Teljes minta	70,2% ± 16,4%

3.2.2. A teljesítmény és a felvételi pont kapcsolata

A kémiai alapismeretek teszt eredménye és a felvételi pontszám közötti korrelációt az 5. táblázat adatai jellemzik. Látható, hogy a teljes mintára és a kémia BSc-sekre vonatkozóan közepes erősségű, a két mérnöki részmintára vonatkozóan gyenge korreláció van a teljesítmény és a felvételi pontszám között.

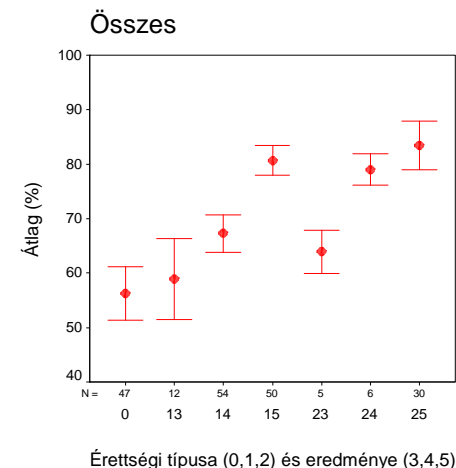
5. táblázat. A felvételi pontszám és a kémiai alapismeretek teszten elért eredmény közötti korreláció az egyes részminták és a teljes minta esetén

Minta	Korrelációs együttható (r)	Szignifikancia-szint (p)
Kémia BSc	0,695	<0,01
Vegyészmérnök BSc	0,386	<0,05
Biomérnök BSc	0,385	<0,05
Teljes minta	0,437	<0,01

3.2.3. A teljesítmény és a kémia érettségi kapcsolata

Megvizsgáltuk a kémia érettségi szintjének és eredményének kapcsolatát a kémiai alapismeretek teszten elért teljesítménnyel. A hallgatókat aszerint, hogy érettségiztek-e kémiából, illetve milyen szinten és milyen eredménnyel érettségiztek, különböző alcsoportokba osztottuk. Hét alcsoportot hoztunk létre: kémiából nem érettségizettek (0); kémiából középszinten közepesre érettségizettek (13); kémiából középszinten jóra érettségizettek (4); kémiából középszinten jelesre érettségizettek (15);

kémiából emelt szinten közepesre érettségizettek (23); kémiából emelt szinten jóra érettségizettek (24); kémiából emelt szinten jelesre érettségizettek (25) csoportja. Az egyes csoportok átlagteljesítményét és szórását a 3. ábra mutatja.



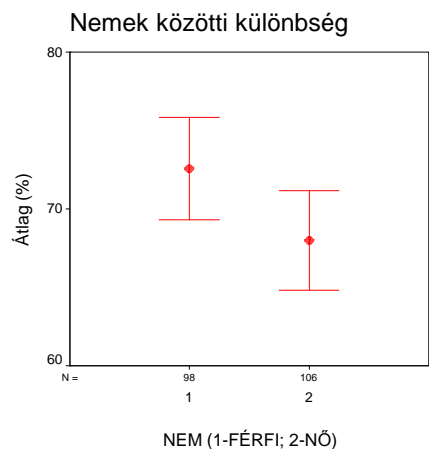
3. ábra. A kémia érettségi szintje és eredménye alapján képzett részminták átlagos teljesítménye

A varianciaanalízis szerint a kémiából emelt szinten jelesre (25), emelt szinten jóra (24) és közép szinten jelesre (15) érettségizettek szignifikánsan ($p < 0,05$) jobb eredményt értek el, mint az emelt szinten közepesre (23), közép szinten jóra (14) vagy közepesre (13) vizsgázók, illetve a kémiából nem érettségizettek. A kémia érettségi pozitív hatását sikerült kimutatni az országos felmérés (Radnóti, 2009) és az egyik feladatban („meghatreag”, K-2.) nyújtott teljesítmény esetében is (Tóth és Radnóti, 2009).

