

Dr. Körtvélyessy Gyula

A vegyi anyagok új kezelési előírása: a REACH

Bevezetés

A kémia számunkra valamilyen varázslatos dolog. Ritkán fogalmazzuk meg azonban, hogy mi is ennek az oka. Az elmúlt négy évben sokat foglalkoztam az Európában karácsonyi ajándékként elfogadott és az idén nyáron életbe lépő új vegyi anyag rendelettel, a REACH-csel. Bármily furcsa, de ennek kapcsán – talán egy kicsit későn, ha azt nézem, hogy 50 éve érdekel a kémia – fogalmaztam meg a kémia célját.

A varázst az adja, hogy az atomok különféle összekapcsolódásaival nagyon eltérő tulajdonságokat tudunk adni a kapott terméknek. Az összekapcsolás atomi méretben indul, pl. a hidrogén kötődik az oxigénhez. Egy vízmolekula még semmi csodára nem képes, de benne rejtve hihetetlen változatosság bontakozhat ki. Ahogy néhány ezer, millió, vagy trillió darab összekapcsolódik csodálatos színes látvány jön létre a légkörben: felhő, köd, szivárvány és mindegyik milyen sokféle [1]. Ugyanez igaz a fémekre is és ott már tudatos emberi törekvések eredményeit használjuk nap, mint nap: nanoméretben az alumíniumhártya megakadályozza a tejfölből a víz tárolás közbeni elpárolgását, vagy visszatükrözi a tükörben az arcunkat. De más fémekkel keverve csodálatosan erős és könnyű szerkezeteket tudunk létrehozni, mondjuk egy repülőhöz.

A fejlesztők szénből, hidrogénből, nitrogénből, oxigénből és egy-egy más atomból, igen gyakran kénből, megint először atomi méretben, olyan molekulákat tudnak létrehozni, melyek valamilyen tulajdonsággal bírnak, valamilyen hatást hordoznak. Elpusztítják a baktériumokat, a gyomnövényeket, a rovarokat, vagy segítenek az élő szervezeteknek a betegségek leküzdésében.

Mindegyik előnyös hatás mellett a molekula, vagy a szerkezet, hordoz előnytelen, vagy káros hatást is. Az alufóliával bevont tejfölsz poharat nehéz újra hasznosítani, hiszen sem a alumíniumgyártásban nem kell a műanyag, sem fordítva: a műanyagfeldolgozás sem tud mit kezdeni fémfóliadarabokkal a megömlött polimerben. Minden, valamilyen előnyös biológiai hatást hordozó molekulának szükségszerűen van előnytelen hatása. Ha máskor nem, akkor, ha túlادagoljuk. Már Paracelsus (1493-

1541) megmondta: „Minden anyag mérge, nincs olyan, amelyik ne lenne az. A helyes adagolás különbözteti meg a mérget a gyógyszertől”

Igaz ez minden más előnyös hatásra is: enni kell és jó, de a túl sok elhízást okoz. Jó, hogy télen fűthetünk, de az emberiség egyik nagy gondja a légkörben felszaporodó szén-dioxid. A freonoknál stabilabb és kevésbé mérgező hajtógázt nem talált eddig az emberiség, nem véletlen, hogy bizonyos gyógyszereknél még most is engedélyezett a használatuk, de károsan gyorsítják a Földet védő ózonréteg elbomlását.

A kristályos szilícium-dioxidot nagyon élvezzük a tengerparton, amíg a szemcsemérete a megfelelő tartományban van és nem is jelent veszélyt. Keménységénél fogva kitűnően lenne hasznosítható nanoméretű részecskék formájában is, de a tüdőbe kerülve ekkor rákot okoz. Minden új méret, minden új molekula előnyös hatása mellett szükségszerűen hordoz valamilyen veszélyt is. Az a feladat, hogy megvizsgáljuk: tudjuk-e úgy használni, hogy a veszélyből fakadó kockázatot összehasonlítva az előnyökkel, a mérleg pozitív legyen. Így van ez más, nem kémikusok által létrehozott dolgokkal is: az autó, a sütő, a csavarhúzó veszélyes, megfelelően kell használnunk azokat.

Ahhoz, hogy pontosan tudjunk fogalmazni, meg kell különböztetnünk a dolgok *veszélyességét*, mely azoknak a belső, objektív sajátossága, a használatuk *kockázatától*, mely a felhasználás módjától, körülményeitől és magától a felhasználótól is függ. Mindkét fogalom objektíven mérhető. Az autónál ilyenek a töréstesztek, a fékerő. Hatalmas a verseny az kevésbé veszélyes autók létrehozására. De jeges úton, ittas és gyakorlatlan vezetővel a baleset kockázata (és ebben nyilván benne van annak következménye is) elfogadhatatlanul nagy még a kevésbé veszélyes modern autókkal is. Ugyanez érvényes a vegyi anyagokra is: a benzin, mint anyag veszélyessége objektív adatokban meghatározható és ezek függetlenek a felhasználás körülményeitől. A mérgező hatást LD50-ben, a tűzveszélyt a lobbanásponttal, a bőriritációt szabványos teszten mérhetjük. Ezek alkalmasak egyes anyagok veszélyességének objektív összehasonlítására is. De statisztikai adatok szerint nagyobb a kockázata annak, tehát egy év alatt több halálos baleset következik be, ha egy liter benzint otthon tartunk, és zsírfoltokat távolítunk el vele, mintha évi millió tonnából etilént vagy propilént gyártunk a Tiszai Vegyi Kombinátban.

A vegyi anyagok szabályozása

Amint egy kisgyermek is csak az idő folyamán jön rá, hogy vannak a környezetében veszélyes dolgok, az emberiség is így volt a veszélyes

anyagokkal. 1967-ben jelent meg az Európai Unióban az első szabályozás a vegyi anyagokról. Ez meghatározta, hogy milyen tulajdonságait kell megvizsgálni az új anyagoknak ahhoz, hogy forgalomba lehessen azokat hozni. A már a piacon lévő, régi anyagokra úgy rendelkeztek, hogy 1981 szeptember 18-i fordulónappal minden gyártónak és importálónak be kellett ezeket jelentenie. Több, mint százezer anyag gyűlt össze. Ezeket összefoglalták az un. EINECS listában, és úgy tekintették, hogy a felhasználásuk kockázata elfogadható. Persze ha bármilyen új veszélyes tulajdonságukra fény derült, vagy kevésbé veszélyes helyettesítőt találtak, akkor az adott használatra azt az anyagot korlátozták vagy betiltották. Tehát akkor, ha valamely felhasználásban a kockázat elfogadhatatlanná vált.

Már lassan tíz éve, hogy egyre tudatosabbá vált, hogy a rendszer nem jó senkinek. Az új anyagok piacra vitele sokkal szigorúbb, mint az USA-ban, vagy Japánban. Ez gátolta az EU innovációt. A régi anyagok kockázatának értékelése pedig lassan haladt, mert ott meg kevés volt a veszélyességükről rendelkezésre álló információ. Gyakran egy-egy korlátozás mögött nem tudományos bizonyítékok, hanem a média által kiválasztott és pellengére állított anyag állt. Számomra mindig kicsit nevetséges és egyidejűleg szomorú volt látni, hogy az európai ember azon retteg, hogy a magára kent sokféle kozmetikumban milyen veszélyes vegyi anyag komponensek vannak, miközben a világ más részén fekáliával szennyezett vízben tudnak csak emberek mosakodni. Cikkek százait olvassuk, apró betűs címkéket böngészünk, hogy milyen adalékanyagok vannak, pl. a romlás elkerülésére, vagy ízfokozásra, az ételeinkben, miközben a világ jelentős részében mások éhen halnak.

REACH, az új szabályozás

Több éves egyeztetés sorozat után 2006 végén elfogadták és 2007. június elsején hatályba lép minden EU országban egyszerre a REACH, a **Registration, Evaluation, Authorization of Chemicals**. A Registration, a regisztráció, azt jelenti, hogy mostantól kezdve nemcsak az új, hanem a már piacon lévő régi anyagokat is regisztráltatni kell ahhoz, hogy továbbra is szabad legyen előállítani azokat ha éves gyártott mennyiségük több, mint 1 tonna. A regisztrálás nemcsak azt jelenti, hogy egy-egy anyagra, pl. a benzinre, a hipóra, vagy a permetrinre, minden gyártó bejelenti a Helsinkiben megalakuló Vegyi Anyag Ügynökségnek, hogy ő a gyártó, hanem azt is, hogy összegyűjti az adott anyagra vonatkozó összes vizsgálatot és tapasztalatot. Természetesen ebben szorosan együtt

kell működniük az azonos anyagot gyártó és importáló cégeknek. Ha kell, együtt elvégeztetik a hiányzó fizikai-kémiai, toxikológiai és ökotoxikológiai vizsgálatokat. Ez tulajdonképpen csak hiánypótlás lenne. Ami ennél sokkal fontosabb, minden gyártónak-importálónak meg kell kérdeznie minden, az adott anyagot használó vevőjét, hogy mire és hogyan használja az adott anyagot. Ez azért fontos, hiszen láttuk, hogy a kockázat nagyon függ a felhasználás módjától. A beérkező információk alapján az anyag gyártójának-importálójának meg kell mondania a felhasználóknak, hogy milyen felhasználásokhoz járul hozzá az adott anyag esetén és milyen körülmények között. Ez az új „kitanítás” a régóta ismert és használt biztonsági adatlapok új mellékletébe kerül majd.

Tehát a REACH bevezetésével a legnagyobb változás az, hogy a gyártókra és a felhasználókra bízák, az ő felelősségük, hogy gondoskodjanak a vegyi anyagok kielégítő kockázatu használatáról. Termékfelelősség eddig is volt, de ez annál többet jelent. Mindenki azt reméli, hogy az eddig gyakran semmitmondó általánosságokat tartalmazó biztonsági adatlapok is megújulnak az REACH bevezetésével.

Az Ügynökségnek és a hatóságoknak az lesz a szerepe, hogy felülvizsgálják a beadott regisztrációs dokumentumokat. Ez a REACH Evaluation (értékelés) fázisa. Független ellenőrzésre, egységes minősítésre nyilvánvalóan szükség van.

Teljesen új a REACH Authorization (engedélyezés) eleme. Azon túlmenően, hogy minden gyártott-importált anyagot újra elővesznek, megvizsgálják, értékelnek, vannak olyan, kiemelten veszélyes anyagok, melyek esetén *minden* felhasználást külön engedélyeztetni kell. Tehát nem elég, hogy a gyártó kijelenti, hogy adott intézkedések betartása mellett az anyag egy adott felhasználása elfogadható kockázattal jár csak. A rákkeltő, szaporodásgátló, mutagén, a környezetben nehezen lebomló vagy ott az élő szervezetekben felhalmozódó és hasonló anyagok esetén a felhasználásokra engedélyt kell kérni. Az Európai Bizottság az engedélyt csak akkor adja ki, ha ezeknek a kiemelten veszélyes anyagoknak az adott felhasználására nincs helyettesítő anyag (pl. a benzolt nehéz lenne helyettesíteni a metilén-difenildiizocianát gyártásban, mely a benzol, nitrobenzol, anilin, metilén-biszanilin, metilén-difenildiizocianát úton halad). Ha van, akkor helyettesítési tervet kell beadni, ha nincs, akkor fejlesztési tervet ilyen helyettesítő kitalálására. Ha nincs helyettesítő anyag, akkor pedig az adott felhasználást kérelmezőnek igazolnia kell, hogy megfelelő intézkedéseket alkalmaz az emberi és a környezeti

kockázatok kezelésére. Ha az intézkedések nem tudják kellően csökkenteni a kockázatokat, még mindig megadható az engedély, ha szociális vagy gazdasági okok indokolják az adott felhasználásban a kiemelten veszélyes anyagok alkalmazását.

Azt, hogy milyen anyagokra és felhasználásokra és milyen határidőig kell az engedélyezést kérni ahhoz, hogy azokat továbbra is lehessen használni, az EU Bizottság határozza meg, a vélemények bekérése után. Nyilvánvalóan nem lehetséges mind a kb. 3000, ide tartozó vegyi anyagra rögtön kijelenteni, hogy csak az engedély megszerzése után lehet azokat az adott helyen használni, mert leállna az élet. Erre egy reális ütemezést alakítanak ki, és azt a REACH XIV. mellékletében közlésezzik.

Van egy olyan szabályozó eszköz, mely továbbra is működik. Ez a már említett korlátozás. Bizonyos felhasználási területeken már eddig is korlátozták a veszélyes vegyi anyagok felhasználását, pl. lakossági felhasználásokban. Különösen elővigyázatosan jártak el eddig is a gyermekjátékokban engedélyezett vegyi anyagok esetén.

Látni kell, hogy a vegyi anyagok szabályozása eddig is és ezután is két vonalon fut. Van az általános előírás, ilyen a REACH, mely elvben minden anyagra és minden felhasználásra vonatkozik. De eddig is és ezután is, lesznek speciális felhasználások, pl. gyógyszer, növényvédő szer, kozmetikum, biocid, stb. melyek különleges és speciális igényekkel lépnek fel az anyagokkal szemben. Éppen ezért ezekre külön és speciális előírások (is) vonatkoznak, igen gyakran külön engedély szükséges az ilyen célú alkalmazásokhoz. Jól ismert ebből a szempontból a gyógyszerek forgalomba hozatalához szükséges, akár 10 évig is tartó és százmillió euróba kerülő engedélyezési folyamat.

Összefoglalás

A REACH 2007-es hatályba lépésével a kémiával foglalkozók az elkövetkező évtizedben egy egészen új szabályozás keretei közé kerülnek. Szinte mindenki számára jelent ez majd valamilyen feladatot, legyen akár vegyi anyag gyártó, készítményeket összekeverő, formulázó szakember, vagy csak olyan valaki, aki a vegyi anyagokat csak felhasználja. Ez utóbbiba pedig mindenki beletartozik, akár tudatosítja, akár nem.

Irodalom

[1] http://homepages.wmich.edu/~korista/atmospheric_optics.pdf

Általános összefoglaló a REACH-ről: www.kortvelyessy.hu

Cikksorozat a Magyar Kémikusok Lapjában 2006. augusztustól kezdve

GONDOLKODÓ



„MIÉRT?” (WHY? WARUM?)

Alkotó szerkesztő: Dr. Róka András

Ebben a rovatban átalatokat is jól ismert jelenségek, vagy otthon is elvégezhető kísérletek magyarázatát várjuk el tőletek. A feladatok megoldásával minden korosztály próbálkozhat, hiszen a jelenséget különböző tudásszinten is lehet értelmezni. Éppen ezért rész megoldásokat is be lehet küldeni! A lényeg az ismeretek mozgósítása, az önálló elképzelés bizonyító erejű kifejtése. A kérdéseket (olykor) szándékosan fogalmazzuk meg a mindennapok nyelvén, hogy – reményünk szerint – minél inkább a lényegre irányítsuk a figyelmet. Jó szórakozást és sikeres munkát kívánunk!

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2007. február 26-ig postára adva:

KÖKÉL „Miért”

ELTE Főiskolai Kémiai Tanszék
Budapest Pf. 32.
1518

1. Egy ásványvizes palackot színültig töltöttem csapvízzel, egy szárazjég (szilárd szén-dioxid) rudacsát helyeztem bele és gyorsan lezártam. Így csak akkora gáztér keletkezett, amennyi vizet a szublimáló szárazjég ennyi idő alatt kiszorított. A szárazjég lesüllyedése után egy ideig nagy buborékokat eregetett. A flakon egyszer csak elkezdett „dagadni”, a víz pedig a felszabaduló apró buborékok sokaságától pezsegni kezdett. Mi történhetett?
Figyelem a kísérletet senkinek ne jusson eszébe elvégezni, mert a palack könnyen felrobbanhat.

2. A klór és a bróm molekulái apolárisak. A jód ráadásul még szilárd is. Valamelyest mégis oldódik a vízben! Milyen a vizes „jódoldat” kémhatása? Miért? Mi történik a jód oldódása közben?

3. Klórgázba, egy kilyukasztott kémcsőben, megolvasztott nátriumot helyezünk. A reakciót fényjelenség kíséri. Mi világít és miért? Milyen (elemi) lépéseken keresztül játszódhat a reakció? (A fény színe – vagy hullámhossza és energiája – megegyezik a „nátrium-lángfestése” során észlelt fényével.)

4. Egy üres konzervdoboz sértetlen lapjára lyukat fúrunk. A lyukat befogva, víz alatt megtöltjük hidrogénnel, vagy „városi gázzal” (metánnal), az asztalra helyezzük, és a lyuk szabaddá válása pillanatában a kiáramló gázt meggyújtjuk. A doboz csak várakozás után robban fel. Miért? Mi minden történik a lyuk szabaddá tételétől?
(Figyelem! Ha valakinek az a merész ötlete támadna, hogy otthon, a gáztűzhely égőfejéből származó gázzal is kipróbálná, kérem ne tegye! Ez a gáz azonnal robban! Miért?)

5. Tudjuk, hogy a kémiai reakciók aktiválási energiát igényelnek. A gépkocsik ólomakkumulátorában szintén kémiai reakció játszódik le. Az akkumulátor mégis működik (hiszen az autó begyújtható vele) akár -20°C -os hidegben is. Miért?

6. Az akkumulátorok fontos tulajdonsága a „kapacitás”, amit „amperóra” vagy „milliamperóra” – egységekben adnak meg. Az ólomakkumulátorok kapacitása 35-75 Ah között változik. A Ni-Cd elem kapacitása lehet 250 mAh, a „Nickel-Metal Hidrid” (NiMH) elemé 750 mAh, míg a mobiltelefonok Li-ion eleme 700 mAh kapacitású.
A mértékegység elemzése (az áramerősség és az idő szorzata) alapján mit jelent az akkumulátorok kapacitása? Mi ennek a kémiai tartalma?

7. Ugyanannyi hidrogént és oxigént kétféleképpen reagáltatunk egymással. Az egyik esetben durránógázként felrobbantjuk. A másik esetben a gázokat külön-külön egy elektrokémiai cella platina elektródjaira vezetve, galvánelemet hozunk létre. Melyik esetben szabadul fel több energia? Melyik esetben tudunk több energiát munkavégzésre fordítani? Miért?

Feladatok kezdőknek

Alkotó szerkesztő: Dr. Igaz Sarolta

Megoldások

K56. (Petri László megoldása)

Az ismeretlen vegyület képlete MeBr_x

$$20/M(\text{Me}) = 100/[M(\text{Me}) + 80x]$$

$$M(\text{Me}) = 20x$$

Ha $x = 1$, akkor a fém moláris tömege 20 gramm/mól, de nincs ilyen fém

Ha $x = 2$, akkor a fém moláris tömege 40 gramm/mól, ez a kalcium.

Ha $x = 3$, akkor a fém moláris tömege 60 gramm/mól, de nincs ilyen fém

Mivel kémiai tartalma csak az $x = 2$ -nek van, így a keresett vegyület a CaBr_2 .

K57. (Lővei Péter megoldása)

Az ismeretlen x vegyértékű fém foszfátjának képlete : $\text{Me}_3(\text{PO}_4)_x$.

Moláris tömege: $3M(\text{Me}) + 95x$

$$[3M(\text{Me}) + 95x]0,2 = 31x$$

$$M(\text{Me}) = 20x$$

Ha $x = 1$, akkor a fém moláris tömege 20 gramm/mól, de nincs ilyen fém

Ha $x = 2$, akkor a fém moláris tömege 40 gramm/mól, ez a kalcium.

Ha $x = 3$, akkor a fém moláris tömege 60 gramm/mól, de nincs ilyen fém

Mivel kémiai tartalma csak az $x = 2$ van, így a keresett vegyület a $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

K58. (Bali Krisztina megoldása)

$$m_H : m_N : m_O = 1 : 7 : 12$$

$$n_H : n_N : n_O = 1 : 0,5 : 0,75 = 4 : 2 : 3$$

A vegyület képlete: NH_4NO_3 , neve ammónium-nitrát.

K59. (Heiner Vivien megoldása)

A vegyületben a kén tömege megegyezik az oxigén tömegével, ezért az oxigén atomok száma kétszer nagyobb, mint a kén atomok száma.

Ha vegyület 1 nitrogént tartalmaz, akkor a moláris tömege: $14 \times 100 / 11,57 = 121$ gramm/mól

Továbbá $14/2 = 7$ gramm hidrogént tartalmaz a vegyület.

Ebből következik, hogy a molekula 7 hidrogén atomot, 1 kén atomot, 2 oxigén atomot tartalmaz az 1 nitrogén atom mellett.

A vegyület biztos, hogy tartalmaz szenet: $121 - (7 + 32 + 2 \times 16 + 14) = 36$ gramm, amely 3 mól.

A vegyület képlete: $\text{H}_2\text{N-CH}(\text{CH}_2\text{SH})\text{-COOH}$, azaz a cisztein a keresett vegyület.

K60. (Berta Máté megoldása)

100 gramm vegyület összetétele:

higany 71,49 gramm, azaz 0,36 mól

oxigén 22,81 gramm, azaz 1,43 mól

hidrogén 0,713 gramm, azaz 0,713 mól

ismeretlen 4,987 gramm x mól

$$n_{\text{Hg}} : n_{\text{O}} : n_{\text{H}} : n_{\text{ismeretlen}} = 1 : 4 : 2 : y$$

A vegyület moláris tömege: $200,5 / 0,7149 = 280,5$ gramm/mól ha 1 higany atomot tartalmaz.

Az ismeretlen elem tömege: $280,5 - (200,5 + 4 \times 16 + 2 \times 1) = 14$ gramm

Ez az elem a nitrogén.

A keresett vegyület a higany(I)-nitrát, azaz a $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

Feladatok

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2007. február 26-ig postára adva:

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

Commitment Pedagógiai Szakmai Szolgáltató Kht.

Budapest

Pozsonyi út. 50.

1133

K61. Egy X vegyületből –vízzel– két különböző koncentrációjú oldatot készítünk. Az egyik oldat a tömeg %-ának számértéke megegyezik a másik oldat mol %-ban kifejezett számértékével.

Ha az oldatokat 1:2 arányban összeöntjük 8,254 tömeg %-os, ha 2:1 arányban öntjük össze őket 6,508 tömeg %-os oldatot kapunk.

Mekkora X vegyület moláris tömege?

(Tóth Judit)

K62. Azonos tömegű vízmentes kalcium-nitrátból, kristályvizes kalcium-nitrátból és vízből melegen oldatot készítünk. (Valamennyi só feloldódott). A keletkezett oldat 12,48 mol % os kalcium-nitrátra nézve.

Hány vízzel kristályosodik a kalcium-nitrát?

(Tóth Judit)

K63. 100g 17,0 tömeg %-os ezüst nitrátot öntünk 100 g sósavba. Eközben az eredeti sósav tömeg %-os koncentrációja harmadára csökkent.

Milyen volt az eredeti sósav tömeg %-os összetétele.

(Tóth Judit)

K64. Van egy ismeretlen koncentrációjú sósav és nátrium-hidroxid oldatunk.

Ha az oldatokat 1:3 arányban összeöntjük 3,656 tömeg %-os ha 2:1 arányban öntjük össze őket 7,312 tömeg %-os oldatot kapunk a keletkező sóra nézve.

Adja meg a kiindulási oldatok tömeg %-os összetételét!

(Dr. Igaz Sarolta)

K65. Magnéziumot oldottunk sósavban. A keletkezett oldat 3,50 tömeg %-os hidrogén-kloridra és 18,25 tömeg % magnézium-kloridra nézve.

Milyen tömeg %-os magnéziumot oldottunk? Mekkora tömegű volt és milyen tömeg %-os a z oldáshoz felhasznált sósav.