3.2.4. A nemek közötti különbség vizsgálata

A korábbi vizsgálatok során kiderült, hogy a két nem teljesítménye között szignifikáns különbség van a férfiak javára (Radnóti, 2009; Tóth és Radnóti, 2009). Amint az a 4. ábrán is látható, a kémiai alapismeretek teszten is a férfiak értek el jobb eredményt. Az elvégzett statisztikai

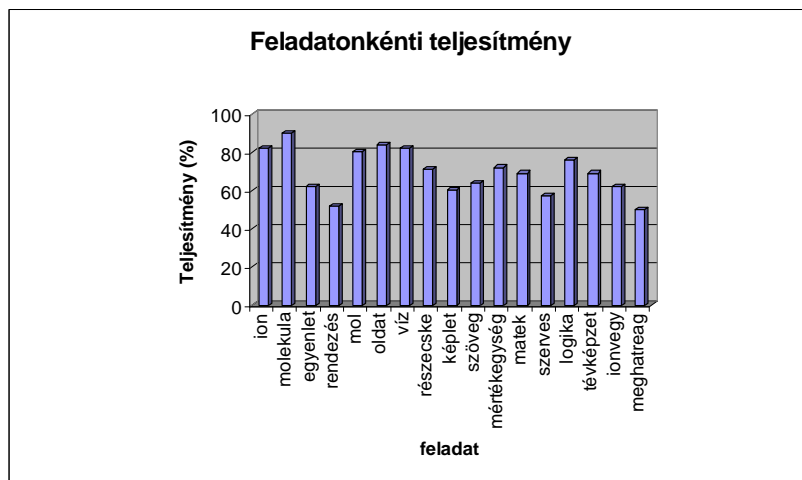
elemzés (kétmintás t-próba) alapján a különbség $p = 0,052$ szinten szignifikáns.



4. ábra. A férfiak és a nők teljesítményének összehasonlítása.

3.3. Az egyes feladatok megoldásának eredményessége

Az egyes feladatok megoldásának eredményessége az 5. ábrán látható.



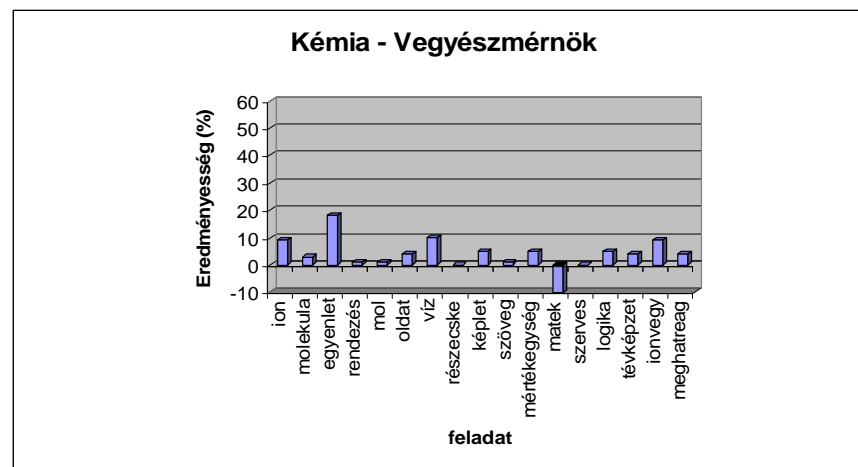
5. ábra. Az egyes feladatok megoldásának eredményessége

Megállapítható, hogy a hallgatók az ionok (1. feladat) és a molekulák (2. feladat) képletének ismeretében, az anyagmennyiséggel kapcsolatos egyszerű számításokban (5. feladat), a koncentrációs számításban (6. feladat) és az extenzív és intenzív mennyiségek közötti különbségtételben érték el viszonylag jó (legalább 80%-os) eredményt.

A három legnehezebbnek bizonyult feladat: a reakcióegyenletek rendezése (4. feladat), a szerves vegyületek funkciós csoportja (13. feladat) és a meghatározó reagenssel kapcsolatos egyszerű számítási feladat (K-2. feladat).

3.3.1. Miben jobbak és miben gyengébbek?

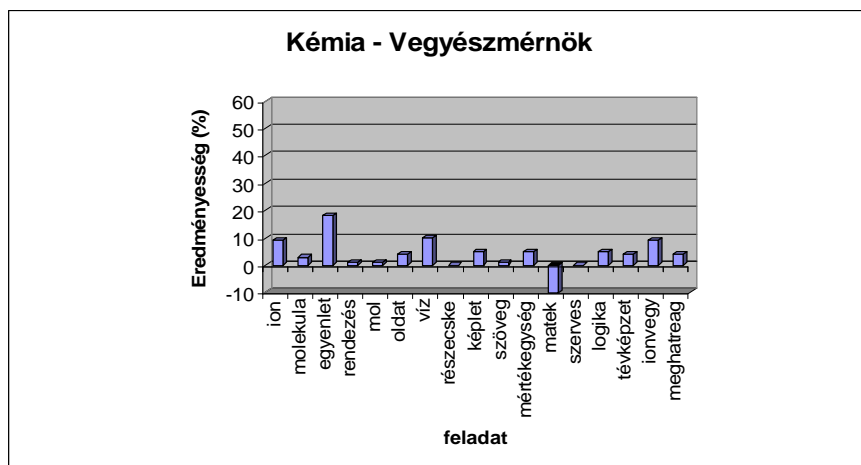
Amennyiben az egyes feladatok megoldásának eredményességét összehasonlítjuk a különböző részminták esetén, választ kaphatunk arra a kérdésre, hogy a különböző szakos hallgatók milyen kémiai alapismeretekben jobbak, illetve gyengébbek más szakos hallgatóknál.



6. ábra. A kémia szakos és a vegyészmérnök-hallgatók feladatonkénti teljesítményének összehasonlítása

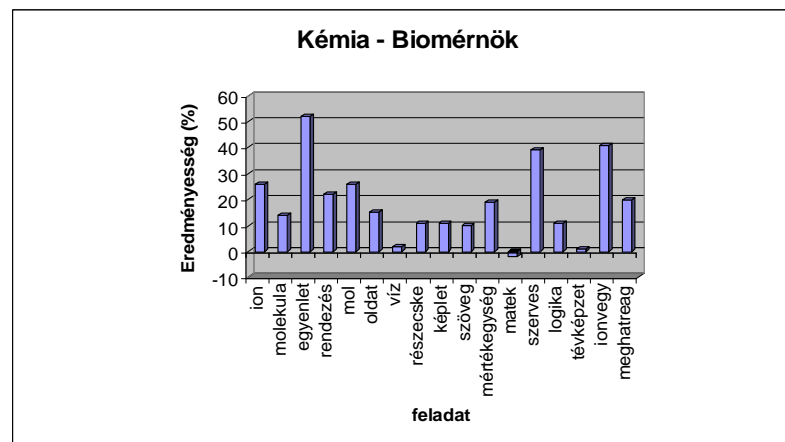
A 6-8. ábrákon látható a kémia BSc-s, a vegyészmérnök BSc-s és a biomérnök BSc-s hallgatók egyes feladatok megoldásában elért teljesítményének különbsége szakonként párba szedve. Megállapítható,

hogyan a kémia szakosok az egyenletírásban (3. feladat) figyelemre méltóan jobb teljesítményt nyújtottak a vegyészmérnök-hallgatókhoz képest. Ugyanakkor a vegyészmérnök-hallgatók sikeresebben oldották meg a matematikai egyenletekkel kapcsolatos feladatot (12. feladat). Kissé jobb teljesítményt értek még el a kémia szakosok az ionok képletének és nevének ismeretében (1. feladat), az extenzív és intenzív mennyiségek közötti különbségtételben (7. feladat), valamint az ionvegyületek képletének szerkesztésében és elnevezésében (K-1. feladat).