(Dr. Igaz Sarolta)

A pontverseny állása

Név, osztály	Iskola	Kémia tanár	Feladatok pontszáma					Σ*	Σ*	Σ*	Σ*	Össz: **
			56	57	58	59	60	2 f	1f	3f	4f	
Antics Éva, 9.b	Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg	Halmi László							40			40
Bali Krisztina 9.a	Jedlik Anyos Gimnázium, Budapest.	Elekne Becz Beatrix	10	10	10	9	10	49	34			83
Bálint Sára 9. a	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókay Szilveszter	10	10	8	5	10	43	31			74
Benda Zsuzsanna 9. a	Jedlik Anyos Gimnázium, Budapest	Elekne Becz Beatrix	10	10	10	9	10	49	46			95
Berta Máté 8. b	Eötvös József Gimn. Budapest.	Dancsó Éva	10	10	10	10	10	50	37			87
Borza Ágnes, 8.a	Eötvös József Gimn. Budapest	Dancsó Éva	10	10	10	9	10	49	50			99
Csiszár Orsolya 9. h	Földes Ferenc Gimn., Miskolc,	Medve Judit	10	10	9	10	10	49	47			96
Dabóczi Mátyás 9. e	Vörösmarty Mihály Gimnázium, ?	?	10	10	10	10	10	50				50
Dénes László 8.	Eötvös József Gimn.1053 Budapest	Dancsó Éva	1	10	10			21	27			48

Név, osztály	Iskola	Kémia tanár	Feladatok pontszáma					Σ*	Σ*	Σ*	Σ*	Össz: **
			56	57	58	59	60	2 f	1f	3f	4f	
Dénes Péter 10/a	Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest	Dr. Varga Márta	10	10	10	10	10	50	50			50
Dűh Adrienn, 9.b	Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg	Halmi László							30			30
Heiner Vivien 9. b	Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg	Halmi László	10	10	10	10	7	47	41			88
Hursán Dorottya, 9.	SZTE Ságvári Endre Gyak.Gimn.,Szeged	Blázsikné Karácsony Lenke	10	10	10	10	10	50	46			96
Kisvári Béla 8. b	Eötvös József Gimn. Budapest	Dancsó Éva	10	10	6	10	10	46	40			86
Körmöczy László 9.	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter	10	10	10	10	10	50	49			99
Libertinyi Nikolett 9.	Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest	?							38			38
Lővei Péter 9	Árpád Gimnázium, Budapest	Tóth Judit	10	10	10	5	7	42	26			68
Mayer Csilla, 9.	Kempelen Farkas Gimn., Budapest	Sebő Péter	10	10	10	10	10	50	48			98
Molnár Géza 9. a	Bethlen Gábor Református Gimn., Hódmezővásárhely	Szép Ilona Tünde	10	10	10	10	10	50	45			95

Név, osztály	Iskola	Kémia tanár	Feladatok pontszáma					Σ*	Σ*	Σ*	Σ*	Össz: **
			56	57	58	59	60	2 f	1f	3f	4f	
Nagy Ádám 10. d	Bethlen Gábor Református Gimn., Hódmezővásárhely	Szép Ilona Tünde	10	10	10	10	10	50	48			98
Petri László, 9.a	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter	10	10	10	10	10	50	37			87
Sebő Anna 8. e	Csokonai Vitéz Mihály Ált. Isk., Bicske.	Bagdi Ágnes	10	3	10	10	10	43	50			93
Szécsi Gábor	Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest	Dr. Varga Márta	0	2	9	2	10	23				23
Takács Gergely 10.c	Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest	Dr. Varga Márta	10	10	10	10	10	50				50
Tóth Anikó, 10 d.	Bethlen Gábor Református Gimn., Hódmezővásárhely	Szép Ilona Tünde, Fehérné Kis Gabriella	10	10	9	10	10	49	47			96
Vitay Dóra	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter	10	6	10	10	10	46	46			92
Vörös Tamás, 10.	Apáczai Csere János Gyak. Gimn., Budapest	Villányi Attila	10	10	10	10	10	50	50			100

* az előző forduló pontszáma

** az eddigi összesített pontszám

Gratulálunk a sok szép feladatmegoldáshoz! Mindenkinek további jó versenyzést kívánunk:

Igaz Sarolta és Tóth Judit

Feladatok haladóknak

Alkotó szerkesztő: Magyarfalvi Gábor

Megoldások

H51. Az égés után visszamaradó gázelegy biztosan tartalmaz:

- nitrogént, mivel az az égés során nem reagált
- és oxigént, mivel az az égés során feleslegben volt

Mivel a gázelegy kétkomponensű, ezért több összetevőt nem tartalmaz.

I. gondolatmenet:

Tegyük fel, hogy eredetileg 100 mol levegő volt. Ez tartalmazott 21 mol oxigént és 79 mol nitrogént.

Így tömege $21 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} + 79 \text{ mol} \cdot 28 \text{ g/mol} = 2884 \text{ g}$, átlagos moláris tömege $28,84 \text{ g/mol}$.

Az ismeretlen vegyület tömege tehát $2884/5 = 576,8 \text{ g}$.

A kiindulási- és végállapot megegyezik, ezért a két gázelegy sűrűségaránya egyenlő átlagos moláris tömegeik arányával. Ezért a visszamaradó gázelegy átlagos moláris tömege $28,84 \text{ g/mol} \cdot 0,975 = 28,119 \text{ g/mol}$. Ha az oxigén móltörtje x és a nitrogéné $(1-x)$, akkor:

$$x \cdot 32 + (1-x) \cdot 28 = 28,119$$

Innen $x = 0,02975$.

A feladat szövege szerint ennek a gázelegynek az anyagszáma szintén 100 mol, benne 2,975 mol oxigén és 97,025 mol nitrogén található. Tehát $97,025 - 79 = 18,025 \text{ mol}$ nitrogén keletkezett az égés során. Ennek tömege $18,025 \text{ mol} \cdot 28 \text{ g/mol} = 504,7 \text{ g}$.

Az égés során elhasznált oxigén anyagszáma $21 - 2,975 = 18,025 \text{ mol}$. Ez négyszer ennyi hidrogén égéséhez elegendő, tehát $72,1 \text{ mol}$ hidrogént tartalmazott a kiindulási vegyület, aminek tömege $72,1 \text{ g}$.

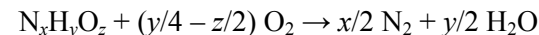
A nitrogén és hidrogén össztömege $504,7 \text{ g} + 72,1 \text{ g} = 576,8 \text{ g}$. A vegyület tehát csak nitrogént és hidrogént tartalmazott, méghozzá 1:2 mólarányban.

A vegyület összegképlete $(\text{NH}_2)_n$.

II. gondolatmenet:

A vegyület nitrogént, hidrogént és oxigént tartalmazhat, mivel az égés során víz és nitrogén keletkezett.

Legyen összegképlete $\text{N}_x\text{H}_y\text{O}_z$, égésének egyenlete pedig:



Induljunk ki 1 mol vegyületből, ennek tömege $14x + y + 16z$ gramm, a levegő tömege tehát $70x + 5y + 80z$ gramm.

A nitrogén és oxigén össz-anyagszáma $(y/4 - z/2)$ móllal nőtt, és $x/2$ móllal csökkent. Mivel a levegő és a nitrogén-oxigén elegy térfogata megegyezik, ezért:

$$x/2 = y/4 - z/2 \rightarrow y = 2 \cdot (x + z)$$

Mivel a végtérfogatok megegyeznek, a sűrűségek aránya egyenlő a tömegek arányával. Ez azt jelenti, hogy a nitrogén-oxigén elegy tömegének változása megegyezik az eredeti levegő tömegének 2,5%-ával, azaz:

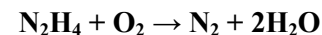
$$[-32 \cdot (y/4 - z/2) + 28x/2] / (70x + 5y + 14z) = -2,5/100$$

Innen, az előző egyenlet fölhasználásával:

$$-2x / (80x + 24z) = -1/40.$$

Innen $z = 0$. A vegyület nem tartalmaz oxigént és $y = 2x$, vagyis összegképlete $(\text{NH}_2)_n$.

Mivel a nitrogén hidrogénvegyületeiben három vegyértékű, ezért a szóbanforgó vegyület a **hidrazin** (N_2H_4). Égésének egyenlete:



Megjegyzés: A legtöbben eljutottak a helyes végeredményhez, a problémák a megoldás módjával voltak. Nagyon sokan ugyanis úgy számoltak, mint azoknál a feladatoknál, amelyekben szerves vegyületek összegképletét kell meghatározni égetési adatok segítségével. Ez akkor volt probléma, ha nem vették figyelembe, hogy a vegyület oxigént is tartalmazhat, és az N_aH_b összegképlettel számoltak. Ehhez viszont túl sok volt a megadott információ. Ha a gondolatmenet során nem vált nyilvánvalóvá, hogy oxigén nincs az anyagban (ld. I. gondolatmenet), akkor az ilyen megoldásokat nem tekintettem teljes értékűnek.

Komáromy Dávid

H52. A 20°C-on telített ammónium-jodid oldat 63,37 %-os, míg 50°C-on 66,62 %-os NH_4I -ra nézve. Vegyünk m gramm ammónium-jodidot, ebből készítsünk 50°C-os telített oldatot. Ennek tömege: $m/0,6662 \text{ g} = 1,501 \cdot m$ gramm. Ezt az oldatot 20°C-ra hűtve x gramm NH_4I válik ki:

$$m = x + (1,501 \cdot m - x) \cdot 0,6337$$

Az egyenlet megoldása: $x = 0,1332 \cdot m$ gramm, tehát a kiindulási ammónium-jodid mennyiség 13,32 %-a kristályosodott ki és 86,68 %-a oldatban maradt. Tehát minden lépésben az oldatban lévő ammónium-jodid 86,68 %-a továbbra is oldatban marad, így az N -dik lépésben oldatban maradt NH_4I mennyiség: $100 \cdot 0,8668^N$, mivel 100,0 g sóból indultunk ki. A cél, hogy 20 grammnál kevesebb ammónium-jodid maradjon az oldatban, azaz $100,0 \cdot 0,8668^N < 20,0$. Ennek megoldása: $N > 11,25$, azaz legalább 12 átkristályosítás szükséges.

További kérdés volt az N -dik frakció tömege. Az $(N-1)$ -dik lépésnél az oldatban $100 \cdot 0,8668^{N-1}$ gramm NH_4I van, a következő lépésben ennek 13,32 %-a fog kikristályosodni: $0,1332 \cdot 100 \cdot 0,8668^{N-1}$, azaz $13,32 \cdot 0,8668^{N-1}$ gramm az N -dik frakció tömege, mely $N=12$ esetén 2,76 gramm.

A beérkezett feladatmegoldások közt szép számban voltak átgondolt, precíz megoldások. Sokan azonban azt a módszert választották, hogy $N=1$ -től minden lépésben kiszámították a keletkező frakció tömegét, mivel nem vették észre, hogyan lehetne egy egyszerű kifejezéssel felírni a kiváló, illetve az oldatban maradó anyag tömegét. Sajnos több beküldő elfelejtette a feladat második kérdését megválaszolni.

Benkő Zoltán

H53.

a) A töltésegyenleg:

$$2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{OH}^-] = 2[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Na}^+] + 2[\text{Mg}^{2+}] + [\text{H}^+] = 10^{-3} \cdot (2 \cdot 63/40 + 21/23 + 2 \cdot 26/24) = 6,23 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Első közelítésben elhanyagoljuk a hidrogén- és hidroxidion koncentrációt. A karbonátióra felírva az anyagmennyiség egyenlegét ($M_{\text{hidr.karb.}} = 61 \text{ g/mol}$)

$$[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{H}_2\text{CO}_3] = 0,4/61 = 6,56 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{Azaz } 6,56 \cdot 10^{-3} = [\text{CO}_3^{2-}] (1 + [\text{H}^+]/K_2 + [\text{H}^+]^2/(K_1 K_2)),$$

$$\text{tehát } [\text{CO}_3^{2-}] = (6,56 \cdot 10^{-3}) / (1 + [\text{H}^+]/K_2 + [\text{H}^+]^2/(K_1 K_2))$$

Hasonlóan:

$$2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] = [\text{CO}_3^{2-}] (2 + [\text{H}^+]/K_2) = 6,56 \cdot 10^{-3} (2 + [\text{H}^+]/K_2) / (1 + [\text{H}^+]/K_2 + [\text{H}^+]^2/(K_1 K_2))$$

$$\text{Azaz } 6,23 = 6,56 (2 + [\text{H}^+]/K_2) / (1 + [\text{H}^+]/K_2 + [\text{H}^+]^2/(K_1 K_2))$$

$$\text{Innen } [\text{H}^+] = 2,63 \cdot 10^{-8} \text{ M, azaz pH} = 7,6 \text{ (7,58).}$$

$$\text{a) pH} = 7,4 \text{ esetén } 1 + [\text{H}^+]/K_2 + [\text{H}^+]^2/(K_1 K_2) = 907,2.$$

$$\text{Ezért } [\text{CO}_3^{2-}] = (6,56 \cdot 10^{-3}) / (1 + [\text{H}^+]/K_2 + [\text{H}^+]^2/(K_1 K_2)) = 7,23 \cdot 10^{-6} \text{ M.}$$

$$\text{Innen } [\text{HCO}_3^-] = [\text{CO}_3^{2-}] [\text{H}^+]/K_2 = 6,00 \cdot 10^{-3}$$

A kationok össztöltése $6,23 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, az anionoké $2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] = 6,01 \cdot 10^{-3} \text{ M}$. A maradék anionok töltése $2,20 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, tömegük $520 \cdot (63 + 21 + 26 + 400) = 10 \text{ mg}$.

Az anionok töltésükkel szorzott moláris tömege pedig $10 \text{ mg} / 0,22 \text{ mmol} = 45,4 \text{ g/mol}$, ami vésszesen közel van a nitrition 46 g/mol -os moláris tömegéhez, annak ellenére, hogy a gyártó ez ellen hevesen tiltakozik.

Az ásványvizek persze inkább klorid-, és szulfátiót szoktak tartalmazni, pl. ha $x \text{ mM}$ klorid-, és $y \text{ mM}$ szulfátiót tartalmaz az ásványvíz, akkor:

$$35,5x + 96y = 10$$

$$x + 2y = 0,22$$

$$\text{Innen } y = 0,0876 \text{ mM és } x = 0,132 \text{ mM, azaz } 8,4 \text{ mg/l szulfátió és } 4,7 \text{ mg/l kloridion.}$$

Megjegyzések:

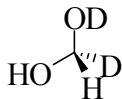
- A karbonátiók mennyisége az a) részben valóban elhanyagolható, ennek oka azonban nem csak az – ahogyan sokan írták –, hogy a szénsav második savállandója kicsi, hanem az oldat pH-ja is (elég magas pH-n ugyanis már a karbonátió is nagymértékben deprotonálódik.).
- Ezen kívül indokolták még az elhanyagolást azzal is, hogy a karbonátió nagyobb pH-ja esetén leválna a kalcium-karbonát csapadék. Egyébként, ha az a) rész alapján kiszámítjuk, a két ion koncentrációjának szorzata nagyobb az oldhatósági szorzatnál:

$$[\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 1,58 \cdot 10^{-3} \text{ M} \cdot 1,13 \cdot 10^{-5} \text{ M} = 1,79 \cdot 10^{-8} \text{ M}^2 > L = 8,9 \cdot 10^{-9} \text{ M}^2.$$

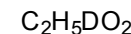
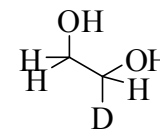
- Ha viszont ezt az elhanyagolást megtesszük, akkor a számolás nagymértékben egyszerűsödik. A töltésegyenleg a $[\text{HCO}_3^-] = 6,23 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, az anyagmérleg a $[\text{HCO}_3^-] + [\text{H}_2\text{CO}_3] = 6,56 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ egyenletre egyszerűsödik. Innen a hidrogénkarbonát- és a szénasavmolekulák koncentrációja, majd az első savállandó alapján a hidrogénionok koncentrációja is kiszámítható. Ezt az utat követte *Visnyai Krisztina* (Tóth Árpád Gimnázium, 10.o.), *Kovács Bertalan* (Németh László Gimnázium, 11.o.), *Klencsár Balázs* (Táncsics Mihály Gimnázium, 12.o.) és *Sarka János* (Tóth Árpád Gimnázium, 11.o.)
- Az a) rész végeredménye nagymértékben függ attól, hogy elhanyagoljuk-e a töltésegyenleg felírásakor az oxónium- és hidroxidionkoncentrációt, illetve a karbonátionok mennyiségét. Ezenkívül a megadott adatok is csak két értékes jegy pontossággal voltak felírva, ezért bármely, 7,55 és 7,64 közötti pH-értéket teljes értékű megoldásnak fogadtam el, ha a számolás menete helyes volt.
- A b) résznél csak *Lovas Attila* (ELTE Apáczai Csere János Gyak.Gimn., 12.o.) gondolatai közt merül fel a nitrition. Ő viszont ezt kategorikusan elutasította, és a megoldás további részében az ásványvíz minőségét meghatározó A 65/2004(IV.27) FVM-ESZCSM-GKM együttes rendelet előírásait használta fel... Ennél a résznél minden reális megoldást elfogadtam: a fontos az volt, hogy a megoldásként talált anion ne hidrolizáljon nagyon erősen (pl. PO_4^{3-} ion), hiszen a keletkező ion töltése eltér a hidrolizáló ionétól.

Komáromy Dávid

H54. a) A legkisebb moláris tömegű királis diol egy geminális diol lehet, ami a formaldehid hidrátjának egy deuterált formája, de ez a vegyület nem stabil.



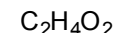
A vicinális diolok közül a legkisebb az etilénlikol, amelynek deuterált változata már királis és ez stabil is.



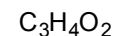
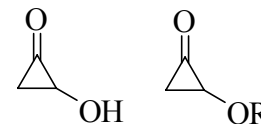
Összességében a feladatnak ez a része sikerült a legrosszabbul, ugyanis nem nagyon gondoltak a beküldők az izotópok okozta aszimmetriára. Ezt a feladatrészt csak *Hetényi Gergely*, *Kovács Hajnal* és *Lovas Attila* oldotta meg hibátlanul. A feladatrész 3 pontot ért.

b) Ez a feladat a fentitől abban tér el, hogy az előre megadott összegképlet nem teszi lehetővé a különböző izotópok használatát.

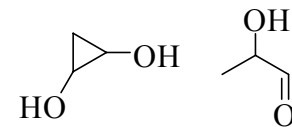
A legkisebb egy 2 szénatomos, gyűrűs félacetál lenne, de ennek csak azon változatai stabilak, amelyeknél a másik hidroxilcsoport is éteresítve van:



A következő királis molekula egy ciklopropán származék, amely oxocsoportot és hidroxilcsoportot is tartalmaz, de ez is csak éteresített -OH-val lenne stabil.

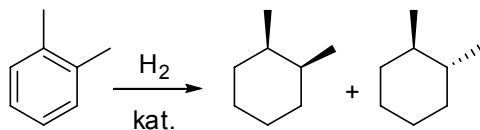


A megoldást azon három szénatomos vegyületek között találjuk, amelyek összegképlete $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$. Ezek közül a következők stabilak és királisak:



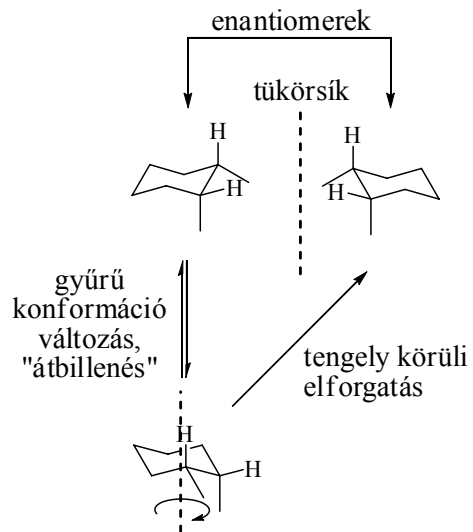
A feladatra hibátlan megoldás esetén 3 pont járt. Azon megoldásokért, amelyek elvileg helyesek, de a vegyületek nem stabilak, 2 pontot adtam. A feladatrésze nagyon sok helyes megoldás érkezett.

c) A következő reakció játszódik le.



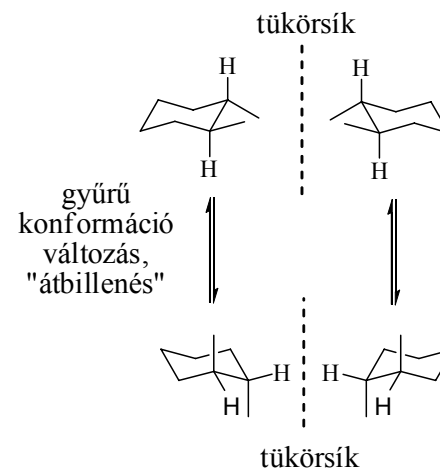
Termékként a *cis*-, és a *trans*-1,2-dimetil-ciklohexánt kapjuk.

A *cis*-vegyületek térszerkezetének és sztereokémiájának vizsgálata:



A legstabilabb konformer a vártnak megfelelően a szék alkatú lesz. Az ábráról is látszik, hogy két enantiomere van a vegyületnek, de ezek konformációs mozgással egymásba átalakulhatnak. Ezek a vegyületek ún. konformációs enantiomerek. Egymástól elkülöníteni őket csak alacsony hőmérsékleten lehet, amikor a konformációs mozgásokhoz szükséges aktiválási energiát nem fedezi a hőmozgásból származó energia.

A *trans*-vegyületek térszerkezetének és sztereokémiájának vizsgálata:



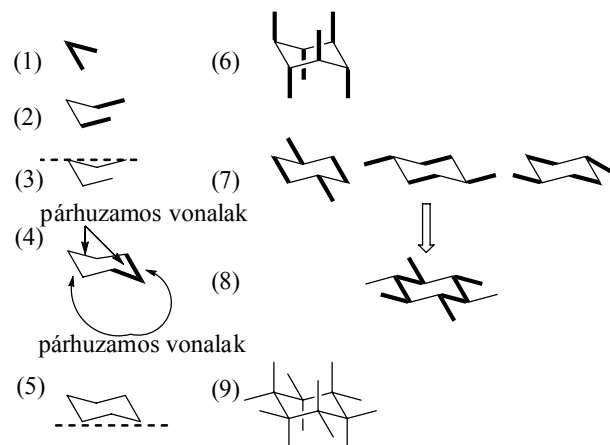
A *trans*-vegyületnek is két enantiomere van, amelyek nem alakulhatnak egymásba konformációs mozgással (kötésfelhasadás nélkül). Ezen konformációk közül azok a kisebb energiájúak, amelyekben a metilcsoportok térállása ekvatoriális.

A feladatrész helyes megoldásáért 4 pont járt. Ezen feladtnál a legtöbb hiba a székkonformerek helyes ábrázolásában volt. Ezért pontlevonás nem járt, de fontos lenne a helyes ábrázolás elsajátítása, ehhez segítségül a következő módszert ajánlom.

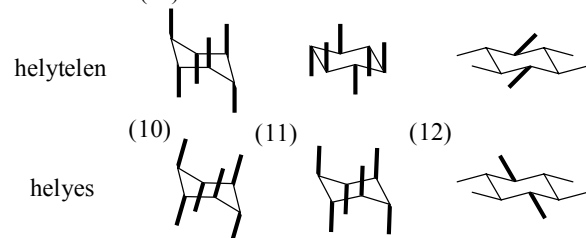
A legkönnyebben úgy járhatunk el, hogy a rajzolást a ciklohexán székkonformációjának egyik végénél kezdjük (1). Ehhez a részhez rajzolunk két párhuzamos, egyenlő hosszúságú vonalat (2). Ezeket a vonalat úgy rajzoljuk, hogy az újonnan húzott vonal felső vége egy vonalban legyen a váz végén lévő csúcsponttal (3). Végül az utolsó két vonalat kell úgy elhelyeznünk, hogy ezek párhuzamosak legyenek az első vonalakkal (4), valamint az alsó pontok egy vonalban legyenek (5).