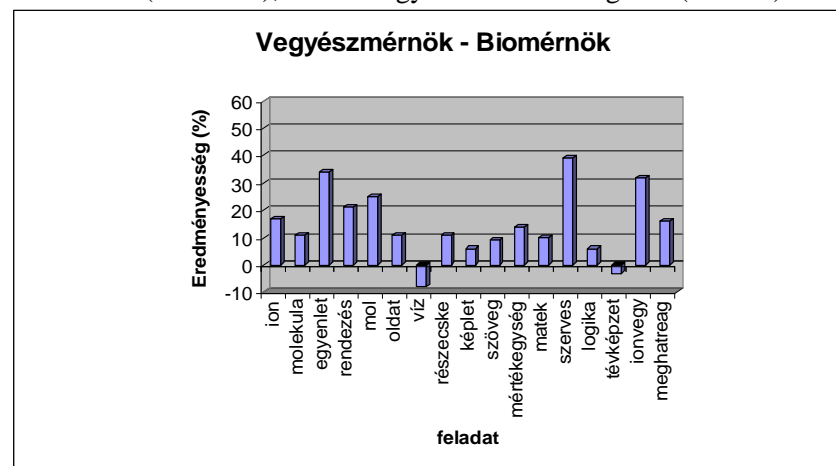
6. ábra. A kémia szakos és a vegyészmérnök-hallgatók feladatonkénti teljesítményének összehasonlítása

A kémia szakos hallgatók – három feladat kivételével – minden feladatban jobban teljesítettek, mint a biomérnök-hallgatók (7. ábra). Ez a három feladat: az extenzív és intenzív mennyiségek közötti különbségtétel (7. feladat), a matematikai egyenletek megoldásának ismerete (12. feladat) és a tipikus tévképzetek meglétével kapcsolatos feladat (15. feladat). Kiugróan nagy a különbség a kémia szakos hallgatók javára az egyenletírásban (3. feladat), a szerves vegyületek funkciós csoportjainak ismeretében (13. feladat) és az ionvegyületek képletének szerkesztésében, elnevezésében (K-1. feladat).



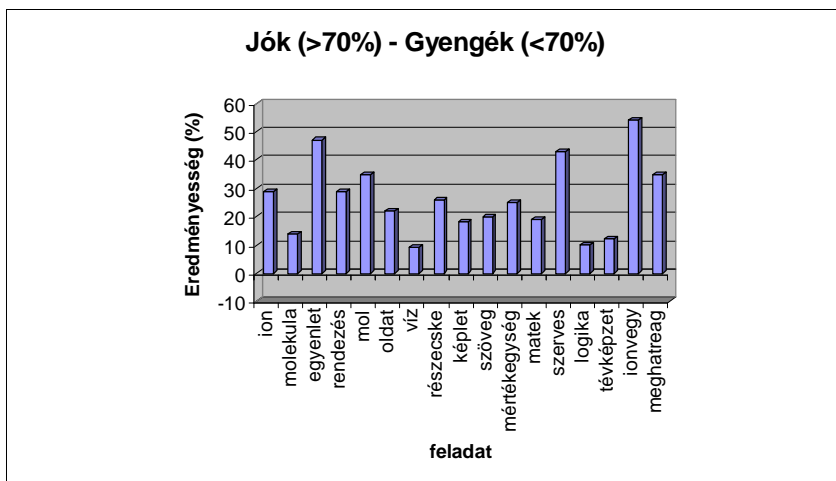
7. ábra. A kémia szakos és a biomérnök-hallgatók feladatonkénti teljesítményének összehasonlítása

A vegyészmérnök-hallgatók – a kémia szakos hallgatókhoz hasonlóan – elsősorban a 3., 13. és K-1. feladatokban múlták felül a biomérnök-hallgatókat. Ugyanakkor a biomérnök-hallgatók egy kicsivel jobb teljesítményt nyújtottak az extenzív és intenzív mennyiségek ismeretében (7. feladat), mint a vegyészmérnök-hallgatók (8. ábra).