Ezzel elkészültünk az alapvázal, most a szubsztituenseket kell elhelyeznünk. Azt kell szem előtt tartanunk, hogy a szénatomok körül a ligandumok *tetraéderesen* helyezkednek el (megj.: ne használjuk a sztereokémiában megszokott vastagított és szaggatott vonalakat csak akkor, ha feltétlenül szükségesek)

Először helyezzük el az axiális térállású csoportokat. Mindegyik axiális csoport függőlegesen helyezkedik el a gyűrű síkja felett, illetve alatt (6). Az ekvatoriális szubsztituensek rajzolásánál arra kell ügyelnünk, hogy azok párhuzamosak az alapváz megfelelő C-C kötésével (7, az ábrán a minden vastagított vonal párhuzamos). Az ekvatoriális pozíciók szemléletesen **W** és **M** alakban helyezkednek el (8). Ha így elhelyeztük a szubsztituenseket, akkor elkészültünk a székkalkatú konformer ábrázolásával (9).



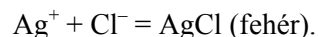
A ciklohexánváz rajzolása közben előforduló tipushibák a következők (azaz, hogyan ne rajzoljuk ezeket a szerkezeteket). Ha az alapváz középső része vízszintes, azaz a váz alsó pontjai nem esnek egy vonalba, akkor az axiális csoportok sem függőlegesek (10). Az alapvázban a legalsó pontok egy vonalba helyezkednek el, az axiális csoportok függőleges helyezkednek el, de rossz pozícióban mutatnak felváltva fel és le (11). Az ekvatoriális csoportok rossz szögben vannak elhelyezve a gyűrűn, nem párhuzamosak, nem **M** és **W** alakban állnak (12).



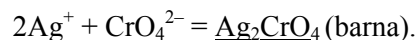
A fenti leírás Jonathan Clayden, Nick Greeves, Stuart Warren, Peter Wothers: *Organic Chemistry*, Oxford University Press, 2004. könyve alapján készült.

A feladat pontátlag 48,3%. Hibátlan megoldást küldött be Lovas Attila.
Varga Szilárd

H55. A titrálás során lejátszódó folyamat egyenlete:



Az indikátor jelzésének egyenlete:



a) $10,00 \text{ cm}^3$ mintában $0,1 \cdot 0,996 \cdot 7,98 = 0,7948 \text{ mmol}$ kloridion van. Az eredeti vízmintában $0,7948 \cdot 50 = 39,74 \text{ mmol}$ volt, azaz $2,3225 \text{ g}$ oldott NaCl volt $11,76 \text{ g}$ vízben. Tehát a tó vizének kloridtartalma nátrium-kloridban kifejezve 19,75 % (m/m).

b) Az ekvivalenciapontban az oldat térfogata $V = 57,98 \text{ cm}^3$. Az ekvivalenciapontban az ezüstion koncentrációja megegyezik a kloridionéval, azaz $[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-]$; $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = [\text{Ag}^+]^2 = L(\text{AgCl})$. Tehát az ezüstion koncentrációja az oldatban az ezüst-klorid oldhatósági szorzatának négyzetgyöke.

A kromátion koncentrációja az ezüstion mennyiségének ismeretében számolható az ezüst-kromát oldhatósági szorzatából:

$$L(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}],$$

$$[\text{CrO}_4^{2-}] = L(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)/L(\text{AgCl}) = 6,22 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3.$$

Azaz a kromát anyagmennyisége $0,3608 \text{ mmol}$, ami $70,06 \text{ mg}$ K_2CrO_4 -al ekvivalens. Ennyi kromátot $100/5000 \cdot 70,06 \text{ cm}^3 = \underline{1,40 \text{ cm}^3}$ 5%-os K_2CrO_4 -oldattal tudunk bevinni a mintába.

c) Ezen a pH-n számolnunk kell a kromátion protonálódásával (K_2) és a dikromátionok keletkezésével (K). Az oldat savanyúsága csökkenti a kromátion koncentrációját, így pozitív hibánk lesz, azaz túltitráljuk a mintát. Nagy valószínűséggel elhanyagolhatjuk az AgCl csapadék visszaoldódását. Vizsgáljuk meg, hogy a kromátionok milyen specieszekben fordulnak elő: $c(\text{Cr}) = [\text{CrO}_4^{2-}] + [\text{HCrO}_4^-] + 2[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]$, ez a krómra vonatkozó anyagmérleg és $c(\text{Cr})$ az összes krómtartalom mol/dm^3 -ben kifejezve ($7,98 \text{ cm}^3$ mérőoldat fogyásnál ez $6,22 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$).

A töltés mérleg felírásával nem érdemes próbálkozni, ugyanis az oldatunk puffertelt pH = 3,00-ra és a vízminta teljes összetételét sem ismerjük, tehát nem tudnánk pontosan felírni ezt az egyenletet.

Helyettesítsük be az állandókat a töltésmérlegbe:

$$c(\text{Cr}) = [\text{CrO}_4^{2-}] + [\text{CrO}_4^{2-}][\text{H}^+]/K_2 + 2K([\text{CrO}_4^{2-}][\text{H}^+]/K_2)^2;$$

ebből a kromátion koncentrációját kifejezve (a másodfokú egyenlet csak egyik gyöke hordoz fizikai tartalmat, $[\text{CrO}_4^{2-}] > 0$):

$$[\text{CrO}_4^{2-}] =$$

$$= \frac{-(1 + [\text{H}^+]/K_2) + ((1 + [\text{H}^+]/K_2)^2 + 8 \cdot c(\text{Cr}) \cdot K \cdot [\text{H}^+]^2/K_2^2)^{0,5}}{(4 \cdot K \cdot [\text{H}^+]^2/K_2^2)}.$$

Az ezüstionok koncentrációja:

$$[\text{Ag}^+] = (L(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)/[\text{CrO}_4^{2-}])^{0,5}.$$

A mérőoldat fogyása a 100%-os titráltság után:

$$V = [\text{Ag}^+] \cdot (57,98 + V) / 0,0996.$$

Az összes krómtartalom ebben az oldatban:

$$c(\text{Cr}) = 6,22 \cdot 10^{-3} \cdot 57,98 / (57,98 + V).$$

A keresett eredményünk, a százalékos titráltság $(100 + V/7,98 \cdot 100)\%$.

A fenti négy egyenletről álló egyenletrendszer egyszerűen nem oldható meg.

Tegyük fel, hogy az ekvivalenciapont után nem sokkal jelez az indikátor. Tehát a hígulás elhanyagolható, így marad $c(\text{Cr}) = 6,22 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ az összes krómtartalom. A másodfokú egyenletet megoldva $[\text{CrO}_4^{2-}] = 1,51 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$. Ebből az $[\text{Ag}^+] = 8,61 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$, az ekvivalenciapont után fogyott mérőoldat térfogata $V = 0,51 \text{ cm}^3$. Tehát $\text{pH}=3,00$ esetén az indikátor 106%-os titráltságnál jelez.

Ha nem akarunk közelítést alkalmazni, akkor numerikusan is megoldható a feladat az ún. iterációs eljárással. Ez a megoldási mód segítségünkre lehet sokad fokú egyenletek megoldásában, illetve analitikusan nem megoldható egyenletek, egyenletrendszerek gyökeinek meghatározásában is. Az iterációs eljárások közül a legegyszerűbben alkalmazható a szukcesszív approximáció (sorozatos közelítés).

Első lépésben hozzuk az egyenletet $x = \varphi(x)$ alakra. Valamilyen közelítésből, becslésből származó x_0 érténél kiszámoljuk $\varphi(x)$ értékét, így megkapjuk az $x_1 = \varphi(x_0)$. A következő lépésben x_1 helyen határozzuk meg a függvény értékét és így tovább. Tehát az egyenlet gyökének meghatározásához az x_n sorozat tagjait határozzuk meg a következő egyenlet alapján: $x_{n+1} = \varphi(x_n)$, ahol $n = 0, 1, 2, \dots$

Nézzük a következő két példát:

a) $x^2 = \sin x$, amely egyenlet nem oldható analitikusan, az iterációs eljárás során a következő módon keressük a gyököket:

$$x_{n+1} = (\sin x_n)^{0,5}$$

Az egyik gyök a 0 lesz, másikhoz a grafikus ábrázolás alapján induljunk az $x_0 = 0,87$ -es közelítéssel. Az x_n sorozat tagjai a következők lesznek: 0,8700; 0,8743; 0,8758; 0,8764; 0,8766; 0,8767; 0,8767. Tehát látszik, hogy öt lépésben eljutottunk kellő pontossággal az egyenlet másik gyökéhez.

b) $x^3 - x - 4 = 0$

Iterációs eljárásnál a következő sorozattal keressük a gyököket:

$$x_{n+1} = x_n^3 - 4$$

Az x_0 -t becsljük 2-el. Ekkor a sorozat tagjai nem közelítenek semmilyen értékhez és sajnos más kezdő értéknél sem. Ekkor más alakban keressük a sorozat képzés módját. Esetünkben:

$$x_{n+1} = (x_n + 4)^{1/3}$$

Induljunk $x_0 = 2$ kezdőértékkel. Ekkor a sorozat tagjai: 2,00; 1,82; 1,80; 1,80. Tehát 2 lépésben eljutottunk a keresett gyökhöz.

A leírás és a példák Bronstejn, I. N.; Szemengyajev, K. A.; Musiol, G.; Mühlig, H.: *Matematikai kézikönyv*, Typotex Kiadó Budapest, 2004.; Gáspár Gy. (szerk.): *Műszaki matematika*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1968. könyvek alapján készültek.

A mi esetünkben V -re elvégezve az iterációt $V_0 = 0,00$ kezdőértékkel a következő sorozatot kapjuk 0,00; 0,506; 0,512; 0,512. Tehát 2 lépéssel eljutottunk a pontos eredményhez, ami jól egyezik a fenti közelítéssel.

A feladat a)-része 3 pontot, b)-része 4 pontot, c)-része 3 pontot ért. A pontátlag 63,1% volt. Hibátlan megoldást Kovács Hajnal és Lovas Attila küldött be.

Varga Szilárd

HO-18. A savas disszociációk egyenletei:



A kétértékű sav koncentrációviszonyaira a következő egyenletek írhatók fel:

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{HA}^-]}{[\text{H}_2\text{A}]} \quad K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^{2-}]}{[\text{HA}^-]}$$

A két egyenletről kapjuk:

$$[\text{HA}^-] = [\text{A}^{2-}] \frac{[\text{H}^+]}{K_2} \quad [\text{H}_2\text{A}] = [\text{HA}^-] \frac{[\text{H}^+]}{K_1} = [\text{A}^{2-}] \frac{[\text{H}^+]^2}{K_1 K_2}$$

Új változók bevezetésével egyszerűsítve a kifejezéseket:

$$p_1 = \frac{[\text{H}^+]}{K_1}; \quad p_2 = \frac{[\text{H}^+]}{K_2}; \quad [\text{HA}^-] = [\text{A}^{2-}] p_2; \quad [\text{H}_2\text{A}] = [\text{A}^{2-}] p_1 p_2$$

Az anyagmérleg és a töltésmérleg a következő:

$$C_A = [\text{H}_2\text{A}] + [\text{HA}^-] + [\text{A}^{2-}] = [\text{A}^{2-}] (p_1 p_2 + p_2 + 1) \quad (1)$$

$$[\text{H}^+] = [\text{HA}^-] + 2[\text{A}^{2-}] = [\text{A}^{2-}](2 + p_2) \quad (2)$$

$$[\text{A}^{2-}] = \frac{[\text{H}^+]}{2 + p_2} \quad (3)$$

$[\text{A}^{2-}]$ kifejezését visszaírva az (1) egyenletbe:

$$C_A = [\text{H}^+] \frac{1 + p_2 + p_1 p_2}{2 + p_2} \quad (4)$$

Tehát megkaptuk C_A -t, mint a $[\text{H}^+]$, K_1 és K_2 függvényét. A két egyértékű sav közös oldatában a koncentrációviszonyokra a következő egyenletek érvényesek:

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{B}^-]}{[\text{HB}]} \quad K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{C}^-]}{[\text{HC}]} \quad (5)$$

$$C_B = [\text{HB}] + [\text{B}^-] = [\text{B}^-](1 + p_1) \Rightarrow [\text{B}^-] = \frac{C_B}{1 + p_1} \quad (6)$$

$$C_C = [\text{HC}] + [\text{C}^-] = [\text{C}^-](1 + p_2) \Rightarrow [\text{C}^-] = \frac{C_C}{1 + p_2} \quad (7)$$

$$[\text{H}^+] = [\text{B}^-] + [\text{C}^-] = \frac{C_B}{1 + p_1} + \frac{C_C}{1 + p_2} \quad (8)$$

Még azt is tudjuk, hogy

$$2C_A = C_B + C_C \quad (9)$$

Ezután a (4), (8) és (9) egyenletekből megfelelő átalakításokkal kifejezzük a C_B/C_C arányt. A (8) egyenletből kapjuk:

$$\frac{1}{C_C} [\text{H}^+] = \frac{C_B}{C_C} \frac{1}{1 + p_1} + \frac{1}{1 + p_2} \quad (10)$$

A (9) egyenletből kapjuk:

$$\frac{1}{C_C} = \frac{\frac{C_B}{C_C} + 1}{2C_A} \quad (11)$$

Az egyszerűség kedvéért a továbbiakban a C_B/C_C arány helyett y -t írva, a (10) és (11) egyenletek jobb oldalának egyenlőségét felírva:

$$\frac{y+1}{2C_A} [\text{H}^+] = y \frac{1}{1+p_1} + \frac{1}{1+p_2} \quad (12)$$

Ezt átrendezve kapjuk:

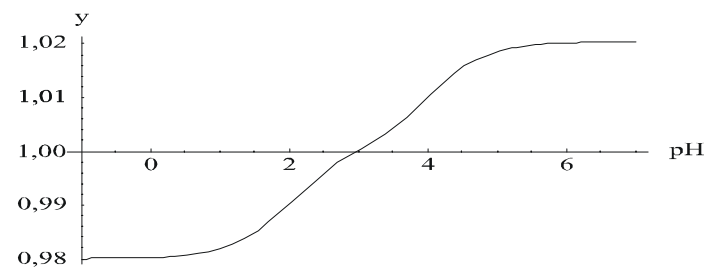
$$y = \frac{C_B}{C_C} = \frac{[\text{H}^+] - \frac{2C_A}{1+p_2}}{\frac{2C_A}{1+p_1} - [\text{H}^+]} \quad (13)$$

Behelyettesítve a C_A kifejezését a (4) egyenletből kapjuk:

$$y = \frac{C_B}{C_C} = \frac{(1+p_1)(p_2^2 + 2p_2 - 2p_1p_2)}{(1+p_2)(p_1p_2 - 2p_1 + p_2)} \quad (14)$$

$$y = \frac{([\text{H}^+] + K_1)([\text{H}^+]K_1 - 2[\text{H}^+]K_2 + K_1K_2)}{([\text{H}^+] + K_2)K_1([\text{H}^+] + K_1 - 2K_2)} \quad (15)$$

Például $K_1 = 0,01 \text{ mol/dm}^3$, $K_2 = 0,0001 \text{ mol/dm}^3$ esetén ez az arány a következőképpen alakul a pH függvényében:



Az ábrán is látszik, de általános esetben is igaz, hogy a két sav koncentrációaránya akkor lesz éppen 1, ha a $[\text{H}^+]$ a két savorösségi állandó mértani közepe ($[\text{H}^+]^2 = K_1 \cdot K_2$), ez a (15) egyenlet alapján is

kiderül. Ekkor a kétértékű sav bemérési koncentrációja megegyezik a $[H^+]$ -val (Ld. (4) egyenlet).

Az arány 1-től nem távolodik el nagyon. A (15) egyenletet megvizsgálva kiderül, hogy adott K -k mellett a nagy savkoncentráció vagy kis pH esetén a minimális érték $1-2 K_2/K_1$, kis savkoncentráció vagy semlegeshez közelítő pH esetén épp ennek a reciproka.

A legtöbb kétértékű sav esetén a két disszociációállandó legalább 3 nagyságrenddel eltér, ezért ilyenkor a keresett arány egész jó közelítéssel 1-nek vehető, azaz a második disszociáció nem befolyásolja érdemben a pH-t.

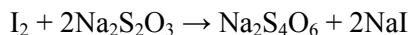
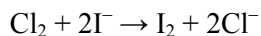
Stirling András

HO-19. a) A hallgató a mangán-dioxidra (barnakő) gondolt, amely vízben és hig savakban nem oldódik, csak tömény sósavban:



A visszamaradó oldatból pedig ammónium-szulfiddal le lehet választani a jellegzetes színű MnS csapadékot. Az anyag tehát mangánt tartalmazott, de nem mangán-dioxid.

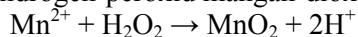
b) A reakciók egyenletei:



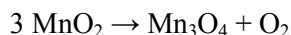
A 80 mg MnO_2 anyagmennyisége $80/86,9 = 0,9206$ mmol, ezt a mennyiséget – az egyenletekből látható módon – kétszer ennyi tioszulfáttal mérik. Azaz a fogyás:

$0,981 \cdot V \cdot 0,1 = 0,9206 \cdot 2$, vagyis $V = 18,77$ cm³ kellett volna, hogy legyen.

c) A hidrogén-peroxid mangán-dioxidot választ le az oldatból:



Ez pedig izzítás hatására Mn_3O_4 -dá alakul:



Az oxid mennyisége $32,52/(3 \cdot 54,9 + 64) = 0,1422$ mmol, tehát $3 \cdot 0,1422 = 0,4266$ mmol mangánt tartalmaz.

Másrészt a sósavas oldás során $21,74 \cdot 0,1 \cdot 0,981 \cdot 1/2 = 1,066$ mmol klór keletkezett, ami kétszer ennyi elektron leadását jelenti.

Feltéve, hogy csak a mangán oxidálta a sósavat (ugyanis nincsenek olyan egyszerű kationok, amelyek a tömény sósavat oxidálni képesek), egy mol mangán $2 \cdot 1,066/0,4266 \approx 5$ mol elektront vett fel, tehát az ismeretlenben a mangán oxidációs száma $2+5 = +7$, azaz valamilyen permanganát.

Legyen a képlete $Me(MnO_4)_n$. Az oxidcsapadék mennyisége alapján 80 mg permanganát tartalmaz 0,4266 mmol, azaz 23,42 mg mangánt. Tehát, a fém relatív atomtömegét M -mel jelölve:

$$n \cdot 54,9 / (M + n \cdot (54,9 + 64)) = 23,42/80$$

Innen $Me = 68,6n$. Végigpróbálgatva n értékeit 1-től 8-ig, csak $n=2$ -re kapunk reális megoldást. Ekkor $M=137,26$, azaz a báriumról van szó. Az ismeretlen: **Ba(MnO₄)₂**. Oldódása:



d) A bárium csapadékot ad szulfáttal, míg a mangán(II) nem.

Komáromy Dávid

HO-20. Mivel a savak egyértékűek ezért 1 mol észterrel 1 mol KOH reagál. 0,7942 g elegyet reagáltatunk 9,05 g 6,20% $\rightarrow$ 0,5611 g KOH-dal, ami 0,010 mol. Tehát az elegy átlagos moláris tömege 79,42 g/mol.

A forró kénsavas kezelés során az észterek elhidrolizálnak, és a keletkező hangyasav CO-dá dehidratálódik, míg a primer és szekunder alkoholok a megfelelő alkéné. A brómos reakció tanúsága szerint olefin is keletkezett, a sűrűség-egyenlőség alapján pedig megállapítható, hogy a savas forralás után etént és szén-monoxidot kaptunk. A keletkező gázok aránya: 1/3 rész etén és 2/3 rész szén-monoxid. Ezt az eredményt szolgáltatja mind a brómozási, mind az égetési reakció.

Ebből a következőket tudjuk (**A** és **B** az észterek):

1. eset: $1/3 HCOOC_2H_5$ és $1/3 HCOOR^1$ alkotja az elegyet. Ez nem jó, mert a kiindulási keverékben két egyértékű sav észtere található,

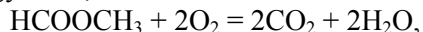
ebben az esetben pedig csak egy sav lenne az elegyben, a hangyasav.

2.eset: $2/3 \text{ HCOOR}^1$ és $1/3 \text{ R}^2\text{COOC}_2\text{H}_5$ elegy. Az egyik komponens moláris tömegének kisebbnek kell lennie az átlagos moláris tömegnél, míg a másiknak nagyobbak. A hangyasavnak metilészterét tartalmazza az elegy (etilészter esetén több etén keletkezne, míg a propilészter már nehezebb lesz az átlagos moláris tömegnél, ami nem lehetséges, mert az etilészter minden esetben nehezebb annál). A metil-formiát moláris tömege 60,06 g/mol.

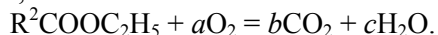
A másik észter tömege számítható az átlagos moláris tömegből: 118,1 g/mol. Az R^2 -csoport moláris tömegére 45,06 g/mol-t kapunk.

Az észter keverék 0,01 molját elpárologtatjuk, sztöchiometrikus mennyiségű oxigénnel keverjük, és elégetjük.

Az elegyben 0,02/3 mol metil-formiát volt:



illetve 0,01/3 mol etilészter:



A metil-formiátból 0,5868 g CO_2 és 0,2401 g H_2O keletkezett és az égetéshez 0,04/3 mol oxigénre volt szükség.

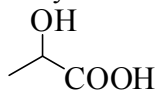
Az etilészter égetése során:

$$1,320 - 0,5868 = 0,7332 \text{ g CO}_2 \text{ keletkezett} \rightarrow b = 5$$

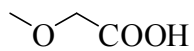
$$0,5406 - 0,2401 = 0,3005 \text{ g H}_2\text{O keletkezett} \rightarrow c = 5.$$

Az égéstermékek mennyisége $4 \cdot 0,02/3 + 10 \cdot 0,01/3 = 0,06$ mol. Tehát a kiindulási gázelegy mennyisége $0,06/1,385 = 0,0433$ mol. Az etilészter elégetéséhez szükséges oxigén mennyisége 0,02 mol volt $\rightarrow a = 6$.

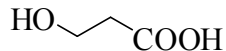
Ezekből (égetés + $M(\text{R}^2)$) következik, hogy az R^2 -csoport összegképlete $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$. Tehát a másik savhoz a következő szerkezeti képletek valamelyike rendelhető.



tejsav



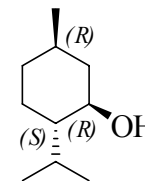
2-metoxiecetsav



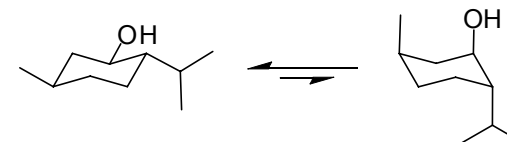
3-hidroxi-propánsav

Az elegy összetétele 33,33 mol% $\text{C}_2\text{H}_5\text{O-COOC}_2\text{H}_5$ és 66,67 mol% metil-formiát.