8. ábra. A vegyészmérnök- és a biomérnök-hallgatók feladatonkénti teljesítményének összehasonlítása

Érdekes összehasonlítani a kritériumszintet (70%-os) elért és a kritériumszint alatti hallgatók feladatonkénti teljesítményét is (9. ábra). Látható, hogy a „jók” valamennyi feladatban jobban teljesítettek a „gyengék”-nél. Kicsi azonban a különbség a két csoport között az extenzív és intenzív mennyiségek ismeretét mérő feladatban (7. feladat), a logikai feladatban (14. feladat) és a tévképzetekben (15. feladat). Igen jelentős a különbség a „jók” javára az egyenletírásban (3. feladat), a szerves vegyületek funkciós csoportjának ismeretében (13. feladat) és az ionvegyületek képletének szerkesztésében, elnevezésében (K-1. feladat).



9. ábra. A kritériumszintet teljesítő („jók”) és a kritériumszintet nem teljesítő („gyengék”) hallgatók feladatonkénti teljesítményének összehasonlítása

Az egyes feladatok megoldásának tartalmi elemzése túlmutat ezen dolgozat keretein, de jelezzük, hogy az egyik feladat (K-2.) megoldásának részletes értékelését már közöltük a Középiskolai Kémiai Lapokban (Tóth és Radnóti, 2009).

4. Összefoglalás

Az alapképzésüket kezdő egyetemi hallgatók kémiai alapismereteinek felmérésével kapcsolatban a következő fontosabb eredményeket értük el:

1. Megbízható mérőeszközt dolgoztunk ki a kémiai alapismeretek rövid idő alatt (60-90 perc) történő mérésére.

2. Megállapítottuk, hogy a Debreceni Egyetemre felvett kémia BSc-s és vegyészmérnök BSc-s szakos hallgatók kémiai alapismeretei szignifikánsan jobbak a biomérnök BSc-s hallgatókéknál.

3. Kimutattuk, hogy a teszten elért teljesítményt döntően befolyásolja az, hogy a hallgató érettségizett-e kémiából, és ha igen, milyen szinten és milyen eredménnyel. Adataink szerint az emelt szinten jó vagy jeles, és a középszinten jeles eredménnyel érettségizettek szignifikánsan jobb eredményt értek el a többiekhez képest.

4. A teszten elért teljesítmény a felvételi pontszámokkal csak gyenge, illetve közepes korrelációt mutat.

5. A férfiak szignifikánsan jobb kémiai alapismeretekkel kezdik meg egyetemi tanulmányaikat, mint a nők.

6. A kémia és vegyészmérnök-hallgatók, valamint a kritériumszintet teljesítő elsősorban a kémiai egyenletek írásában, rendezésében; a szerves vegyületek funkciós csoportjainak ismeretében; az ionvegyületek képletének szerkesztésében, elnevezésében; valamint a meghatározó reagenssel kapcsolatos számítási feladatok megoldásában eredményesebbek a biomérnök-hallgatóknál, illetve a kritériumszintet nem teljesítőknél.

Mivel a kritériumszintet nem teljesítő hallgatóknak mindössze 40%-a élt azzal a lehetőséggel, hogy a „Felzárkóztató alapismeretek” kurzus keretében pótolja hiányosságait, a továbbiakban lehetőségünk lesz a felzárkóztató kurzus hatékonyságát is megvizsgálni. Ennek eredményéről egy későbbi tanulmányunkban számolunk be.

5. Hivatkozások jegyzéke

Radnóti K. (2009): <http://members.iif.hu/rad8012>.

Tóth Z. és Radnóti K. (2009): Elsőéves BSc-hallgatók sikeressége egy meghatározó reagenssel kapcsolatos számítási feladat megoldásában. Középiskolai Kémiai Lapok, 36, 375-390.

A tanulmány elkészítését az OTKA (T-049379) támogatta.

10. A következő szövegek elolvasása után válaszoljon a kérdésekre! (5 pont)

„Hány mol/dm³-es az a salétromsavoldat, amelyet négyszeres térfogatra hígítva 3,60 tömeg%-os, 1,02 g/cm³ sűrűségű oldat keletkezik?”