A (-)-mentol kiralitáscentrumainak abszolút konfigurációja a CIP-konvenció szerint:

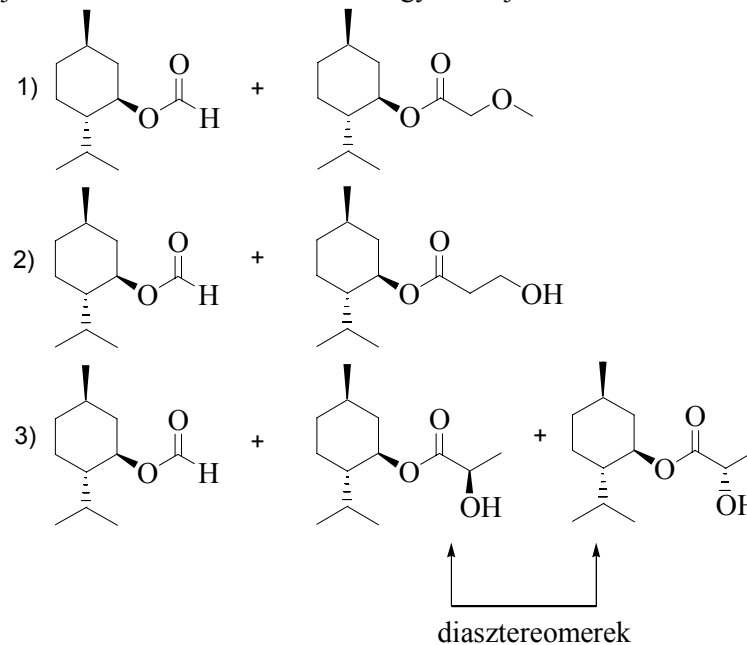


A (-)-mentol szék konformációi:



Ezek közül a bal oldali a stabilabb, ugyanis itt a ligandumok mind ekvatoriálisan helyezkednek el.

Az újraészterezés után a következő elegyekhez jutunk:



A kétkomponensű elegyek összetétele megegyezik az eredeti elegy összetételével, míg a tejsavnál 66,67% formiát és 16,67%–16,67% (*R*)-, (*S*)-laktát alkotja a keveréket.

A feladat (a) részének megoldásáért maximálisan 4 pontot lehetett kapni, ennél a feladatrésznél nem volt elvárt minden izomer megkeresése, már egy helyes megoldásnál is járt a maximális pont.

A feladat (b) része 1 pontot ért. A (c) részben helyes abszolút konfigurációnként 0,5 pont járt, a stabilabb konformer helyes ábrázolása (lásd H54 megoldásánál) 1 pontot ért. Az újraésztézési feladat hibátlan megoldása (itt is elég volt csak a megtalált izomer esetét vizsgálni, de a tejsavnál mindkét diasztereomert figyelembe kellett venni) 0,5 pontot jelentett.

A feladatban a pontátlag 66,7%. Hibátlan megoldást küldött be Kovács Hajnal, Lovas Attila és Visnyai Krisztina.

Varga Szilárd

Feladatok

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2005. február 26-ig postára adva:

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

H61. Az alábbi 1000 cm^3 térfogatú puffert készítjük el: 1000 cm^3 0,1 mol/dm³ koncentrációjú ecetsav-oldatban oldunk 0,05 mol nátrium-acetátot.

- Mekkora az oldat pH-ja?
- Mennyi desztillált vizet kell a pufferhez adni, hogy pH-ja 5,10 legyen (ennyi a metilvörös átcsapási pH-ja)?

Az oldattérfogatok ez esetben tekinthetők összeadhatónak. $K_s(\text{ecetsav}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$, vízionszorlat: $K_v = 10^{-14}$ (Ne felejtkezzünk meg a desztillált vízben eleve megtalálható ionokról!)

Benkő Zoltán

H62. 1,000 mol N₂ és 3,100 mol H₂ gázt kevertünk össze, majd Fe₂O₃ katalizátor jelenlétében 400°C-ra hevítettük. A reakció végén a reaktorban uralkodó nyomás 0,5000 MPa volt. Az egyensúly beállta után a képződött gázelegy oldható komponenseit 10,00 dm³ vízben nyeletjük el. Az oldat pH-ja 11,28 lesz. A vizes oldaton keresztülbuborékoló gázokat tömény kénsavval szárítjuk, majd 40,0%-os levegőfeleslegben elégetjük. Az égéstermék standard körülmények közé hűtjük, ekkor a kondenzálódott víz tömege 1,883 g, a gázelegy térfogata 7,280 dm³.

- Mennyi az $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ folyamat parciális nyomásokkal (K_p), móltörttekkel (K_x), illetve koncentrációkkal (K_c) kifejezett egyensúlyi állandója a reakció körülményei között?
- Melyik egyensúlyi állandó függ a nyomástól?

Adatok:

$K_b(\text{ammónia}) = 1,83 \cdot 10^{-5}\text{ mol/dm}^3$. A levegő összetétele: 21,0% (V/V) oxigén és 79,0% (V/V) nitrogén.

Tekintsük a gázokat ideálisnak. Az elégetés során feltételezhető, hogy csak a hidrogéngáz reagál.

Varga Szilárd

H63. Egy vegyület hexános oldatának 6,70 grammját egy 5,00 dm³ térfogatú zárt edényben, oxigén atmoszférában elégették. A berendezés lehűlése után egy 20,0 % CO-ot tartalmazó kétkomponensű gázkeverék (300K hőmérsékleten nyomása 234,4 kPa) maradt vissza és 9,54 g víz keletkezését lehetett tapasztalni. A kiindulási oldat 10,15 tömegszázalékos volt.

- Mi volt az elégetett vegyület összegképlete?
- Adja meg az összes nem ciklikus izomer szerkezetét!
- Mekkora volt az oxigén kiindulási nyomása 300 K-en?

belorusz feladat

H64. A Mn₃O₄-et ferritmágneselek gyártása során használja az elektronikai ipar. Egyik előállítási módja, hogy a bányászott mangánit ($\gamma\text{-MnO}(\text{OH})$) ásványt hevítéssel Mn₂O₃-má alakítják, majd azt 750–500 K-en metánnal redukálják.

a) *Mi ennek a két folyamatnak a kémiai egyenlete?*

A termékben a Mn oxidációs állapota változó, +2, +3 és +4 is lehet. A következő módon határozták meg a különböző formák arányát:

I. A finom eloszlású anyagból három, azonos tömegű mintát vettek. Az elsőből a Mn(II)-t szelektív módon kioldották kénsavas ammónium-szulfát oldattal. Szűrés és mosás után a szűrletet ammóniával semlegesítették és pH-ját 10-ra állították ammóniás ammónium-klorid pufferral. Titrálására megfelelő indikátor mellett b_1 ml a_1 M koncentrációjú EDTA oldat fogyott.

II. A második mintát teljesen feloldották kénsavval erősen megsavanyított nátrium-oxalát oldatban (b_2 ml, a_2 M-os) melegítve. A kapott oldatot a_3 M koncentrációjú KMnO_4 oldattal titrálva b_3 ml volt a fogyás.

III. A harmadik mintát a másodikkal egyező módon feloldották. Az oldatot ammóniával semlegesítették és pH-ját 10-ra állították ammóniás ammónium-klorid pufferral. Titrálására megfelelő indikátor mellett b_4 ml a_1 M koncentrációjú EDTA oldat fogyott.

- b) *Írja fel a különböző oxidációs állapotú mangán (oxid formában) oxálsavas oldódásának és a redox titrálásnak az egyenleteit!*
 c) *Hány millimol különféle oxidációs állapotú mangánt tartalmaz egy minta? Fejezze ki a térfogatok és koncentrációk segítségével!*

kínai feladat

H65. A és B két jellegzetes szagú gáz, amelyek szobahőmérsékleten hevesen reagálnak egymással. Ha A mennyisége nem túl nagy, a reakció termékei az inert C gáz, és a szúrós szagú D gáz; ha pedig A feleslegben van, C mellett az E fehér por képződik.

Ha E tömény vizes oldatát, mely D-t is tartalmaz, elektrolizáljuk, a katódon F gáz keletkezik, az anódon pedig B fejlődik, amely az oldatban jelenlevő E anyaggal G keletkezése közben reagál. G sűrű, igen robbanékony folyadék, amely vízzel A és H keletkezése közben reagál. H keletkezik akkor is, ha B vízzel reagál; ez esetben D a másik reakciótermék. F már szobahőmérsékleten heves reakcióba vihető B-vel, és D keletkezik. Ezzel szemben C-vel csak magas hőmérsékleten, katalizátor jelenlétében vihető reakcióba, A képződése mellett.

B-t nátrium-hidroxid-oldatban elnyelve I és J oldata keletkezik; tiszta állapotban I fehér por. J nátrium-hidroxidos oldatát A-val reagáltatva K

anyaghoz jutunk. K képződése két lépésben játszódik le. Az első lépésben az L köztitermék keletkezik, amely a továbbiakban A-val és NaOH-dal reagálva adja a terméket. A folyamat kitermelését K-ra nézve azonban csökkenti, hogy a keletkező K reagál L-lel: e melléreakcióban E és C képződik.

Főleg L keletkezik, ha A-t gyengén lúgos közegben B-vel reagáltatjuk. Ha az oldat gyengén savas, főként M keletkezik. A, G, L és M molekulájának alakja hasonló. A moláris tömege G-ének 14,11, L-ének 33,01 százaléka.

Azonos tömegű A és K elégetése során A-ból 1,412-szer több víz keletkezik.

- a) *Azonosítsa az A–M anyagokat!*
 b) *Írja fel az alábbi reakciók egyenletét:*
- A és B gázok reakciója
 - F és C gázok reakciója
 - E elektrolízisének elektród-folyamai
 - G reakciója nátrium-hidroxid-oldattal
 - K előállításának lépései
 - K előállítása során lejátszódó melléreakció
 - M előállítása
 - A és K elégetése!

Komáromy Dávid

HO-24. Egy 0,727 grammos D-ribóz mintát zárt kaloriméterben elégettek feleslegben levő oxigénben. A hőmérséklet $0,910^\circ\text{C}$ -kal emelkedett. Egy másik kísérletben ugyanabban a kaloriméterben 0,825 g benzoésavat elégetve a hőmérséklet-emelkedés $1,940^\circ\text{C}$ volt. A benzoésav állandó nyomáson mért égéshője -3251 kJ/mol.

Mi a D-ribóz állandó térfogaton mért égéshője? Mi a D-ribóz állandó nyomáson mért képződéshője?

Állandó nyomáson mért képződéshők:

$\text{CO}_2(\text{g}): -393,5$ kJ/mol, $\text{H}_2\text{O}(\text{f}): -285,8$ kJ/mol

új-zélandi feladat

HO-25 Ha ezüst-nitrátot fémhigannyal reagáltatunk, a higany Hg_2^{2+} -ionok képződése közben oldódik és látványos ezüstkristályok válnak ki annak ellenére, hogy a két fém standardpotenciálja a legtöbb tankönyv szerint egyenlő: $\varepsilon^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = \varepsilon^\circ(\text{Hg}_2^{2+}/2\text{Hg}) = 0,8$ V.

a) Milyen reakció játszódik le és miért?

10 cm³ 0,1M AgNO₃-oldatba egy csepp fémhiganyt ejtünk. Egy csepp térfogata 0,03 cm³, a fémhigany sűrűsége 13,6 g/cm³.

b) Mi lesz egyensúlyban a fémionok koncentrációja és a fémfázis tömegszázalékos összetétele a fenti adatok alapján?

A Hg₂²⁺/2Hg rendszer standardpotenciáljának pontosabb meghatározása érdekében a vizes és fémfázist elválasztjuk az egyensúly beállta után, majd a higanyt elpárologtatjuk. A visszamaradó fém ezüst tömege 25,42 mg. Az $\varepsilon^0(\text{Ag}^+/\text{Ag})$ pontos értéke 0,799 V.

c) A mérés alapján mi a Hg₂²⁺/2Hg rendszer pontos standardpotenciálja?

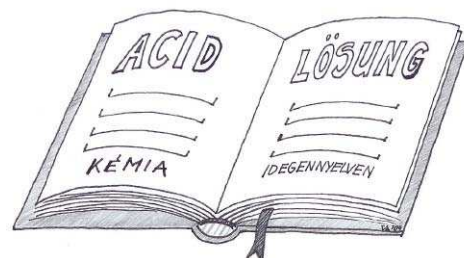
d) Mi a Hg₂²⁺ ⇌ Hg + Hg²⁺ folyamat egyensúlyi állandója?
(Érdemes az ezüst oldódása helyett a Hg²⁺/Hg rendszerrel, aminek standardpotenciálja 0,85 V, felvehető egyensúlyt megfontolni.)

e) Mi a 2Hg²⁺/Hg₂²⁺ rendszer standardpotenciálja?

A_r(Ag) = 107,9; A_r(Hg) = 200,6; F = 96500 C/mol; T = 298 K

Komáromy Dávid

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



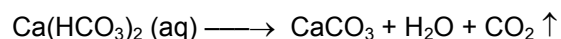
Kémia németül
Szerkesztő: Horváth Judit

A 2006./4 számban közzétett német szakszöveg helyes fordítása:

A víz összes keménységének¹ meghatározása

Kalcium és magnézium minden természetes vízben előfordul, és gyakran keménységképzőnek nevezzük őket. Egy víz „keménységén”² azt a tulajdonságát értjük, hogy szappanoldatokból kicsapja a zsírsavak (hosszú szénláncú karbonsavak) oldhatatlan kalcium- és magnéziumsóit.

Kemény víz forralásakor a kalciumsók azon része, mely hidrogén-karbonátként van jelen kalcium-karbonátként („kazánkő”) kicsapódik, mert a hidrogén-karbonát nem hőstabil.

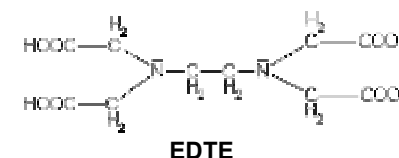


A keménységnek ezt a részét, melyet forralással el lehet távolítani korábban változó (átmeneti)³ keménységnek nevezték. Ma ezt a részt karbonátkeménységnek hívják. A keménység másik részét állandó (megmaradó)³ keménységnek nevezték, ma **nem karbonátkeménységnek**. Erre klorid- és szulfácionok jellemzők, melyek magnézium- és kalciumsója forraláskor is oldatban marad. A két keménység összege az **összes keménység**¹.

Az utóbbi időben teljesen mellőzik a keménység fogalmát, helyette csupán az összes kalcium- és magnéziumion-tartalmat adják meg.

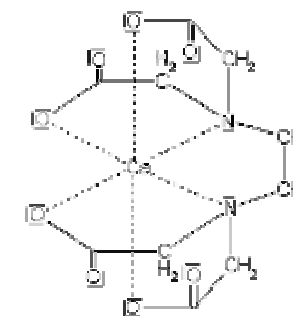
Fémionok kvantitatív meghatározása

A mennyiségi analízisben nagyon jelentős szerepet játszik a komplexometriás titrálás (**komplexometria**). Ebben egy sóoldat kationkoncentrációját úgy határozzák meg, hogy azt egy megfelelő komplexképzővel titrálják. A gyakorlatban legtöbbször alkalmazott komplexképző az **etilén-diamin-tetraecetsav (EDTE)**⁴.



Komplex⁵ alatt egy összetett, töltéssel rendelkező részecskét értünk, amely egy ionból áll, valamint egy vagy több azt körülvevő molekulából vagy ionból (ún. ligandumból), melyek a központi ionhoz kötődnek.

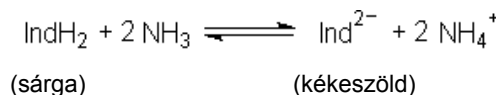
Kelátkomplex⁵ esetében az egyes ligandumok kettő vagy több helyen kapcsolódnak a központi részecskéhez. Az EDTE-nek hat kötőhelye van, ami egy különösen stabil, oktaéderes⁵ elrendeződést eredményez.



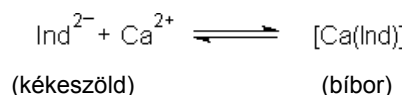
A kalcium-EDTE komplex
[Ca(EDTE)]²⁻

Az EDTE-komplexek általában színtelenek. Ahhoz, hogy az ekvivalenciapontot⁶ felismerjük, a titrálás során szükségünk van úgynevezett **fémindikátorokra**. Ezek szintén komplexképzők, melyek a titrálandó fémionnal kelátot képeznek. Komplexeik kevésbé stabilak, mint az EDTE-komplexek, és szabad indikátorként más színt mutatnak, mint a megfelelő komplexük. Egyik gyakran használt indikátor pl. az **erikrómfekete T**, mely kalcium- és magnéziumionokkal vörös kelátkomplexet képez, szabad indikátoranionként pedig zöld. A titrálás során először a szabad Ca²⁺- és Mg²⁺-ionok reagálnak, azután az indikátorhoz kötődnek.⁸ Ez közben vörösből szürkén keresztül zöldbe csap át.⁹

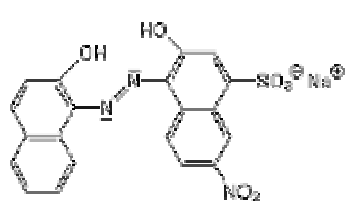
Megfigyelhetjük az indikátor saját színét, ha erikrómfekete T-t valóban tiszta, kétszer desztillált¹⁰ vízben oldunk fel, és az oldatot ammóniával lúgosra állítjuk.¹¹



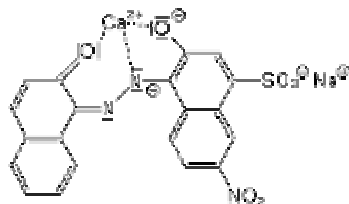
Ha edénynek olcsó üveget (pl. lekvárosüveget) választottunk, akkor megfigyelhetjük, állás közben hogyan színeződik vörösre az oldat a lúgos közeg hatására az üveg falából felszabaduló kalciumionok miatt.¹²



Csapvízzel nem kapunk kékeszöld színt, mert az indikátoranion kétértékű kationok jelenlétében azonnal bíbor színű komplexet képez



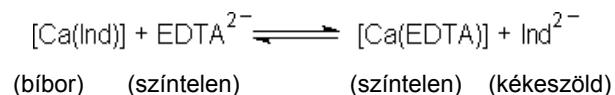
eriokrómfekete T



eriokrómfekete T – Ca komplex

(A valóságban a kalciumionok két eriokrómfekete T molekulát kötnek meg.)

Ha hozzáadjuk az erősebb, színtelen komplexképzőt, az EDTE-t, akkor a kékeszöld indikátor felszabadul:



Csapvíz összes keménységének meghatározása

Eszközök

mérőhenger (100 ml), Erlenmeyer-lombik (300 ml) *, buretta (50 ml) és állvány, fehér alátét.

* A keménység meghatározása kiváló minőségű, lúgoknak ellenálló üvegből készült edényben történik, vagy legjobb, ha átlátszó¹³ polikarbonát (újrahasznosítási jelzése PC) edényben, melyet elvileg minden háztartási boltban kapni lehet.

Vegyszerek

EDTE-mérőoldat ($c = 0,01 \text{ mol/l}$),
tömény¹⁴ ammóniaoldat ($C = \text{maró hatású}$ ¹⁵),
indikátor-puffertabletták (eriokrómfekete T-t és 0,1-0,2 g ammónium-kloridot tartalmaz).

Az eljárás menete¹⁶

Néhány percig folyassuk a vizet a vízvezetékéből, azután néhány litert palackozzunk le műanyagflakonokban, hogy mindig ugyanazt a vizet tudjuk használni a vizsgálatokhoz.

Egy burettát megtöltünk EDTE-oldattal ($c = 0,01 \text{ mol/l}$). Majd egy Erlenmeyer-lombikba bemérünk 100 ml vízmintát, és egy készen vásárolható indikátor-puffertablettát feloldunk benne. Fülke alatt¹⁷ 1 ml (nem több!) tömény ammóniaoldatot adunk hozzá (védőszemüveg!), miközben a kezdetben sárga oldat vörösre színeződik. Ekkor a burettából engedjük hozzá¹⁸ EDTE-oldatot, és minden alkalommal jól keverjük el. A keverés akkor sikerül a legjobban, ha csuklóból lengetjük az Erlenmeyer-lombikot.

Az átcsapási pontot¹⁹ onnan ismerjük fel, hogy az oldat szürkészöldre színeződik. Két párhuzamos meghatározást végezzünk. Ha a két meghatározás eredménye nem egyezik, akkor egy harmadik alkalommal is titráljunk.

A víz keménységének kiszámítása:

$$1 \text{ ml EDTA } (c = 0,01 \text{ mol/l}) = 0,1 \text{ mmol Ca}^{2+} / \text{l} = 0,5608 \text{ °dH}.$$

Végezzük el a mérést esővízzel és ásványvízzel is!

A szövegben előfordult fontos szakkifejezések:

Eszközök, berendezések:

r Messzylinder, ~s, ~	mérőhenger
r Erlenmeyerkolben, ~s, ~	Erlenmeyer-lombik
e Burette, ~, ~n	burette
s Stativ, ~s, ~e	állvány
r Abzug, ~e	(vegyi-/elszívó-) fülke
e Schutzbrille, ~, ~n	védőszemüveg

Anyagok:

e Fettsäure, ~, ~n	zsírsav
e Carbonsäure, ~, ~n	karbonsav
Hydrogencarbonat	hidrogén-karbonát

Calciumcarbonat/Kalziumkarbonat	kalcium-karbonát
r Kesselstein, ~(e)s, ~e	kazánkő
r Komplexbildner, ~s, ~	komplexbéplő
e Ethylendiamintetraessigsäure	etilén-diamin-tetraecetsav
EDTA	EDTE, EDTA
r Metallindikator, ~s, ~en	fémindikátor
Eriochromschwarz T	erikrómfekete T
s Ammoniak, ~s	ammónia
bidestilliertes Wasser	kétszer desztillált / bidesztillált víz
e Indikatorpuffertablette, ~, ~n	indikátorpuffer-tabletta
s Ammoniumchlorid	ammónium-klorid

Fogalmak:

e Gesamthärte	összes keménység
temporäre Härte	változó keménység
permanente Härte	állandó keménység
e Carbonathärte	karbonátkeménység
e Nichtcarbonathärte	nem karbonátkeménység
r Gehalt, ~(e)s, ~	tartalom
e Titration	titrálás
e Komplexometrie	komplexometria
r Komplex, ~es, ~e	komplex
s Molekül, ~s, ~e	molekula
r Ligand, ~(e)s, ~en	ligandum
r Chelatkomplex, ~es, ~e	kelátkomplex
e Bindungsstelle, ~, ~n	kötőhely
r Äquivalenzpunkt, ~(e)s, ~e	ekvivalenciapont
s Milieu, ~s, ~s	közeg
e Maßlösung, ~, ~n	mérőoldat
r Umschlagspunkt, ~(e)s, ~e	átcsapási pont (indikátoré)

Egyéb:

unlöslich	oldhatatlan
langkettig	hosszú szénláncú
ausfallen, ie, i. a	kicsapódik
quantitativ	menyiségi, kvantitatív
geladen	töltött (elektromosan)
oktaedrisch	oktaéderes
um schlagen, u, i. a	átcsap (indikátor)

alkalisch
basisch
Komplex bilden

lúgos
bázikus
kompleket képez

A beküldött fordítások értékelése:

NÉV	Oszt.*	ISKOLA	FORD. (max. 80)	Magyar nyelvtan (max. 20)	ÖSSZ. max.100
Deák Katalin	2. D	Selye János Gimnázium, Komárno, Slovensko	73	19,5	92,5
Csanaki Melinda	10. E	Kazinczy Ferenc Gimnázium, Győr	65	15	80
Kerényi Anna	11. B	Szilágyi Erzsébet Gimnázium, Budapest	61,5	16	77,5
Dér Katalin	10. C	Kazinczy Ferenc Gimnázium, Győr	55	16,5	71,5
Tóth Mónika	?	Széchenyi István Gimnázium, Szolnok	51,5	17	68,5
Vörös Szilárd	10. A	Vedres István Építőip. Szki., Szeged	57	11	68
Kovács Krisztina	10. C	Diósgyőri Gimnázium, Miskolc	54	11	65
Mészáros Noémi	11. C	Széchenyi István Gimnázium, Szolnok	53,5	11,5	65
Oláh Eszter	10. D	Budai Ciszterci Szent Imre Gimnázium, Bp.	49	14,5	63,5
Polák Zsóka	10. C	Kazinczy Ferenc Gimnázium, Győr	47	14,5	61,5
Mravik Fanni	10. D	Óbudai Gimnázium, Budapest	45	11,5	56,5
Stéger Sejla	10. B	III. Béla Gimnázium, Baja	32	15,5	47,5
Barna Péter	10 / 1	Avasi Gimnázium, Miskolc	32	10,5	42,5

Nagyon örülök, hogy a határon túl is olvassák az újságot, és onnan is, valamint szakközépiskolából is bekapcsolódtak a versenybe.

A magyar nyelvtanról:

A némettel ellentétben, a magyar nyelvben

- kis kezdőbetűvel írjuk a köznevek, így a kémiai elemek, vegyületek nevét.
- kötőjellel (és nem egybe) írjuk a sók ill. az összetett ionok nevét, a szubsztituált szerves vegyületeket: hidrogén-karbonát, kalcium-karbonát, ammónium-klorid, etilén-diamin-tetraecetsav.
- egybeírjuk (és nem kötőjellel): fémion, kalciumion (de: kalcium- és magnéziumion), szulfácion, (de: hidrogén-karbonát-ion), indikátoranion.

Gyakori probléma volt még az ami/amely vonatkozó névmások felcserélése, valamint a vesszők lemaradása a mellérendelő összetett mondatok tagmondatainak határán.

Fordítás:

¹**Gesamthärte** – *összes keménység*. Mindenki ~~összes~~*összes* keménységet írt, de így, összevont alakban még sehol sem láttam, magyarul nem mondják így. Ez becsapós volt, nem is vontam le érte pontot. A ~~teljes/együtt~~ viszont nem jó.

²**Härte** – jelen esetben természetesen *keménység*, és nem ~~keményítő~~ (Stärke) (mert ilyen is előfordult!).

³**temporäre / permanente Härte** – *változó / állandó keménység*. Utóbbi kifejezést majdnem mindenki megtalálta, míg az előbbi csak öten: DEÁK KATALIN, TÓTH MÓNKA, MÉSZÁROS NOÉMI, OLÁH ESZTER, MRÁVIK FANNI. A zárójelben szereplő jelzőket magyarul nem használjuk, szerintem egyaránt jó az *átmeneti/időszakos/temporális* ill. a *maradandó/tartós/permanens* is.

⁴**EDTA – EDTE / EDTA**. Magyarul EDTE-nek is szokták rövidíteni, mivel etilén-diamin-tetraecetsavról vagy -tetraacetátról is beszélhetünk. (Angolban nincs ilyen probléma: acetic acid / acetate egyaránt „a” betűvel kezdődik.) Méréőoldat készítéshez valójában az EDTE dinátrium sóját, Na₂H₂EDTA·2H₂O-t használjuk. A só ill. a mérőoldat Komplexon III. vagy Titriplex® III néven van forgalomban.

⁵**Komplex, Chelatkomplex** – *komplex, kelátkomplex*. Nem ~~vegyület~~ vagy *összetevő*!

⁶**oktaedrisch** – *oktaéderes*. Nem ~~nyolcszögletű~~, de nem is ~~hatszög alakú~~, nem síkban van!

⁷**Äquivalenzpunkt** – *ekvivalenciapont*. Négyen találták meg a helyes szót, hárman tartalmilag jót írtak: „ekvivalenspont”, „egyenérték”, „egyenértékűségi pont”. Az „~~egyensúlyi~~ pont” nem jó. Bővebb magyarázatért ld. KÖKEL 2004./4 szám 329. old.

⁸**reagieren zunächst die freien Ca²⁺- und Mg²⁺-Ionen, anschließend die an den Indikator gebundenen** – *először a szabad Ca²⁺- és Mg²⁺-ionok, ezt követően az indikátorhoz kötöttek reagálnak*. Ez volt a második legnehezebb rész. Öten fordították jól: DEÁK KATALIN, CSANAKI MELINDA, TÓTH MÓNKA, KOVÁCS KRISZTINA ÉS MÉSZÁROS NOÉMI. Hárman szinte egyformán értelmezték félre: „Titrlás közben a Ca- és Mg-ionok reagálnak, és végül hozzákapcsolódnak az indikátorhoz.”

⁹**schlägt um** – *átcsap* (az indikátor), a szó szerinti megfelelőt használjuk magyarul is. Csak hárman írták így: DEÁK KATALIN, DÉR KATALIN ÉS KERÉNYI ANNA. Természetesen *színt vált*, értelmileg helyes, ez csak fél hibapont.

¹⁰**bidestilliertes Wasser** – *bidesztillált / kétszer desztillált víz*, de nem ~~steril~~. Bizonyos vizsgálatokhoz nem elegendően tiszta az egyszer desztillált víz, mert desztillálás közben pl. a forrásban lévő vízből apró vízcseppeket magával ragadhatott a felszálló gőz, így csapvíz kerülhetett át és szennyezhetette be a desztvizet. Ezért szokták egy másik, rendszerint már kvarcból készült berendezésben még egyszer átdesztillálni. Négyen jót írtak: MÉSZÁROS NOÉMI, TÓTH MÓNKA, KERÉNYI ANNA, CSANAKI MELINDA.

¹¹**wenn man [...] die Lösung mit Ammoniak alkalisch einstellt** – *ha az oldatot ammóniával lúgosra állítjuk (be) / meglúgosítjuk*. Nem gondoltam, hogy ez az egyszerű mondat ennyi gondot fog okozni, mindössze négyen tudták jól lefordítani: DEÁK KATALIN, CSANAKI MELINDA, MÉSZÁROS NOÉMI, OLÁH ESZTER. Elrugaskodott ötletek: „lúgos ammóniaoldatot állítunk elő” vagy „és az ammóniaoldat lúgossá válik”.

¹²**wie sich die Lösung || beim Stehen lassen | aufgrund der | unter Einwirkung des basischen Milieus | aus der Glaswand freigesetzten Calcium-Ionen || rot färbt** – *hogyan színeződik pirosra az oldat a lúgos közeg hatására az üveg falából felszabaduló kalciumionok miatt*. Ez jó

bonyolult volt! Sok mindenről van szó benne, ráadásul mellékmondati szórendben. Tökéletesen csak DEÁK KATALIN tudta lefordítani, értelmileg jól írt még KERÉNYI ANNA, VARGA SZILÁRD, KOVÁCS KRISZTINA.

¹³**klar** – itt *átlátszó* (és nem ~~tiszta~~) akar lenni. Csak DÉR KATALIN és KOVÁCS KRISZTINA jött erre rá. Az egyszerű polietilén vagy polipropilén edény éppen azért nem jó (pedig az is tiszta), mert opálos (pl. desztvizes palack), és nem lehet jól látni benne az indikátor színét. Ha a polikarbonát kémiai tisztasága lenne érdekes, akkor mindenképpen a **rein** szó szerepelt volna.

¹⁴**konzentriert** – *tömény*, nem ~~konecentrált~~. Utóbbit nyolcan írták! Ilyet legfeljebb rosszul fordított TV-reklámokban hallani. Persze szoktuk mondani/írni, hogy „konc. kénsav” (= cc. H₂SO₄), de csak így rövidítve, informális környezetben.

¹⁵**C = ätzend** – *maró hatású*. A *hatású* szót muszáj hozzátennünk, mert ez a hivatalos magyar fordítása ennek a veszélyességi jelnek. Egyedül KOVÁCS KRISZTINA írta a teljes kifejezést.

¹⁶**Durchführung** – *végrehajtás, eljárás/kísérlet menete*. ~~Lebonyolítás~~ nem hangzik jól ebben a szövegösszefüggésben.

¹⁷**im Abzug** – *vegyszer-/elszívófülkében / fülkében / fülke alatt*. Megoldhatatlan problémát jelentett. Egyedül CSANAKI MELINDA jött rá, miről van szó, pedig a konyhai szagelszívó (Dunstabzugshaube) is hasonlóan van.

¹⁸**lassen wir EDTA-Lösung aus der Bürette zulaufen** – *engedjük hozzá (mármint az Erlenmeyer-lombikban lévő titrálandó oldathoz) EDTE-oldatot a bürettából*. Szó szerint *engedjük hozzáfolytani vagy folyassunk hozzá (zu!)*. A fordítók fele jól írt, de volt néhány igen érdekes elképzelés: „*hagyjuk az EDTE-oldatot a bürettában → felfutni / összefutni*”
→ *jól feloldódni és összekeveredni*”.

¹⁹**Umschlagspunkt**- az indikátor *átcsapási pontja*. Nem ~~fordulópont~~.

Új szójegyzék! Hozzáférhető az eddigi szövegek szakszavaiból és szakkifejezéseiből összeállított **kis szakszótár**, mely Excel táblázat formájában (**ChemieWB.pdf**) az újság honlapjáról letölthető.

A különféle szótárakon kívül ellenőrzésre használható még a RÖMPP Vegyészeti Lexikon is (4 kötetes, minden könyvtárban megtalálható), mely a címszavak német és angol megfelelőit is közli.

Az új szöveghez kedvcsinálónak érdekességek (és szép képek) a kékfestés magyarországi hagyományairól:

<http://www.sulinet.hu/tart/fcikk/Kjc/0/22914/1>

<http://www.skanzen.hu/muhelyek/kekfesto2.htm>

A fordítandó szövegből természetesen az eljárás kémiai hátterét ismerhetitek meg.

A szerkezeti képleteket nem kell lerajzolni, de az ábrák feliratát le kell fordítani!

Chemie auf Deutsch (fordításra kijelölt német nyelvű szakszöveg)

Blaufärben mit Indigo

Indigo war früher ein sehr teurer, natürlicher Farbstoff, der aus Pflanzen gewonnen wurde.

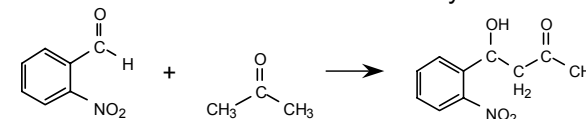
Synthetischer Indigo lässt sich auf verschiedene Arten herstellen. Wir werden diejenige Synthese durchführen, mit der der deutsche Chemiker **Adolf von Baeyer (1835-1917)** die Strukturaufklärung von Indigo gelang (1883) - ein Meilenstein in der organischen Chemie.

Nach der Synthese werden wir den Indigo verwenden, um zu färben. Nimm deshalb ein Kleidungsstück aus Baumwolle, das du färben willst, von zu Hause mit.

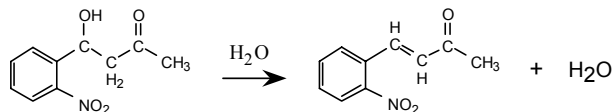
Indigo wird heute zu 90% zum Färben von Jeanskleidung verwendet.

Synthese von Indigo

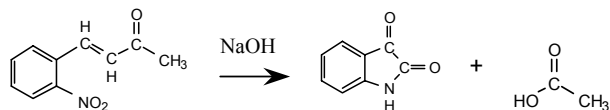
Im ersten Schritt lassen wir ortho-Nitrobenzaldehyd mit Aceton reagieren:



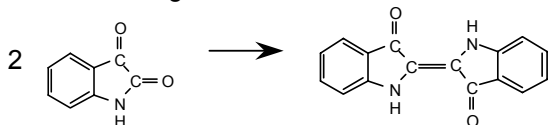
Die katalytische Wirkung von Wasser bewirkt, dass sich unter Abspaltung eines Wassermoleküls eine **Doppelbindung** ausbildet:



Im dritten Schritt wird Natronlauge zugegeben. Dabei wird zunächst in einem komplizierten Reaktionsmechanismus, der heute noch nicht vollständig erklärt werden kann, unter **Abspaltung von Essigsäure** Isatin gebildet:



Zwei Moleküle Isatin vereinigen sich schließlich zu einem Indigo-Molekül:



Herstellung von Indigo

Chemikalien

- 2 g o-Nitrobenzaldehyd (**Xn = reizend**)
- 20 ml Aceton (**F+ = hoch entzündlich**)
- 8 ml NaOH (c = 1 mol/l; **C = ätzend**)
- Ionentauscherwasser (ITW)

Geräte

- Erlenmeyerkolben (100 ml)
- Messzylinder (10 ml)
- Messpipette (10 ml)
- Wasserstrahlvakuum
- kleine Nutsche mit Zubehör
- Spatel
- Glasstab

Hinweis

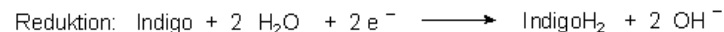
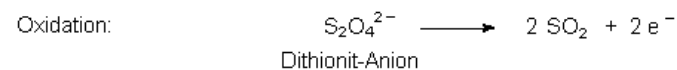
Natronlauge ist ätzend - vor allem für die Hornhaut der Augen. Deshalb muss die **Schutzbrille** getragen werden!

Durchführung

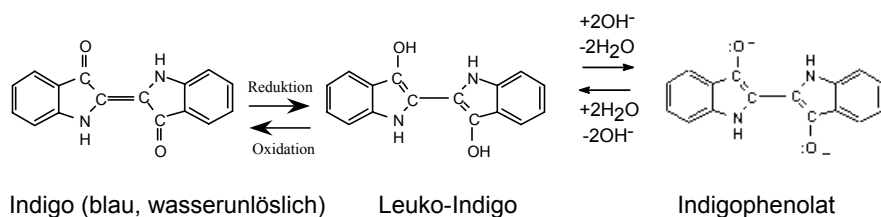
1. Löse in einem 100 ml Erlenmeyerkolben 2 g ortho-Nitrobenzaldehyd in 20 ml Aceton.
2. Gib 10 ml Ionentauscherwasser (ITW) hinzu und schwenke um.
3. Tropfe aus einer Messpipette 8 ml 1 M Natronlauge zu.
4. Rühr mit einem Glasstab gut um. Die Lösung färbt sich rasch dunkel. Es bildet sich ein dunkler Niederschlag. Beachte das Erwärmung der Lösung.
5. Lasse einige Minuten stehen, dabei fällt der Indigo in feinen Kristallen aus.
6. Schalte die Wasserstrahlpumpe an und filtriere den Indigo mit einer kleinen Nutsche ab.
7. Wasche den Rückstand mit Ethanol. Er zeigt den typischen Kupferglanz von kristallinem Indigopulver.
8. Entleere das Filtrat in den Kanister für Lösungsmittelabfälle und wasche den Erlenmeyerkolben mit ITW aus. Kratze den Indigo mit einem Spatel ab und gib ihn zurück in den Erlenmeyerkolben.

Küpfenfärbung mit Indigo

Wie du gesehen hast, ist Indigo in wässrigen Lösungen unlöslich. Um einen Farbstoff auf Fasern aufzuziehen, ist es jedoch notwendig, dass er in gelöster Form vorliegt. Im so genannten "**Verküpfen**" wandelt man Indigo zu diesem Zweck durch Reduktion mit Natriumdithionit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) zum löslichen, hellgelb gefärbten "Leuko-Indigo" (**Indigweiß**) um. Es handelt sich dabei um einen Reduktionsvorgang:



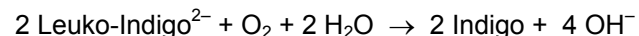
Die Ketogruppen des blauen Indigos werden zu OH-Gruppen reduziert, so dass der Farbstoff (bzw. in basischer Lösung sein Natriumsalz) wasserlöslich wird.



Reaktion zur Bildung von Leuko-Indigo (Indigweiß), dessen Anion und Rückreaktion zu Indigo

Dabei wird das Dithionit zu Sulfit (SO_3^-) oxidiert. Früher, als man das Dithionit noch nicht kannte, nahm man zur Bereitung der Küpe Eisen(II)-sulfat ("Eisenvitriol") als Reduktionsmittel und dünne Kalkmilch ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) oder "Pottasche" (K_2CO_3) als Alkali.

Hängt man das Kleidungsstück nach dem Aufziehen an die Luft ("Verhängen"), wird Leuko-Indigo durch den Luftsauerstoff wieder zum blauen Indigo oxidiert.



Färbevorgang

Chemikalien

- 12 NaOH – Plätzchen (**C = ätzend**)
- 5 g Natriumdithionit, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ (**Xn = reizend**)
- Indigo
- Leinenstück

Geräte

- Erlenmeyerkolben (100 ml)
- Bunsenbrenner und Dreifuß
- Thermometer
- Kochtöpfe oder große Bechergläser zum Färben
- Glasstab
- Pinzette
- **Gummihandschuhe**
- Wäscheleine, Wäscheklammern

Hinweis

Die eingesetzten Farbstoffe färben Textilien und Haut intensiv an. Deshalb vorsichtig arbeiten. Wir empfehlen die Verwendung von **Kittel** und **Handschuhen**. Auch an eine geeignete **Unterlage** ist zu denken, um die Labortische zu schonen.

Auch beim Färben wird Natronlauge verwendet. **Schutzbrille tragen!**

Durchführung

1. Gib 40 ml ITW, 5 g Natriumdithionit und 12 Plätzchen NaOH in den Erlenmeyerkolben mit deinem Indigo und erwärme das Gemisch auf 70–80°C (Thermometer!)
2. Warte, bis die blaue Farbe verschwunden ist (nur die Oberfläche, wo die Luft Zutritt hat, bleibt blau). Es löst sich alles zu einer klaren Flüssigkeit deren gelbe bis bräunliche Färbung ist die des Indigophenolats.
3. Stelle inzwischen ein Becherglas bereit, das in der Größe zu deinen Textilien passt. Fülle in das Becherglas soviel heißes Wasser, dass deine Textilien gerade untergetaucht werden können.
4. Gib die Lösung von Leuko-Indigo ins Becherglas und erhitze die Mischung ("Küpe") bis zum Sieden.
5. Nun gibst du die Textilprobe hinein und drückst sie mit einem Glasstab ständig in die Flüssigkeit.
6. Nach fünf Minuten haben die Textilien die Farbe genügend angenommen. Du nimmst das Textilstück aus der Küpe, wringst sie aus und hängst sie an die vorbereitete Wäscheleine.

Ergebnis

Die Textilien nehmen an der Luft rasch eine Blaufärbung an, die im Verlaufe des "Verhängens" zunehmend intensiver wird.

Da sich jetzt noch Indigo im Gewebe befindet, der sich nicht mit den Fasern verbunden hat und an der Haut abfärben würde, müssen die gefärbten Textilien vor dem Tragen gründlich von Hand oder in der Waschmaschine gewaschen werden.

Forrás:

<http://www.swisseduc.ch/chemie/labor/indigo/index.html>
http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/farben/farbv_05.htm
http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/farben/farbv_10.htm
http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/farben/farb_05.htm
http://www-organik.chemie.uni-wuerzburg.de/studinfo/erlebnis/faerben_indigo.pdf
<http://www.dutly.ch/indigohtml/indigo1.html>
<http://www.bautschweb.de/chemie/blaumach.htm>

Beküldési határidő: 2007. június 10.

Cím:

Horváth Judit
ELTE Kémiai Intézet
Budapest 112
Pf. 32
1518

Minden beküldött lap tetején szerepeljen a **beküldő neve, osztálya** valamint **iskolájának neve és címe**. Kézzel írt vagy szövegszerkesztővel készített fordítás egyaránt beküldhető. A kézzel írók (is) mindenképpen hagyjanak a lap bal és jobb szélén min. 1 cm margót (a pontoknak). Mindenki ügyeljen az olvasható írásra és a pontos címzésre!

Idén érettségizők, figyelem! Mivel eredményhirdetés csak ősszel lesz, aki azt szeretné, hogy a jutalomkönyvét a lakására és ne az iskolájába küldjük, a fordítására kérjük, írja rá a lakcímét is (ne csak a borítékra).

Kémia angolul
Szerkesztő: Sztáray Judit

Kedves Diákok!

Remélem, már mindenki tartózkodik az aszpartámmal édesített ételek és italok fogyasztásától. ☺ Külön köszönöm mindenkinek, aki az interneten küldte be a fordítását. Figyelem: aki az emelt szintű versenyben szeretne részt venni, annak az alapszintű szöveget is le kell fordítania, mert így lesz teljes a kép! Aki véletlenül idáig ezt elmúlászotta, még emailen beküldheti, és útolag beszámítom!

Mostani rovatunkban megtaláljátok az idei első számban közölt angol szakszöveg mintafordítását és a következő fordítandó szöveget. A hasznos szavakat gyűjteményét a honlapon nézhetitek meg. A pontszámokat technikai okok miatt csak a honlapon találhatjátok meg, valamint emailben fogom elküldeni.

Honlapunk címe nem változott, <http://szj.web.elte.hu/kokel>, valamint még mindig elektronikusan várom a megoldásokat az szj@elte.hu email címre.

A 2006/4. számban közölt szakszöveg mintafordítása:**Alapszintű fordítási szöveg**

Hogyan működik a szárazjég?

A szárazjég fagyott széndioxid. Egy szárazjég-darab felületi hőmérséklete -109,3 Fahrenheit fok (-78,5 Celsius fok). A szárazjég egyik nagyon jó kis tulajdonsága a szublimáció is: ahogy szétesik, folyadék helyett egyből széndioxid gázzá alakul. A szárazjeget hűtésre kiválóan alkalmassá a nagyon alacsony hőmérséklet és a szublimációs tulajdonsága teszi. Például, ha valami fagyasztott dolgot szeretnél az ország másik felébe küldeni, szárazjég közé csomagolhatod. Még fagyott lesz amikor megérkezik a végállomásra és nem marad vissza kellemetlen folyadék, mint ahogy a hagyományos jég esetén lenne.

A szárazjég biztonságos használata

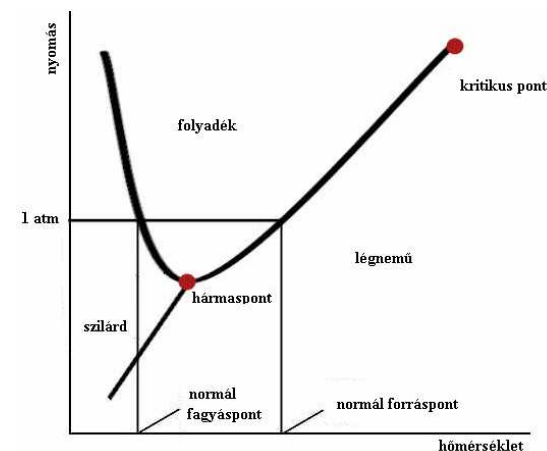
Ha egyszer módod lesz szárazjéggel dolgozni, feltétlenül figyelj arra, hogy vastag kesztyűt viselj. Amennyiben közvetlenül hozzáérsz, a rendkívül hideg felületi hőmérséklet könnyen károsíthatja bőrödét. Ugyanezért sosem szabad a szárazjeget megkóstolni vagy lenyelni.

Egy másik fontos dolog, amire figyelni kell a szárazjéggel kapcsolatban, a szellőzés. Meg kell róla győződni, hogy a légtér jól szellőztetett-e. A széndioxid nehezebb a levegőnél, így össze tud gyűlni az alacsony területeken vagy zárt részeken (mint például egy autó vagy egy szoba, ahová a szárazjég szublimál). A normál levegő 78%-a nitrogén, 21%-a oxigén és csak 0.035%-a széndioxid. Ha a levegőben a széndioxid koncentrációja 5% fölé emelkedik, a széndioxid mérgezővé válhat. Feltétlenül szellőztess minden szárazjeget tartalmazó légtérrel, és ne szállítsd zárt járműben.

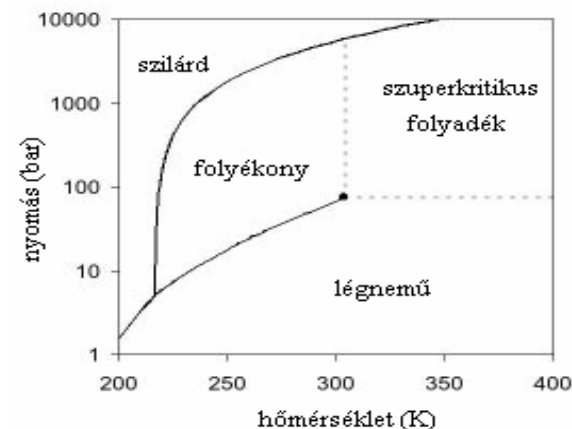
Emelt szintű fordítási szöveg

Sokaknak ismerős a folyékony nitrogén, aminek forráspontja -320°F (-196°C). A folyékony nitrogén eléggé problémás és kezelni is nehéz. Szóval miért is folyékony a nitrogén, amikor a szén-dioxid szilárd? Ezt a különbséget a nitrogén és a szén-dioxid szilárd-folyadék-gáz tulajdonságai okozzák.