Kérdések:

Hány oldatról szól ez a feladat?

3,60 tömeg%-osnál hígabb vagy töményebb a

kérdéses összetételű salétromsavoldat?.....

Tudjuk-e valamelyik oldat térfogatát?.....

„Milyen anyagmennyiségű szén-dioxid ugyanakkora tömegű, mint 2,00 mol metán?”

Tegye ki a relációjeleket (<,>=)!

A szén-dioxid tömege A metán tömege

A szén-dioxid anyagmennyisége A metán anyagmennyisége

11. Válaszolja meg a következő mértékegységváltással kapcsolatos feladatokat! (4 pont)

Mennyi a grammban kifejezett tömege 120 mg mészkőnek?

Mennyi a cm³-ben kifejezett térfogata 2,56 dm³ víznek?

Mennyi a kPa-ban kifejezett nyomása a 0,200 MPa nyomású gáznak?

Egy fagyasztóban a hőmérséklet –15°C. Mennyi a hőmérséklet K-ben?

12. Oldja meg a következő egyenleteket! (5 pont)

$$3(x + 2) = 5 - 2(x - 3) \quad x = \dots\dots\dots$$

$$3x/2 + 8/5 = (2x - 4)/2 \quad x = \dots\dots\dots$$

$$3x^2 = 5 - 2x \quad x_1 = \dots\dots\dots \quad x_2 = \dots\dots\dots$$

$$4x = \lg 0,01 \quad x = \dots\dots\dots$$

13. Írjon példát a következő vegyületekre! Szerkezeti képlettel válaszoljon!

(10 pont)

Alkohol:..... Karbonsav:.....

Észter:..... Éter:.....

Alkén:..... Aldehyd:.....

Keton:..... Alkán:

Amin:..... Amid:

14. Egészítse ki a következő hiányos mondatokat vagy sorozatokat! (7 pont)

C₂H₆ C₄H₁₀ C₈H₁₈

Kalcium + oxigén → kalcium-oxid

..... + → vas-oxid

magnézium + oxigén →

Ha vegyületeiben a C-atom négyvegyértékű, a H-atom egyvegyértékű, az O-atom kétvegyértékű,

- akkor hányféle vegyület képződhet 2 C-atomból, 4 H-atomból és 2 O-atomból?

- akkor hányféleképpen kapcsolódhatnak az atomok egymáshoz a C₂H₆O molekulában?

15. Állapítsa meg a következő állítások igaz vagy hamis voltát! (5 pont)

- Keveréssel elérhetjük, hogy a kávéban több cukor oldódjon fel.

- A kén azért sárga, mert a kénatomok is sárgák.

- A vas rozsdásodásakor csak a vas változik meg.

- Zárt rendszerben végbemenő kémiai reakció során a rendszer tömege változatlan marad.

- A vízmolekulában található hidrogénatomok reakcióképessége eltér a hidrogénmolekulában található hidrogénatomok reakcióképességétől.

K-1. A következő ionok felhasználásával szerkesszen ionvegyületeket a meghatározásoknak megfelelően! Adja meg a képletüket és a nevüket! (10 pont)

Ionok: Mg²⁺, Al³⁺, NH₄⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻

a.) A vegyületben a kationok és az anionok számaránya 1:1, az ionok töltésszáma 1

A vegyület képlete:.....

A vegyület neve:.....

b.) A vegyületben a kationok és az anionok számaránya 1:1, az ionok töltésszáma 2

A vegyület képlete:.....

A vegyület neve:.....

c.) A vegyületben a kationok és az anionok számaránya 1:2

A vegyület képlete:.....

A vegyület neve:.....

d.) A vegyületben a kationok és az anionok számaránya 3:1

A vegyület képlete:.....

A vegyület neve:.....

e.) A vegyületben a kationok és az anionok számaránya 2:3

A vegyület képlete:.....

A vegyület neve:.....

K-2. Hány gramm víz keletkezhet, ha egy 10 g hidrogéngázt és 32 g oxigéngázt tartalmazó gázelegyet meggyújtunk? (2 pont)