Mindannyian ismerjük a víz szilárd-folyadék-gáz halmazállapotainak viselkedését. Tudjuk, hogy a tengerszinten a víz 32°F -en (0°C) fagy meg és 212°F -en (100°C) forr. Azonban a víz tulajdonságai a nyomással változnak. Ha csökkentjük a nyomást, a forráspont csökken. Ha eléggé lecsökkentjük a nyomást, a víz szobahőmérsékleten felforr. Ha egy vízhez hasonló anyag szilárd-folyadék-gáz halmazállapotainak viselkedését egy diagramon ábrázoljuk, amely mutatja a hőmérsékletet és a nyomást is, az anyag úgynevezett fázisdiagramját kapjuk. A fázisdiagram megmutatja azokat a hőmérsékleteket és nyomásokat, amelyeken egy anyag halmazállapota a szilárd, folyadék és gáz állapot között változik.



1. Ábra: A víz fázisdiagramja



2. Ábra: A széndioxid fázisdiagramja

Az ábrák a víz és a szén-dioxid fázisdiagramjait mutatják. Látható, hogy normál nyomáson a szén-dioxid szilárd és gáz állapot között közvetlenül alakul át. Csak sokkal magasabb nyomáson található meg a folyékony szén-dioxid. Például egy magas nyomású szén-dioxid tartály vagy tűzoltó készülék folyékony szén-dioxidot tartalmaz.

Amennyiben szárazjéget kívánunk előállítani egy folyékony szén-dioxiddal teli magas nyomású tartályból kell kiindulni! Ha kiengeded a folyékony szén-dioxidot a tartályból, a folyadék tágulása, valamint a szén-dioxid gáz gyors párolgása miatt a maradék folyadék egyenesen fagyáspontra hűl le, ahol egyből szilárdná válik. Ha valaha láttál szén-dioxiddal oltó tűzoltó készüléket működés közben, akkor láttad ahogy a szén-dioxid hó keletkezik a fűvókán. A szén-dioxid havat összenyomva szárazjég darabot lehet készíteni.

Forrás: <http://science.howstuffworks.com/question264.htm>

Következzenek tehát a harmadik forduló angol szakszövegei. Az elmúlt hónapok egyik érdekes híre az egykori orosz kém halála volt, akit radioaktív polóniummal mérgeztek meg, és ennek következtében pár hét alatt rákban elhunyt. A következő szakszövegek a halált kiváltó folyamatok alapjait kívánják megvilágítani.

Alapszintű fordítási szöveg:

Nuclear radiation

Nuclear radiation can be both extremely beneficial and extremely dangerous. It just depends on how you use it.

The number of protons in the nucleus determines the behavior of an atom. Many atoms come in different forms, they are called isotopes. Depending on the number of neutrons and protons in the atom the isotope can either be stable or radioactive: for example ^1H and ^2H are both stable, however the third isotope of hydrogen, ^3H , tritium is radioactive, it will turn into helium by radioactive decay. Certain elements, like uranium, are naturally radioactive in all of their isotopes. There are eight other naturally radioactive elements: polonium, astatine, radon, francium, radium, actinium, thorium and protactinium. All man-made elements heavier than uranium are radioactive as well.

Radioactive Decay

Radioactive decay is a natural process. An atom of a radioactive isotope will spontaneously decay into another element through one of three common processes:

- Alpha decay
- Beta decay
- Spontaneous fission

Atoms producing alpha decay will spontaneously throw off an alpha particle. An alpha particle is made up of two protons and two neutrons bound together, which is the equivalent of a ^4He nucleus. A good example of an element that undergoes this process is americium-241 atom, which becomes a neptunium-237 atom while the alpha particle leaves the scene at a high velocity -- perhaps 10,000 miles per second (16,000 km/s).

Tritium (^3H) is a good example of an element that undergoes beta decay. In beta decay, a neutron in the nucleus spontaneously turns into a proton, an electron, and a third particle called an antineutrino. The nucleus ejects the electron and antineutrino, while the proton remains in the nucleus. The ejected electron is referred to as a beta particle. The nucleus loses one neutron and gains one proton. Therefore, a hydrogen-3 atom undergoing beta decay becomes a helium-3 atom.

In spontaneous fission, an atom actually splits instead of throwing off an alpha or beta particle. A heavy atom like fermium-256 undergoes spontaneous fission about 97 percent of the time when it decays, and in the process, it becomes two atoms. For example, one ^{256}Fm atom may become a ^{140}Xe and a ^{112}Pd atom, and in the process it will eject four neutrons.

In many cases, a nucleus that has undergone alpha decay, beta decay or spontaneous fission will be highly energetic and therefore unstable. It will eliminate its extra energy as an electromagnetic pulse known as a gamma ray. Gamma rays are like X-rays in that they penetrate matter, but they are more energetic than X-rays.

Emelt szintű fordítási szöveg:**A "Natural" Danger**

Although they are "natural" in the sense that radioactive atoms naturally decay and radioactive elements are a part of nature, all radioactive emissions are dangerous to living things. Alpha particles, beta particles, neutrons and gamma rays are all known as ionizing radiation, meaning that when these rays interact with an atom they can knock off a bound electron. The loss of an electron can cause problems, including everything from cell death to genetic mutations, leading to cancer, in any living thing.

Because alpha particles are large, they cannot penetrate very far into matter. They cannot penetrate a sheet of paper, for example, so when they are outside the body they have no effect on people. If you eat or inhale atoms that emit alpha particles, however, the alpha particles can cause quite a bit of damage inside your body.

The murder of Alexander Litvinenko in 2006 was announced as due to polonium-210 poisoning. According to Nick Priest, a radiation expert speaking on Sky News on December 2, Litvinenko was probably the first person ever to die of the acute alpha radiation effects of ^{210}Po , although Irene Joliot-Curie was actually the first person ever to die from the radiation effects of polonium (due to a single intake) in 1956. Weight-for-weight, polonium is around 5 million times more toxic than hydrogen cyanide: it has been estimated that a minimal lethal dose of ^{210}Po for an 80 kg person is 0.89 micrograms, an extremely small amount.

According to the book *The Bomb in the Basement*, several death cases in Israel during 1957-1969 were caused by ^{210}Po . A leak was discovered at a Weizmann Institute laboratory in 1957. Traces of ^{210}Po were found on the hands of Prof. Dror Sadeh, a physicist who researched radioactive materials. Medical tests indicated no harm, but the tests did not include bone marrow. Sadeh died prematurely from cancer. One of his students died of leukemia, and two colleagues died after a few years, both from cancer. The issue was investigated secretly, and there was never any formal admission that a connection between the leak and the deaths had existed.

Beta particles penetrate a bit more deeply, but again are only dangerous if eaten or inhaled; beta particles can be stopped by a sheet of aluminum foil or Plexiglas. Gamma rays, like X-rays, are stopped by lead.

Neutrons, because they lack charge, penetrate very deeply, and are best stopped by extremely thick layers of concrete or liquids like water or fuel oil. Gamma rays and neutrons, because they are so penetrating, can have severe effects on the cells of humans and other animals.

Source:

<http://science.howstuffworks.com/nuclear1.htm>,

<http://en.wikipedia.org/wiki/Polonium>

Beküldési határidő:

2007. március 19.

Minden egyes lap bal felső sarkában szerepeljen a beküldő teljes neve, iskolája és osztálya. Törekedjete az olvasható írásra, a nyomtatott formában beküldött dolgozatoknak külön örülök.

FONTOS: kérek szépen mindenkit, hogy amennyiben lehetősége van rá e-mailben jutassa el hozzám a megoldást, mivel ebben a tanévben külföldön tartózkodom.

A fordítást a következő címre küldjétek:

szj@elte.hu

vagy KÖKÉL Kémia idegen nyelven
ELTE Kémiai Intézet
Sztáray Judit
1518 Budapest 112., Pf.: 32

MŰHELY



Kérjük, hogy a MŰHELY című módszertani rovatba szánt írásaikat 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@yahoo.com, Telefon: 06 52 512 900 / 22581-es mellék.

Iványiné Batta Beáta

Egykristályok fejlesztése

Bevezetés

Írásomban közkinccsé szeretném tenni mindazokat a tapasztalatokat és elméleti anyagot, amelyek a Berzsényi Dániel Gimnázium (Budapest) egy biológia-kémia tagozatos tanulócsoporttal elvégzett projekt megvalósítása közben ez idáig összegyűltek.

A 2 éves munkánk, melynek címe: *Szintetikus opál előállítás*, a Tempus Közalapítvány Socrates / Comenius 1. nemzetközi iskolai együttműködések támogató, pályázati rendszerben működő program keretében valósul meg.

Tevékenységünk első évében, a címből kiindulva, "Mi az opál?" kérdésre a választ megkeresve, gyorsan eljutottunk az ásványok csodálatos világába. Könnyen rámutattunk, hogy mi mindenre használta és használja az ember az ásványokat, valamint, hogy azok belső szerkezetét megértve a mai kor embere a modern technikában milyen területeken alkalmazza a mesterségesen előállított egykristályokat. Ebben segítséget nyújtott az

MTA Szilárdtest-fizikai és Optikai Kutatóintézet Kristálytechnológiai Osztálya is az által, hogy látogatást tehattünk a kristályfejlesztő laboratóriumukba. Itt a diákok számára világossá vált, hogy a kristályok tanulmányozása ma kiemelkedő feladata a tudománynak. Felhasználásuk kiterjed a sugárhajtóművek szenzoraitól a lézereken és a frekvenciasokszorozókon keresztül a számítógépes chipekig, azaz a modern technikai berendezések mindegyikében megtalálhatóak.

A tanulók a projekt kapcsán 4 fős csoportokban látványos egykristály-fejlesztő gyakorlatokat végeztek, amelyek mindegyike egy átlagos középiskolai laboratóriumban egyszerűen megvalósítható. Egyik sem eszköz- és anyagigényes. A sikeresen megvalósított négyféle kristály-előállítás, amelyek receptjeit a továbbiakban közlöm, szolgálhat annyi tapasztalattal és a témára való rálátással, hogy ezek után saját recepteket könnyű önállóan is összeállítani.

Az egykristály jellemzői: A test egészében a felépítő anyagi részecskék a tér mindhárom irányában periódikusan ismétlődő rend szerint helyezkednek el. A rácsszerű tökéletesen szabályos elrendeződés következménye, hogy a test így törésmentesen átlátszó, amely elérése nem egyszerű feladat. Az egykristályok minőségét is ez alapján határozzák meg.

A kristályos testek anizotróp sajátságúak, ami azt jelenti, hogy a fizikai tulajdonságok egy része függ az iránytól. Ilyen pl. a hasadás, optikai és elektromos tulajdonságok, valamint ennek legfeltűnőbb megnyilvánulása a síklapokkal határolt jellegzetes kristályalak, ami azzal magyarázható, hogy a kristályok a különböző irányokban különböző sebességgel növekednek.

Az egykristály-fejlesztés általános lehetőségei:

A lehető legtökéletesebb belső szabályos rend kialakításához, ami energetikailag optimális elrendeződést jelent, biztosítani kell, hogy az alkotó anyagi részecskék lassan találkozzanak. A kívánt tulajdonságú kristály anyagi összetételétől és jellegzetességeitől függően a fejlesztés különböző módjai vehetők igénybe.

1. Fejlesztés gázfázisban

A kristályalkotók elpárolgatás után a gázfázisban találkoznak és kicsapódnak. Ilyen folyamatot használnak ki pl. a halogénlámpákban. Az izzószálból elpárolgott wolfram reagál az üvegfalról szublimáló jódval, lecsa-

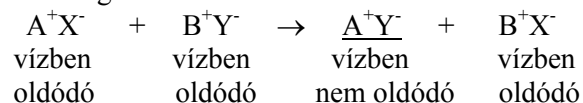
pódik a wolfram-jodid a forró szátra, ahol fénykibocsátás közben újra elbomlik.

2. Fejlesztés olvadékból

A kísérleti, de a nagyüzemi egykristály-fejlesztés leggyakrabban alkalmazott módszere. A kémiaiilag tiszta anyagot megolvasztják, amely olvadék aztán lefolyik egy alacsonyabb hőmérsékletű tányérra előre odahelyezett oltókristályra. Itt egy körte alakú egykristály képződik, amely eltérő hosszúságú és 1-10 cm átmérőjű lehet. Ilyen módon készült egykristályokat használnak különböző „színű” lézer fény előállítására. Az elektronikában alkalmazott szilícium egykristályokat is ehhez hasonlóan olvadékból „húzzák” kb. 10 cm átmérőjű 1 m hosszú rudakká, majd ezt szeletelik vékony lapokká és darabolják megfelelő méretűre. Az infravörös spektroszkópiában optikai sajátosságai miatt használt NaCl egykristályokat is így állítják elő.

3. Fejlesztés gélben

A vízben nehezen oldódó ionos vegyületek kristályait gélben (mint pl. megfelelő „feszességű” szilikagél) végrehajtott kicserélődéses reakciókkal is elő lehet állítani. Megfelelő két vízben oldódó kiindulási anyag reagál egymással a gélben a következő általános formula szerint:



A gél gondoskodik arról, hogy a két összetevő (A^+ és Y^-) lassan találkozzon egymással. Így lehet például a következő anyagok egykristályait előállítani: kalcium-tartarát, gipsz, ólom-jodid, ezüst-klorid.

4. Fejlesztés vizes oldatokból

Vízben jól oldódó anyagok egykristályainak előállítási módszerei tovább csoportosíthatók az oldhatósági görbe jellemzői alapján.

a) Lehűtési módszer alkalmazása akkor javasolt, ha az oldhatósági görbe jelentősen felfelé ívelő, vagyis melegen sokkal jobban oldódik az anyag. *Általában az eljárás:* Szobahőmérséklettől magasabb hőmérsékleten (kb. 35 °C – 45 °C) telített oldatot nagyon lassan (kb. 0,1 °C/nap) néhány hét alatt visszahűtünk. Ez idő alatt, ebben a zárt rendszerben, az oldatba függesztett oltókristály jelentősen megnő. Tökéletesíti az eljárást, ha a kristály és a folyadék mozog egymáshoz képest, például forgatjuk a

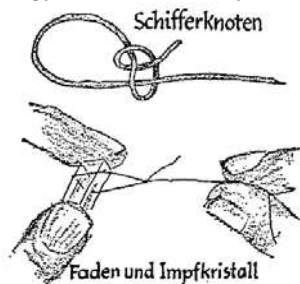
kristályt vagy a vízben keltünk hullámokat. Az így fejlesztett egykristály minősége kiváló. A zártságot, a kristály mozgását és a lassú hűtést biztosító úgynevezett kristályfejlesztő készülék házilag is összeállítható.

b) Túltelített módszer alkalmazása akkor javasolt, ha az oldhatósági görbe nem meredeken, de felfelé ívelő és nem áll rendelkezésre az előbb említett kristályfejlesztő készülék. Ehhez az eljáráshoz viszont szükséges egy olyan helység, ahol állandó a hőmérséklet, mint például egy pince-helység 19-20 °C-kal, vagy hűtőszekrény. *Általában az eljárás:* Szobahőmérséklettől 20-30 °C-kal magasabb rögzített hőmérsékleten készítünk egy olyan oldatot, hogy a bemért só még éppen feloldódjon. Az edényt lezárva elhelyezzük az állandó hőmérsékletű helységben egy nyugodt helyre. 1-2 napig állni hagyjuk. Az alacsonyabb hőmérsékleten feleslegessé vált só kiválik, így az oldat az adott hőmérsékleten telítetté válik. Leszűrjük egy szintén zárható edénybe. Ezután az oldatot ismét felmelegítjük arra a hőmérsékletre, amelyen az elején az oldást végeztük, és a kivált mennyiségtől kisebb tömegű sót még feloldunk. Belelógatjuk az oltókristályt és lezárva elhelyezzük ismét a nyugodt állandó hőmérsékletű helyen. Maximum 1 hét múlva a kristály felveszi az összes feleslegessé vált só mennyiségét és befejezi a növekedést. Az így keletkezett egykristályok minősége általában nem jó.

c) Bepárlásos módszer alkalmazása akkor javasolt, ha az oldhatósági görbe nem meredeken, de felfelé ívelő vagy gyakorlatilag lineáris, és nem áll rendelkezésre kristályfejlesztő készülék. Ehhez az eljáráshoz is szükséges egy olyan helység, ahol állandó a hőmérséklet, például egy pince-helység 19-20 °C-kal, vagy hűtőszekrény. *Általában az eljárás:* Az oldhatósági görbe ismeretében a szobahőmérséklettől kb. 10-15 °C-kal magasabb hőmérsékletnek megfelelő mennyiségű sót melegítés közben feloldunk megfelelő mennyiségű desztillált vízben. Ezután állandó hőmérsékletű nyugodt helyen 1-2 napig állni hagyjuk. Eközben a feleslegessé vált só kiválik, az oldat telített lesz. Leszűrjük. Ezután fonálra erősítjük az oltókristályt, és a telített oldatba merítjük optimális mélységig (nem túl közel az edény aljához, oldalához és a folyadékszinthez). Nyugodt, állandó hőmérsékletű helyen tároljuk nyitva, de nem fedetlenül. Az edényt takarjuk le papírvattával, vagy textildarabbal, abból a célból, hogy a víz párologhasson, de fékezze azt, valamint hogy kívülről semmilyen szennyeződés, még por se, hullhasson az oldatba. 1-2 hetes nyugalom után szépen fejlett kristály keletkezik. Ha időközben túl sok apró kristály kez-

dene növekedni az edény alján, oldalán, akkor időnként szűrjük le az oldatot. Nagyon enyhén melegítsük, hogy a kristálycsírák feloldódjanak, a kristályunkat visszahelyezve folytassuk a növesztést. Tetszőleges méretű kristályok fejleszthetők. Ennél az eljárásnál, ha a külső állandó hőmérséklet alacsonyabb, azzal lassabb a víz párolgása, így lassabb a kristály növekedése is, viszont jelentősen javulhat a minősége. Ilyen módszerrel könnyen előállítható egykristályok például: timsó ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), seignette-só azaz KNa-tartarát ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), konyhasó (NaCl), triglicin-szulfát azaz TGS ($(\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH})_3 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$).

d) Hidrotermálszintézis. A vizes oldatból való kristályfejlesztés egy olyan módja, ahol 400°C körül 1000 bar nyomáson történik a kristályosodás az autoklávban (nagy nyomásos berendezés). Így készül a rezgőkvarc, pl. a kvarcórák és a rádió-adóállomások számára. *Oltókristályok fejlesztése:* Szobahőmérsékleten telített oldat kis részletét (kb. 30 ml) kb. 1 napig hagyjuk állni papírvattával vagy textildarabbal letakarva. A kristályok fejlődése 1 órán belül már szemmel látható módon érzékelhető. Érdekes a folyamatot nyomon követni, akár óráról-órára, ugyanis oltókristálynak a teljesen átlátszó, jó minőségű, kb. $0,5 \times 0,5$ cm-es egykristályok a legalkalmasabbak. *Az oltókristályok rögzítése a fonálra:* Legalkalmasabb a 0,2 mm vastagságú horgászszinór. Cérnaszál nem alkalmazható, mert felszívja az oldatot és azon is megindul a kristálykiválás. Az ábra mutatja a speciális csomózást, amivel a kristály megfelelően rögzíthető.



Néhány egykristály előállításának leírása

A következőkben néhány egykristály előállításának részletes leírását adom meg.

Timsó egykristály ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) előállítása bepárlásos módszerrel

1. Melegítés közben oldjunk fel 100g timsót 500 ml desztillált vízben. Zárjuk le az edényt és hagyjuk 2 napig állni.
2. Szűrjük le az oldatot. A kivált kristályokat szárítsuk, majd egy oltókristálynak alkalmasat erősítsünk fel egy műanyag szálra.

A szűrletet nagyon enyhén melegítsük meg, hogy a kristálycsírák feloldódjanak. Helyezzük a telített oldatba az oltókristályt, és fedjük le lazán papírvattával.

3. Időnként (2 naponta) ellenőrizzük a kristály növekedését. Ha sok apró kristály kezd növekedni az edény alján vagy oldalán, érdemes leszűrni.
4. Kb. 1 hét elteltével szintelen kristályunk eléri az 1-1,5 cm-es hosszúságot, és formája megfelel az anyagra jellemző oktaédernek.

Ennél az eljárásnál a növesztés tovább folytatható, amíg az oldat még ellepi a kristályt.

Variáció 1.: 100g 5-30 % krómtimsót ($\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) tartalmazó timsót oldjunk föl 500 ml desztillált vízben, és az előzőekhez hasonlóan fejlesszünk egykristályt.

Ebben az esetben lila színű, de szintén oktaéder formájú kristályokhoz jutunk.

Variáció 2. : A Variáció 1.-ben kapott nem túl nagy lila oktaédert helyezzük át egy szintelen telített timsó oldatba, amit előzőleg „megkezelünk” egy-két csepp detergenssel. (A legjobban bevált az antibakteriális kék színű Cif mosogatószer.) Az így továbbnövesztett egykristály fokozatosan kocka alakot ölt, amely szintelen kocka belsejében jól látható a lila oktaéder.



Seignette-só – KNa-tartarát ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) szintetizálása borkőből (KH-tartarát $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) kiindulva, majd egykristály fejlesztése

Nyers borkő tisztítása átkristályosítással

A nyers borkő, amely boroshordók alján kiválik és borászoktól beszerezhető, a szerves szennyeződések mértékétől függően piszkos fehér vagy homok színű, amely vízben rosszul oldódik. 1,5 l forrásban lévő csapvízben oldjunk fel 50g porrá tört borkövet kevergetés mellett. Feloldódás

után adjunk az oldathoz 5 evőkanál aktív szénport. Szűrjük le az oldatot. Használjunk ehhez előmelegített szűrőt és filtert, hogy megakadályozzuk a só időelőtti kiválását. A szűrletet hagyjuk egy napig hűlni. Ehhez használhatunk hűtőszekrényt is, azért hogy a kitermelési arányt javítsuk. A keletkező szalma kristályokat nuccsolással távolítsuk el az anyalúgtól, majd szárítsuk. Az 1. 2. lépéseket ismételjük addig, amíg elegendő mennyiségű tisztított KH-tartarátunk nem lesz.

Seignette-só szintetizálása

100g tisztított borkövet keverjük össze 200 ml desztillált vízzel. Kanállal adagoljunk a szuszpenzióhoz 45 g NaH-karbonátot. Amikor az erős gázfejlődés csendesedik, állítsuk edényünket 40 °C-os vízfürdőbe.

Oltókristályok fejlesztése

A gázfejlődés befejeződése után adjunk az oldathoz 2 kanál aktív szénport, majd nagyméretű (kb. 14 cm átmérőjű) Büchner-tölcsér segítségével szűrjük le. A szűrletet egy nagyméretű (kb. 20 cm átmérőjű) Petri-csészébe töltjük és nyugodt helyen állni hagyjuk. Pár nap múlva, a szűrlet betöményedése után, a keletkező kristályokat leszűrjük, szárítjuk és kiválasztunk közülük oltókristálynak néhányat. Melegítéssel bepárlással egy második kristályfrakció is kinyerhető az egykristály fejlesztéséhez.

Seignette-só egykristály fejlesztése

Az előző lépéseket ismételjük addig, amíg elegendő mennyiségű sónk nem lesz.

1. 500g KNa-tartarátot oldjunk fel melegítés közben 375 ml desztillált vízben. Zárjuk le az edényt és hagyjuk 2 napig állni hűtőszekrényben.
2. Szűrjük le az oldatot. A szűrletet nagyon enyhén melegítsük meg, hogy a kristálycsírák feloldódjanak. Helyezzük a telített oldatba az oltókristályt, fedjük le lazán papírvattával és tegyük vissza a hűtőszekrénybe.
3. Időnként (2 naponta) ellenőrizzük a kristály növekedését. Ha sok apró kristály kezd növekedni az edény alján vagy oldalán, érdemes leszűrni.
4. Kb. 1 hét elteltével szintelen kristályunk eléri az 3-4 cm-es hosszúságot, és formája megfelel az anyagra jellemző sokszög alapú hasábnak.

A KNa-tartarát egykristályai piezoelektromos tulajdonságúak, amely szemléltetését is ki lehet dolgozni.

Kalcium-tartarát egykristály ($\text{CaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) fejlesztése szilikagélben

1. Készítsük el a következő oldatokat:
 1. oldat: 5,5g borkősav + 100 ml desztillált víz
 2. oldat: 12,5 ml vízüveg + 76,5 ml desztillált víz
 3. oldat: 10 ml tömény NaOH-oldat.
2. Az 1. oldathoz kevertetés mellett lassan adagoljuk hozzá a 2. oldatot. A 3. oldat segítségével állítsuk be az oldat pH értékét 3,5-4 közötti értékre. Az így kapott elegyet töltsük szét három demonstrációs kémcsőbe 2/3-ig, és zárjuk le őket légmentesen.
3. 2 nap múlva, amikor befejeződött a géjesedés rétegezzünk a kémcsövek tartalmára külön-külön különböző töménységű CaCl_2 -oldatot.

Pl.: 0,8 g CaCl_2 + 13,5 ml desztillált víz
 0,8 g CaCl_2 + 20 ml desztillált víz
 0,8 g CaCl_2 + 27 ml desztillált víz
4. 1-2 nap múlva figyeljük meg a kialakult kristályokat. Jegyezzük fel minden esetben, hogy hol alakultak ki a kristályok, milyen a színük, formájuk, nagyságuk. Sikeres esetben 1-2 héttel a rárétegzés után apró 0,3-1 cm átmérőjű halványsárga oktaéder formájú egykristályok keletkeznek a gél belsejében.
5. Dolgozzunk ki variációkat minél fejlettebb és jobb minőségű egykristály előállítására úgy, hogy változtassuk az egyes pontban kapott elegy pH értékét, illetve a 2. pontban használt oldatot helyettesítsük más gyengébb savak Ca-sóinak oldatával, pl. Ca-formiáttal vagy Ca-acetáttal.

Konyhasó–szőlőcukor kettősső-egykristály előállítása

1. Készítsünk különböző molarányú szőlőcukor és konyhasó keverékből szobahőmérsékleten tömény oldatokat, minden esetben kb. 75 ml desztillált vizet használva.

0,1 mol NaCl + 0,05 mol $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
 0,1 mol NaCl + 0,075 mol $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
 0,1 mol NaCl + 0,1 mol $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
 0,1 mol NaCl + 0,15 mol $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
 0,1 mol NaCl + 0,2 mol $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

Az oldatokat töltsük rá nagyméretű (20 cm átmérőjű) óraüvegekre, hogy bepárlódjanak, ami eltarthat több napig is.

Naponta ellenőrizzük az oldatokat. Ha a harmadik napon sem indul meg a kristálykiválás, akkor kapargassuk meg üvegbottal az oldat alján az óraüveget. Figyeljük meg, hogy milyen molarányok esetén lesz a keletkezett kristályok formája eltérő a konyhasó jellegzetes alakjától.

2. Készítsünk 500 ml az 1. pontban meghatározott molarányú szobahőmérsékleten telített oldatot. Helyezzünk bele egy ugyanilyen molarányú felfüggesztett oltókristályt. Fedjük le lazán az edényt és helyezzük állandó hőmérsékletű helyre pl. hűtőszekrénybe.
3. Naponta ellenőrizzük a kristályok növekedését. Ha sok apró kristály kezd növekedni az edény alján vagy oldalán, érdemes leszűrni, még-hozzá ebben az esetben az oldat nagy viszkozitása miatt a vákuumszűrés a javasolt.
4. Kb. 1 hét elteltével színtelen kristályunk eléri az 1-1,5 cm-es hosszúságot, és a hexagonális trapezoédes osztályba tartozó két végén hegyes formájú.

Záró gondolatok

Diákjaim az általam közölt elméleti anyagot, a gyakorlatok elvégzésével szerzett tapasztalatokat, következtetéseket és gyűjtőmunkájuk eredményeit csoportonként összefoglalták egy-egy néhány oldalas dolgozatban.

Projektünk eddigi minden tevékenységét képek és letölthető dokumentumok formájában megismerheti bárki a <http://www.berzsenyi.hu/~dibusz/comenius/index.html> weboldaltól. Azt viszont, hogy egyszerű laboratóriumi műveletek eredményeként kezünk alatt születnek, és gondoskodásunknak köszönhetően növekednek ezek a szemet is gyönyörködtető egykristályok, valamint, hogy ezek tanulmányozása és fejlesztése közben tanulóink tudományos gondolkodása érezhetően változik, nem pótolható semmivel.

A 2 éves projekt 2. évében kerül sor ténylegesen az ékszer minőségű szintetikus opál előállítására, amelyről szeretnék majd ezeken az oldalakon szintén beszámolni.

Ludányi Lajos

Az atomfogalom tanításának lehetőségei és problémái. II. Hazai tapasztalatok

A cikksorozat első részében (KÖKÉL, 2006/5, 340. oldal) áttekintettem az atomfogalom tanításával kapcsolatos problémakör elméleti alapjait. Ebben a közleményben saját empirikus vizsgálataink alapján a magyarországi tapasztalatokról fogok beszámolni.

A felmérés körülményei

A Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertani Kutatócsoportja 2003 májusában és júniusában egy országos méretű, 726 tanuló bevonásával történő komplex, több szempont szerint – többféle felmérőlapot tartalmazó – felmérést végzett. A felmérésben 17 hat- és nyolcosztályos gimnázium vett részt az ország legkülönbözőbb részeiből. A vizsgált korosztály tagjai a kémia tantárgy szempontjából releváns 7-11. évfolyamos diákok voltak. A vizsgálat hat- és nyolcosztályos gimnazistákra szűkítésének oka volt, hogy az ilyen iskolákban nincs tanárváltás a nyolcadik év végén. A kémiai fogalmak, a kémiatudás fejlődését folyamatában vizsgálva nincs törés; azaz a diákok - jó esetben - ugyanazon tanár ugyanazon módszerei szerint haladnak tovább tanulmányaikban.

A felmérőlap feladatai a következők voltak:

1. feladat: Atom, molekula, elemmolekula, vegyületmolekula, ion, kation, anion, egyszerű ion, összetett ion fogalma
- 2-3. feladat: Vegyjel, képlet jelentése
- 4-5. feladat: Az anyagokat alkotó részecskék vizsgálata
6. Részecskék töltésének vizsgálata
- 7-8. Az anyag szerveződése

A kiértékeléshez a hagyományos statisztikai módszereket (SPSS) és a magyar pedagógiai kutatásokban még viszonylag új – struktúrafeltáró – módszert, a tudástér elméletet is felhasználtuk.

Az értékelésből az atommal kapcsolatos eredmények egy részét ismertetem jelen tanulmányomban.

Az atomfogalom sokszínűsége

Az atom fogalmára adott definíciók értékelésekor azzal szembesültünk, hogy nehéz megadni az ideális definíciót a magunk számára is; még inkább nehézségbe ütközik ez, mikor egy a fogalmi fejlődés kezdeti szakaszában lévő tanuló definícióját kell értékelni.

Ez egyrészt ismeretelméleti okokra vezethető vissza. Az atom egy hipotetikus fogalom, és az, amit egy adott korban éppen megjelenít, aszerint változik, hogy milyen magyarázatot adott a kor tudósa egy-egy megfigyelés, mérési adat magyarázatára. Az atom fogalma drámaian megváltozott, amikor a felmerülő új eredmények arra kényszerítették a tudósokat, hogy felülvizsgálják korábbi feltételezésüket. Ez történt például Rutherford kísérlete vagy az elektron hullámtermészetének felfedezése után. Ezek a változások rendszerint megjelennek a tananyagban is, nem könnyítve meg a diák dolgát abban a kérdésben, hogy milyen definíciót is adjon az atom fogalmára.

A standardként használható definíció megtalálására nem voltak segítségünkre a tankönyvek sem, amelyek többnyire csak az első – az atom oszthatatlan, kémiaiilag oszthatatlan típusú – definíciót adták meg, majd a későbbiekben csak a fogalom fejlődését mutatták be, a tanulóra bízva a fogalom aktualizálását.

A vizsgálatunkba bevont 17 magyarországi kémia tankönyv atomdefiníciói a következő csoportokba voltak sorolhatók:

1. Demokritoszi megközelítés

pl. „A görögök az ókorban úgy gondolták, minden anyagra jellemző, hogy tovább már nem osztható, parányi részecskékből épül fel. Ezeket a részecskéket nevezték atomnak.”

2. Daltoni elemfogalomból származtatott

pl. „A kémiai elemek parányi részecskéit, amelyekből az elemhalmaz felépíthető: atomoknak nevezzük.”

3. Kémiai alapegység típusú megközelítés

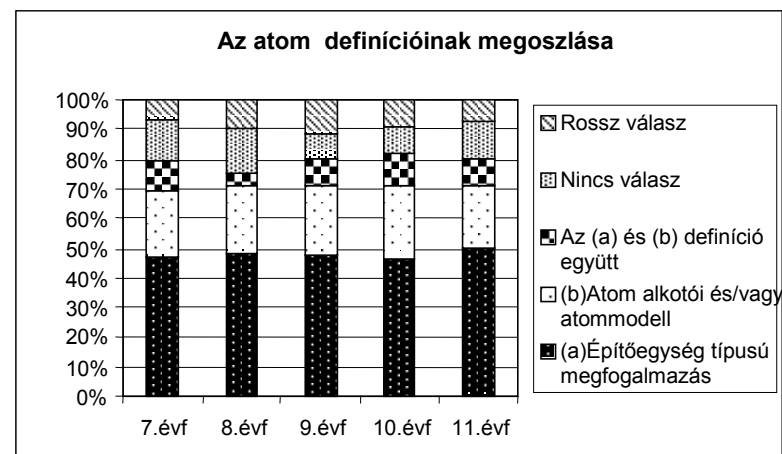
a, pl. „Az anyagok kémiai módszerekkel tovább már nem bontható egysége az atom.”

b, pl. „Atomok a legegyszerűbb olyan kémiai részecskék, amelyek a kémiai változásokban nem alakulnak át.”

4. Építőegység típusú megközelítés

pl. „Mai tudásunk szerint kémiai szempontból az atom a legkisebb önállóan is létező részecske.”

A tanulói definíciók jó része viszont az atomot nemcsak alapegység-építőegységként említette, hanem kitért annak felépítő alkotóira, esetleg az egyik atommodellel azonosította. Vizsgálatunkban ezért első megközelítésként a tanulói válaszokat aszerint osztályoztuk, hogy a tanulói válasz az építőegység, az atomot felépítő elemi részecskék vagy az atommodellel megadott válaszelemet is tartalmazta-e.



Látható, hogy az atom fogalma nagyon statikus, az évek előrehaladtával is alig változik a megközelítésének módja. Az évfolyamonkénti megoszlás szinte teljesen megegyezik, azaz az első évben bevett fogalmat a későbbi évek ismeretei sem írják felül. A tanulók fele mindvégig ragaszkodik az oszthatatlan atom definíciójához, de a fogalomról semmit nem tudók és rossz választ adók száma sem csökken az évek előrehaladásával. A diákok körülbelül 80%-a többé-kevésbé hiányos, de az atomfogalomra vonatkozó definíciót adott. Gyakorlatilag minden évfolyamon a diákok ~50%-a oszthatatlan golyóként, az anyagok felépítőjeként kezeli az atomot. A tanulók ~30%-a már az atom felépítését is belevonja definíciójába, míg diákjaink ~20%-ának egyáltalán nincs az atomról értékelhető elképzelése. Ez kísértetiesen egybeesik a tanulmány előző fejezetében az irodalomból citált adatokkal:

Amerikai tapasztalatok [1] Unal és Zollman	A diákok valamivel több mint 50 %-a az atomot mint az anyagok felépítőjét említi csupán, 33%-uk tér ki az alkotóira, és 42 % hozza be magyarázatába az atommodellt.
Ausztrál tapasztalatok [2] Harrison és Treagust	A diákok 55%-a csupán gömbként értelmezi az atomot, 32%-uk pedig atommagot és körülötte keringő elektronokat rajzol.
Francia tapasztalatok [3] Cokelez és Dumont	A végzős diákok 41%-a gömbként, 48 %-a pedig a bohri értelemben képzei el az atomot
Német tapasztalatok [4] Bethge és Niedderer	Középiskolás diákok közel 50%-a gömbként rajzolta az atomot, kvantummechanikai ismereteik ellenére is.

A diákok atomdefiníciói

A definíciók jelentős része nem felel meg a definiálás formai követelményeinek. Sok tanuló adott csonka definíciót. Ezekből hiányzik a besoroló fogalom, vagy a viszony, sokszor a fogalom neve sem szerepel. Pl. „Apró részecske” vagy „Minden test atomokból áll össze” vagy „A legkisebb anyagi részecske”.

A bevéső tanulás eredménye lehet, hogy a legkedveltebb –legelőször rögzült– atomdefiníció: „Az atom az anyagok legkisebb, oszthatatlan része” változatlan formában, tömegesen köszön vissza minden évfolyamon. A mechanikus felidézés sematikusságára vezethető vissza az is, hogy a kémia két különböző szintű atomfogalmának egyesítésével állítanak elő önellentmondásos atomdefiníciót:

„[Az atom] Oszthatatlan részecske, amely atommagból és elektronfelhőből épül fel.”

Az első két kémiás évfolyamon még nem birtokolják egészében a kémia nyelvezetét, ezért a köznap szókészlettel próbálják meg körülírni az adott fogalmat:

„Legkisebb *részegység*, amit már tovább nem lehet bontani.” (7. évf.)

„Elemi *parány*.” (7. évf.)

„A legkisebb *alkotóelem*.” (7.évf.)

„Azonos *fajtájú* részecskék összessége.” (7. évf.)

„*Élőlények parányi eleme*, része, az anyag kémiailag oszthatatlan része, atomrács is van.” (8.évf.)

„A *világmindenség* legkisebb része.” (8.évf.)

Az anyag szó is egyfajta jokerként szerepel sok diák definíciójában. Ezzel próbálják meg kikerülni, helyettesíteni az illető egység konkrét megnevezését:

„Olyan *anyagok*, amelyekre ugyanazon tulajdonságok a jellemzőek”(9. évf.)

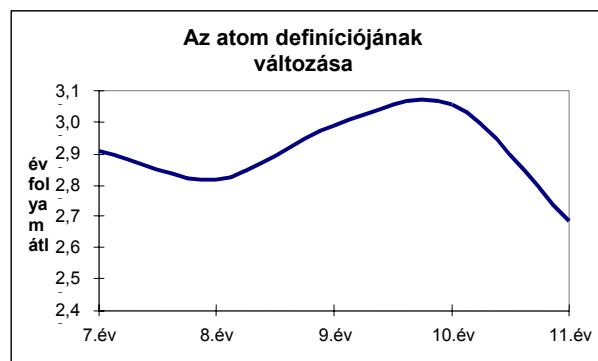
A definíciók kategorizálása

A válaszok értékelésénél nem állíthatjuk, hogy 11. évfolyamon a kvantummechanikai atommodell szerinti definíció a helyes, míg 7. évfolyamon elég a helyességhez a bohri elképzelés is. Ugyanolyan helyes definícióként kell elfogadnunk bármely évfolyamon a demokritoszi(?), a daltoni vagy akár a kvantummechanikai atommodellt is. Emiatt a következő -a tévképzetkutatás során használatos- skálát használtuk a tanulói válaszok értékelésére. Ebben is 0-5 között osztályoztuk a választ, bár ezek az értékek nem esnek minden esetben egybe a hagyományos iskolai osztályzás során használt ötös skála értékeivel.

Válasz kódja	Megértés szintje	Leírása	Példa rá
0	Nincs válasz		„Nem tudom”
1	Nincs megértés	a kérdés megismétlése, értelmetlen válasz	„Ez egy jelző. Atom = király”
2	Tévképzet	a válasz helytelen információt tartalmaz	„Az atom elemi részecske.”
3	Részleges megértés tévképzetrel	a válaszok jelzik az adott fogalom megértését, de tartalmaznak olyan állításokat is, amelyek tévképzetre utalnak	„Az elem egyik alkotórésze, különböző rétegeiben található a proton, neutron és elektron.”

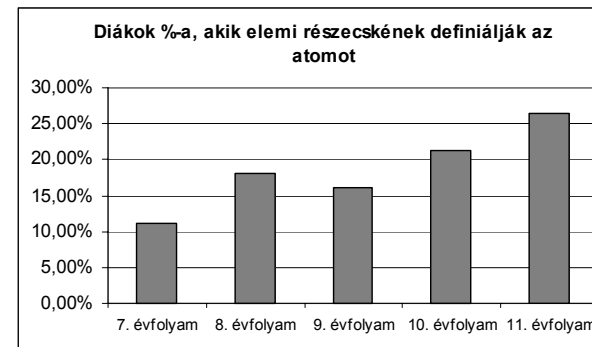
4	Részleges megértés	a válaszok a helyes válasz elemei közül legalább egyet tartalmaznak, de nem az egészt	„Protont, neutron, elektront tartalmazó részecske.”
5	Teljes megértés	a válaszok a helyes megoldás összes komponensét tartalmazzák	

Ábrázolva az évfolyamonkénti átlagok megoszlását, látható, hogy az atom definiálása 10. évfolyamon (szerves kémiai tananyagot követően) a legszínvonalasabb, míg 11. évfolyam végén (a szerves és az elektrokémia tananyagot követően) a legalacsonyabbra csökken a definíciók színvonala. A hullámszerű oka, hogy 8. és 11. évfolyamon a tévképzetek száma ugrás-szerűen megnövekszik. Ugyanakkor elkopnak olyan fontos jelzők, melyek nélkül a definíció nem csak az atomra érvényes (pl.: semleges, kémiai). A mindkét évfolyamon történő visszaesés elsődleges oka, hogy a definíciókban duplájára - másfélszeresére nő az előző évhez képest azok számára, akik az amúgy helyes definíciójukban az atomot elemi részecskének nyilvánítják. A skálázás miatt ez két-három egységgel is visszaminősíti az adott válasz értékét, ennek hatása tükröződik az átlagban is.



A kémiai szakirodalomban eddig sehol nem bukkant fel az a Magyarországon rendkívül elterjedt válasz, hogy az atomot elemi részecskének definiálják diákjaink. A hibás válaszok mellett elenyésző azok száma,

akik valóban az atomot felépítő részecskéket értik az elemi részecske alatt.



Az elemi szó népszerűségének magyarázata egyértelműen nyelvi, értelmezési problémára vezethető vissza. Az elemi szó ugyanis nemcsak az atommal kapcsolatos definíciókban bukkan fel. A H vegyjel jelentése: „*Elemi* hidrogénrészecske” (10. évf.) Kation: „*Pozitív elemi* töltéssel rendelkező elemi részecske” (10.évf.). Elemmolekula: „A molekula kizárólag *elemi* részecskéket tartalmaz” (9. évf.).

Ugyanazon tanulóknál a definíciók és a többi feladatra adott válaszok összevetése során kiderült, hogy az *elemi* szó a diákok többségénél nem a fizika által használatos elemi jelzöt takarja. Ennek egyik oka, hogy az elemi részecske hangsúlyos megjelenése a 12. évfolyam fizika tananyagához kötődik, kémiából pedig nem fordítunk különösebben nagy hangsúlyt arra, hogy a protont, neutron, elektront nevezzük elemi részecskének.

A diákok számára az *elemi* jelző jelenti:

1. az alapvető-meghatározó jelzöt

„Legkisebb önálló elemi egység, a szó a görög oszthatatlan (atomosz) szóból, ered” (10. évf.) definícióban az elemi jelző például arra utal, hogy ez egy alapvető egység. Egy 11. osztályos diák például a következő definíciókat adta: „Az atom elemi részecske”, „A molekula több atomból felépülő elemi részecske”, és „Az ion töltéssel rendelkező elemi részecske”. Egyértelmű, hogy az anyagokat felépítő alapegységeket minősíti az elemi jelzővel.

2. elemből képződött jelzöt

Elemmolekula: „Elemi atomokból álló kémiai részecske.” (10.évf.)
 Elemmolekula: „Elemi részecskék kapcsolódnak molekulává. pl. O_2 , N_2 , H_2 ” (10.évf.) A példákban egyértelműen kiderül, hogy az elem atomjaiból álló molekula kifejezést érti alatta. A fentebb idézett első definíción érződik, hogy ez a daltoni elemdefinícióból származó, diákok által helyes nyelvtani logikával levezetett következtetés (pl. ha a Budapesten élők, azt alkotók a budapestiek, akkor az elemet alkotó atomok azok az elemiek); de a kémiai nyelvezetnek ez nem felel meg.

A strukturális elemzés jelentősége

Azt a megállapítást, hogy „a diákokban az atomról alkotott kép meglehetősen statikus, az évek során sem változik”, ezt az egyszerű statisztikai módszerek sugallják. Ha struktúrafeltáró módszerekkel is analizáljuk az adatainkat, láthatóvá válik, hogy az egyes évfolyamokon, az atom fogalma milyen szerkezeti átrendeződésen megy keresztül.

A természettudományok oktatásával kapcsolatosan legelterjedtebb nézőpont, a konstruktivista szemléletmód értelmében megfigyeléseinket, érzékszerveinkkel által nyert tapasztalatainkat befolyásolják a már felépített gondolati rendszerünk előzetes elvárásai. Ennek megfelelően egy kísérlet értelmezését, egy tankönyvi ábra jelentését vagy a tanári magyarázat tanulói értelmezését is diákunk az előzetes ismereteinek megfelelően átformálja. Ezekre az előzetes ismeretekre támaszkodva építi tovább saját tudásrendszerét, amelybe több-kevesebb sikerrel igyekszik beilleszteni, hozzákapcsolni a tananyagban előkerülő újabb jelenségeket. Ennek köszönhetően a tanulás nem egyszerűen egy tudástranszfer a tanártól, vagy a tankönyvtől a diák felé, hanem a tanár számára láthatatlan és jórészt ellenőrizhetetlen, a tanuló által megvalósított építő folyamat.

Egyértelmű, hogy csak a strukturált módon kialakított tudást lehet hasznosítani: azaz az olyan tudást, amelyben a tudáselemek kapcsolódnak egymáshoz, egy rendszert hozva létre. Tudásunk kiépítésének módszere az, hogy az új ismeretet a már meglévő rendszerünk eleméhez, elemeihez kapcsoljuk. A tudás ennek következtében nem egyszerűen tények tárháza, hanem fogalmainknak kiterjedt hálózata, idegen kifejezéssel egy *kognitív struktúra*.

A tudás akkor használható fel leginkább, ha a strukturáltsága kompatibilis azzal, ahogy a többi ember kiépítette a saját struktúráját. Az oktatási fo-

lyamatra vonatkoztatva, ez azt jelenti, hogy a tanulók kognitív struktúrája akkor a legmegfelelőbb, ha a kiépülése követi a bennünk, tanároknak kiépült struktúrát.

Ez elvileg ellentmond több pszichológus megállapításának, akik szerint a tudás kiépítésének folyamata, a létrejövő szerkezet egyedi; mindannyian másként jutunk el a folyamat végére. Ezt a látszólagos ellentmondást azzal oldhatjuk fel, valóban, mindannyiunknak egyedi kognitív struktúránk van, de ezekben a struktúrákban nagyon sok a közös vonás.

Fenomenográfia

A tudástér elmélet módszere nagyszerűen alkalmas arra, hogy kellő számú (minimum 3) dolgozati kérdés segítségével felállítsa egy adott témakörön belül a kérdések-problémák hierarchiáját, fel tudjuk mérni segítségével a diákcsoportra jellemző tanulási utat, a különböző fogalmak egymásra épülését.

Nem használható azonban olyan esetben, amikor például csak egy itemből álló „feladatsorunk” van, mikor csak egyetlen fogalom finomszerkezetét kívánjuk feltárni. Eleve a tudástér módszere nem erre van kidolgozva. A dichotóm skála használata miatt a válasz vagy 1 vagy 0 értéket kaphat, attól függően, hogy a helyes választ kaptuk vagy sem. Egy nyíltvégű kérdés esetén ebből nem tudjuk megállapítani, hogy diákjaink milyen utat követnek az atom fogalmának megadásakor, ha csak jó vagy nem jó kategória létezik.

Egyetlen fogalom finomszerkezetének vizsgálatára dolgoztunk ki egy módszert, amelyben felhasználtuk a fenomenográfia módszerét [5], és a tudástér elmélet matematikai apparátusát.

A fenomenográfia egy vizsgálati módszer, amelynek segítségével feltérképezhetjük azokat a minőségileg különböző utakat, amelyeken a körülöttünk lévő világ jelenségeit észleljük, elképzeljük és megértjük. A fenomenográfiai vizsgálatok lényege, hogy egy jelenséghez fogalom vagy törvény megértéséhez korlátozott számú, egymástól minőségileg különböző úton juthatunk el. A fenomenografikus módszernél kategorizáljuk az adott dologról beérkezett leírásokat, ezek a kategóriák adják aztán a végeredményét a vizsgálatnak. A fenomenográfusok a leglényegesebb megkülönböztető jegyeket keresik meg a jelenség felépülésében. Ezen túl minden egyes kategória egy nagyobb szerkezetnek, a többi kategóriából létrehozott szerkezetnek a része. Mi nem álltunk meg a vizsgálattal a ka-

tegóriák megállapítása után, hanem χ^2 vizsgálatok sorozatával (Potter-féle program) megkerestük az adott évfolyamon azt az ideális (egy vagy több) gráfszerkezetet, amely legjobban illeszkedik a tanuló csoportnak az atom fogalmáról alkotott fenomenografikus szerkezetéhez.

Ennek révén a fogalom kiépülésének lényegét tudtuk megállapítani. Mivel a gráfok nehezen értelmezhetők, ezért a gráfokat Hasse-diagramok alkalmazásával tettük szemléletessé.

Az atom fogalmának fenomenográfiai megközelítése

Az atomfogalomra is igaz a fenomenográfiai megközelítés, hogy véges számú módon definiálható az atomfogalom. A tanulói válaszok elemzése alapján három lényegi kategória körvonalazódott az atom fogalmára:

1. Az anyag építőegysége típusú definíció

Ilyen definíció például: „Az atom az anyag legkisebb részecskéje.” vagy „Az anyag kémiaiilag tovább nem osztható részecskéje.”

2. Az atom alkotói típusú definíció

Pl. „Az atom protonból, elektronból és neutronból álló semleges részecske.” Vagy „Az atom atommagból és elektronból álló részecske (az atommagban található a proton és a neutron)”.

3. Az atom modellezése típusú definíció

„Az atomot atommag és elektronfelhő alkotja.” „... az atommag körül keringenek az elektronok” stb.

A diákok nyilván nem csak e három alapdefiníciót adták, hanem bizonyos szabályokat betartva, de ezekből építkezve komplexebb megfogalmazással is éltek. Az értékelhető válaszok 99%-át sikerült a három alaptípusra építve besorolni, ami azt bizonyítja, hogy fenomenográfiai szempontból sikerült megtalálni az ideális kategóriákat. Eszerint a tanulói definíciók hierarchiája a következő módon épül fel:

1+2+3: építőegység + alkotók + modell

Például: Az anyag kémiaiilag oszthatatlan részecskéje, amely protonból, neutronból és elektronból áll, a protonok és neutronok az atommagban helyezkednek el, e körül keringenek az elektronok.

2+3: alkotók+modell

Például: Az atomban van atommag, amelyben protonok és neutronok találhatóak, e körül keringenek az elektronok.

1+3: építőegység +modell

Például: Az anyag kémiaiilag oszthatatlan részecskéje, áll egy atommagból és e körül keringő az elektronokból.

3: modell

Például: Az atomot az atommag és a körülötte keringő elektronok alkotják.

1+2: építőegység+alkotók

Például: Az anyag kémiaiilag oszthatatlan részecskéje, amely protonból, neutronból és elektronból áll.

2: alkotók

Például: Az atom protonból, neutronból és elektronból felépülő egység.

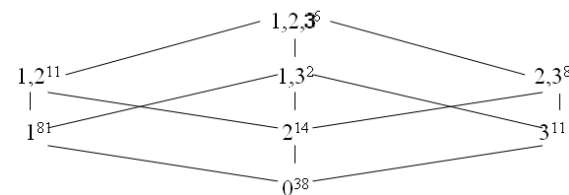
1: építőegység

Például: Az anyag kémiaiilag oszthatatlan részecskéje.

A definíciók megoszlása az egyes kategóriák között a következő volt:

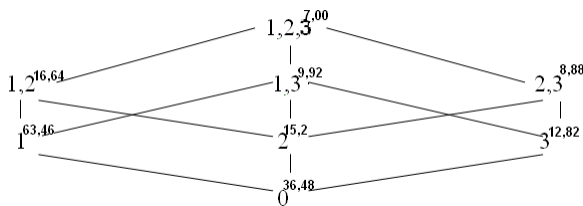
	7.évf	8.évf	9.évf	10.évf	11.évf
1-2-3 kategória	6	1	7	5	4
2-3 kategória	8	5	7	5	3
1-3 kategória	2	5	6	11	11
3 kategória	11	13	10	2	4
1-2 kategória	11	6	13	11	6
2 kategória	14	12	3	16	5
1 kategória	81	81	66	64	61
nincs válasz	25	24	11	12	15
rossz válasz	13	18	13	9	8
összesen	171	165	136	135	117

A *nincs válasz* és *rossz* válaszokat a 0 értékűnek vehetjük. Ekkor a diákok válaszszerkezetére a kevés kategóriának köszönhetően évfolyamonként hasonló gráf adódott:



A hetedikes tanulók válaszszerkezete. (Indexben az adott tudásállapotban tartózkodó tanulók száma.)

Mivel a gráf nem túl bonyolult - nem lehetett rajta lényegesen egyszerűsíteni - a Potter-féle számítógépes program idealizált gráf gyanánt is ezt adta. Az egyes állapotok melletti indexben a várható populációértékei vannak feltüntetve; azaz ideális esetben –belekalkulálva a puskázás, véletlen hiba lehetőségét is – ennyi tanulótól várható, hogy e részekből felépülő definíciót adják atomra az évfolyamról. Ennyi lenne azon tanulók száma, akik az állapot számozásának megfelelő kategóriájú definíciót adnák.



A hetedikes diákok Potter-féle számítógépes programmal illesztett tudáshierarchiája. (Indexben a program által jósolt populáció látható.)

Minden évfolyamra elvégezve a tudástér feltárását, a várható populációértékek segítségével meghatározhatóvá váltak a lineáris fogalomalkotás lépései, a jellemző tanulási – vagyis jelen esetben a jellemző fogalom felépülési – út. Nyolcadik és tizedik évfolyamon két ugyanolyan jó χ^2 -értékű út adódott.

Évfolyam	Atomdefiníció felépülésének sorrendje (magyar tanulók esetén)
7. évfolyam	1 → 2 → 3
8. évfolyam	1 → 2 → 3
	1 → 3 → 2
9. évfolyam	1 → 2 → 3
10. évfolyam	1 → 2 → 3
	1 → 3 → 2
11. évfolyam	1 → 3 → 2

Ami az évfolyamonkénti változást illeti, a lineáris fogalomalkotást feltételezve az a következtetés vonható le, hogy a diákok kezdetben a szakértői sorrendet követik (1-2-3). Az atomot elsősorban, mint az anyagok építőegységét (1) fogadják el, majd ezután az atom alkotói (2) – proton, neut-

ron, elektron – következnek, és a tanulási, megismerési út végére kerül az atommodell (3) ismerete. Ez a sorrend aztán átmeneti állapotokon keresztül alakul át olyanná, hogy 11. évfolyamra az atommodell fontossága meghaladja a definíciókban az atomot alkotó elemi részek fontosságát, és a diákok ezt előbbre helyezik definíciójuk megadásakor.

Amerikai diákok atomdefiníciói alapján is elvégeztük ezt a meghatározást. A magyar eredményekkel nem egyező definiálási utakat kaptunk. Ennek egyik oka lehet, hogy az ottani didaktikai felépítésben az atomfogalom bevezetése nem Demokritosszal, hanem Rutherforddal kezdődik. Sajnos csak három amerikai évfolyamról sikerült adatokat szerezni, így a kétféle oktatási vonulat teljes mértékben nem vehető egybe.

Évfolyam	Atomdefiníció felépülésének sorrendje (amerikai diákok esetén)
9. évfolyam	2 → 3 → 1
10. évfolyam	1 → 2 → 3
	1 → 3 → 2
11. évfolyam	1 → 2 → 3

Az atomfogalommal kapcsolatos kategóriák egymásra épülése

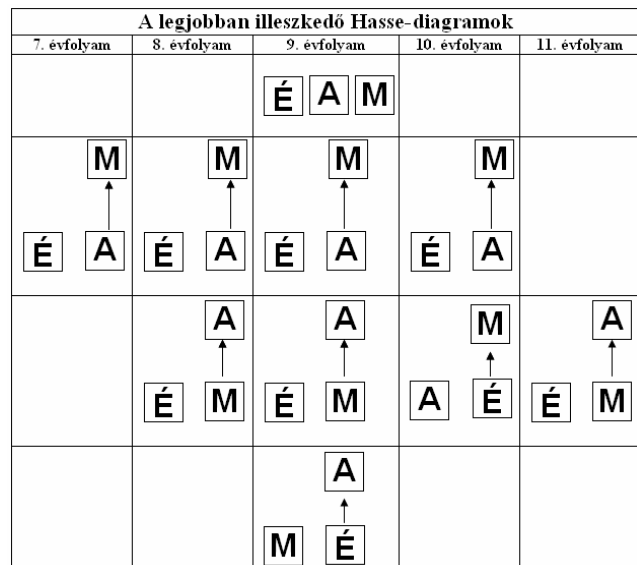
Az tanulmányok kezdetén, a hetedik évfolyamon csupán egyetlen szerkezettel sikerül leírni a tanulók atomdefinícióját. Ebben a tanulók a szakértői utat követik az atom definiálására. Elkülönül egymástól az építőegység felfogás az atom alkotói, és az atom modellként való felfogásától. Ugyanakkor az atom alkotóira épül rá az atommodell. 7-10. évfolyamig mindig megtalálható ez a szerkezet. Sikeres volt a tanári munka. Nyolcadik évfolyamon már megjelenik az a szerkezet is, amelyben a tanulók számára az atommodell válik jelentősebbé, és erre épül rá az atom alkotóiról szóló tudás.

Több információhoz juthatunk a definíciók felépüléséről az egyes évfolyamokon, ha Hasse-diagramokká dolgozzuk át a kapott gráfokat. A táblázat jelmagyarázata:

É építőegységként kezelt atom

A az atom alkotói (p, n, e)

M az atommodellek



Kilencedik évfolyamra, amikor a tanulók számára ismertté válik például a kvantummechanikai atommodell is, a lehetséges struktúrák száma is megsokasodik. Az előzőleg említett szerkezeteken túl megjelenik például a teljesen kapcsolatok nélküli szerkezet, semmi nem függ össze semmivel, elszigetelt tudásegységek alkotják a szerkezetet; illetve egy olyan szerkezet, amikor a modell különül el a másik két összetevőtől, és az építőegység definícióra épül rá az alkotók ismerete. Tizedik évfolyamra a „klaszszikus” struktúra mellett megjelenik az a felfogás, amelyben az építőegység felfogásra épül rá az atommodell, elkülönülve az alkotóktól. Tizenegyedik évfolyamon ismét csak egyetlen szerkezet mutatható ki, amelyik alternatívaként már nyolcadik évfolyamon megjelent; azaz az atommodell kap nagyobb szerepet, és erre épül rá az összetevők ismerete. Ez utóbbi következik abból is, hogy ekkor a szervetlen kémiai tananyagban, vegyületek képletének meghatározása, gerjesztéssel létrejövő állapotok megálgapítása az atom modellként való szerepeltetését feltételezi leginkább.

Látható tehát, hogy a látszólagos változatlanlanság alatt óriási strukturális átrendeződések történnek a kollektív kognitív rendszerben, az atom fogalmát illetően.

Záró gondolatok

A felmérés készültékor még 11. évfolyamig volt kötelező kémiaoktatás a gimnáziumokban, heti két órában. Ezek az adatok az akkori állapotot tükrözik. Ma elvégezve ugyanezt a felmérést, valószínűleg jóval gyengébb eredményt kapnánk; valószínűleg nem csak a 11. évfolyamra.

A felmérésünkből látható, hogy még ebben az ideális óraszámú korban sem volt tökéletes az atomfogalom elsajátítása. Eredményeink jórészt egybeesnek a külföldi tapasztalatokkal. Ez azért tűnhet problémának, mert az általunk vizsgált minta egyfajta elitnek számított oktatásunkban; egy a korcsoport legjobbjait lefőlöző válogatás eredményeként jöttek létre a 6 és 8 osztályos gimnáziumi osztályok.

A modern atomfogalom sikertelenségét a legkülönbözőbb okokkal magyarázzák a szakirodalomban:

„A modern atomfogalom kifejlesztésére idestova kétezer esztendőnk volt, így hát nincs okunk meglepődni azon, hogy diákjaink nem sajátítják el automatikusan az olyan fontos elméleti fogalmakat, mint az atom, molekula vagy elem. Ezt a több mint száz évet átívelő paradigmaváltás sorozatot akarjuk két-három óra időtartam alatt diákjainkban is végbeinni, úgy, hogy fel is tudják fogni annak jelentőségét. 13 évesen...” írja Thagard [6].

Taber [7] arra figyelmeztet könyvében, hogy „a tantárgy tradicionális fogalomalkotása a XX. század első évtizedeiből datálódik, amikor a molekuláris szint vizsgálata még újdonságnak számított, de ez nem tudott együtt fejlődni a tudományos ismeretekkel.”

Méheut egyfajta pszichológiai vonulatot is bevisz magyarázatába [8]: „A didaktikai kutatások által feltárt hibák és a tévképzetek sokasága bizonyítja, hogy a diákok idegenkednek attól, hogy elfogadjanak olyan „önkényes” hipotéziseket, mint amilyen az atom.”

Taber szerint a definícióalkotásunkkal is probléma van: „...nagyon sok fogalmunk sokkal komplikáltabb annál, mint amennyire első látásra tűnik. Ez amiatt van, hogy a 'szabályainkat' nagyon ravasz módon fejezzük ki. Ennek révén nagyon nehéz egyszerre érthető és precíz definíciót alkotni.” ... „A második nehézség pedig a definíciókban használt nyelvezet. Ez egyszerre két újabb problémát is rejt: néhány tanuló egyáltalán nem tud értelmezni egy bonyolultabb mondatot; másrésről a definíciókban használatos szavak több esetben más fogalmak által meghatározottak,

amelyeket szükséges ismerni a helyes értelmezéshez.” Ilyen értelmezési problémát jelent például a „kémiai módszerekkel osztható” kifejezés.

Dorothy Gabel [9] szerint: „A tankönyvek elemzése mutatja, hogy a tananyag felépítésének nagyon sok útja létezik. Mégis az az általános, hogy a legelméletibb fogalmat, az atomelméletet és a kötések ismertetik meg molekuláris szinten, még azelőtt, hogy ezt a makroszkopikus szinten is megjelenítenék. Azok számára, akik már a kémia tudásanyagának jó-részt a magukénak tudják (a tankönyvszerzők) ez a megközelítés semmi problémát nem jelent, de mi a helyzet egy a kémiával most ismerkedő esetén?”

Az eredményekből látható, hogy kémiaoktatásunk állapota, szintje nem különbözik jelentősen a nyugati világ oktatási állapotától. Ugyanazok a problémáink. Valószínűleg a jövő problémái is közősek lesznek. Hogy mi várhat ránk, erről John Petersen így ír a *The Road to 2015* [10] könyvében: „A természettudományos ismeretanyag inkább exponenciális, mint lineáris növekedést mutat. Ezzel együtt robbanásszerű technikai fejlődés is tapasztalható. ... Továbbá minden jel arra mutat, hogy az osztályok egyre változatosabbá, egyre inkább nemzetközivé és sokkal heterogénebbé válnak a tanulási háttér, szükséglet és érdeklődés szempontjából. Szerencsétlen módon a XX. század kémiai módszertani kutatásai csekély befolyással voltak a kémia oktatására. Azokat a változásokat, amelyeket felfedezhetünk az utóbbi négy évtized egy-két tankönyvében, nem a kutatók által tett megállapítások inspirálták. Annak ellenére, hogy a kutatók a kémia tananyag csaknem egészén feltérképezték a tévképzeteket, a tévképzeteket előidéző szituációkat, mégis tíz tanárból csupán egy van tisztában ezekkel a tényekkel, szervezi az ismeretátadását ennek megfelelően.”

Az American Chemical Society Exams Institute [11] már felhívta a figyelmet arra, hogy változtatni kell a tanítási módszereken. „A XXI. század diákjai gyakorlatilag ugyanazon a módon tanulnak, ahogy ez a kezdetekkor kialakult. Kellő időt kell biztosítani a visszajelzésre, a kognitív konfliktus kiváltására, ez segíti leginkább elő a fogalmak hatékonyabb és strukturált kialakítását. Ehhez figyelembe kell vennünk az oktatók, kutatók tapasztalatait, felhasználnunk az újabb modelleket, elméleteket, vagy akár lecserélnünk a régieket, hogy oktatásunk, magyarázatunk még hatékonyabb legyen.”

A munkát az OTKA (T-049379) támogatta.

Irodalom

1. Ridvan Unal és Dean Zollman *Students' description of an Atom: A Phenomenographic Analysis* <http://perg/phys.ksu.edu/papers> 2006. október
2. Harrison A. G. és Treagust D. F. (1996): *Secondary students' mental models of atoms and molecules: implications for teaching chemistry*. Science Education, 80(5), 509-534
3. Aytekin Cokelez és Alain Dumont (2005): *Atom and molecule: upper secondary school French students' representations in long term memory* http://www.rsc.org/Education/CERP/issues/2005_3/P1_Dumont.asp
4. Bethge T., Niedderer H. (1996): *Students' conceptions in quantum physics* In: Ridvan Unal és Dean Zollman *Students' description of an Atom: A Phenomenographic Analysis* <http://perg/phys.ksu.edu/papers> 2006. október
5. Marton F. (1986) *Phenomenography – a research approach to investigating different understanding of reality* In: Ridvan Unal és Dean Zollman *Students' description of an Atom: A Phenomenographic Analysis* <http://perg/phys.ksu.edu/papers>
6. Thagard P. és Toombs E. (2005): *Atoms, Categorization and Conceptual Change* In: Cohen H. és Lefebvre C. (2005, szerk.): *Handbook of Categorization in Cognitive Science*. Elsevier Science B.V. 243-253.
7. Taber, K. (2002): *Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure*. Vol 1: Theoretical Background. Royal Society of Chemistry, London
8. Méheut Martine (2004): *Designing learning sequences about pre-quantitative particle models* International Journal of Science Education Vol. 26 No.5/April www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/E3.html
9. Dorothy Gabel (1999): *Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future* Journal of Chemical Education Vol. 76 No. 4
10. Petersen, J. L. *The Road to 2015*. Presented at the Future Visions '96 collaboration workshop of the Eisenhower National Clearinghouse for Mathematics and Science Education (ENC), Washington, DC, 1996. In: Dorothy Gabel (1999): *Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future* Journal of Chemical Education Vol. 76 No. 4
11. American Chemical Society. *General Chemistry Conceptual Examination*; Exams Institute: Clemson University, Clemson, SC, 1996

NAPRAKÉSZ



Kitüntetések

A Magyar Természettudományi Társulat Kémiai Szakosztálya és a Magyar Kémikusok Egyesülete Szent-Györgyi Albert Emlékérmeket hozott létre 1987-ben, mellyel minden évben a Nemzetközi Kémiai Diákolimpián kiemelkedő eredményt elért diákokat kívánja kitüntetni.

Az Egyesületek a diákokat Szent-Györgyi Albert Emlékéremben, oklevélben és jutalomban részesítik.

2005-ben Tajvanon rendezték meg a XXXVII. Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát, amelyen a magyar diákok 1 aranyérmeket, 3 bronzérmeket nyertek, valamint 2006-ban Gyeongsan-ban megrendezett XXXVIII. Nemzetközi Kémiai Diákolimpián 2 ezüst és 2 bronzérmeket nyertek el.

Aranyérem:

Kiss Péter

Iskola címe:

ELTE Apáczai Csere János Gimnázium
1053 Budapest, Papnövelde u. 4-6.

Felkészítő tanára:

Villányi Attila

Bronzérem:

Bazsó Gábor

Iskola címe:

Verseghy Ferenc Gimnázium
5000 Szolnok, Tisza Park 1.

Felkészítő tanára:

Pogányné Balázs Zsuzsanna

Bronzérem:

Iskola címe:

Halász Gábor

ELTE Radnóti Miklós Gimnázium
1146 Budapest, Cházár A. u. 10.
Albert Viktor

Felkészítő tanára:

Bronzérem:

Iskola címe:

Pálffy Gyula

Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános
Iskola és Gimnázium
1081 Budapest, Horváth M. tér 8.
Albert Attila

Felkészítő tanára:

2005-ben 1 felkészítő tanár is jutalomban részesül:

Tarczay György

Munkahely:

ELTE TTK Általános és Szervetlen Kémiai
Tanszék
1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/A

2005-ben könyvjutalomban részesült a 8. Grand Prix Chimique Nemzetközi Vegyésztechnikai Diákolimpián

Könyvjutalom

Iskola címe:

Pápa János

Felkészítő tanára:

Petrik Lajos Vegyipari Szakközépiskola
Fogarasi József

2006. évi Gyeongsan-ban rendezték meg a XXXVIII. Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát, amelyen 2 ezüstérmeket és 2 bronzérmeket nyertek el.

Ezüstérem:

Iskola címe:

Pálffy Gyula

Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános
Iskola és Gimnázium
1081 Budapest, Horváth M. tér 8.
Albert Attila

Felkészítő tanára:

Ezüstérem:

Iskola címe:

Vass Márton

Eötvös József Gimnázium
1053 Budapest, Reáltanoda u. 7.
Dancsó Éva

Felkészítő tanára:

Bronzérem:	Nagy Péter
Iskola címe:	Verseghy Ferenc Gimnázium 5000 Szolnok, Tisza Park 1.
Felkészítő tanára:	Pogányne Balázs Zsuzsanna
Bronzérem:	Sárány Lőrinc
Iskola címe:	Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium 6720 Szeged, Tisza Lajos krt. 68.
Felkészítő tanára:	Bán Sándor
2006-ban 1 felkészítő tanár is jutalomban részesül:	
	Pogányne Balázs Zsuzsanna
Munkahely:	Verseghy Ferenc Gimnázium 5000 Szolnok, Tisza Park 1.

Róka András

Könyvismertető

Újdonság, nem csak kémiáról, tanároknak, diákoknak, érdeklődőknek, mindenkinek.

INZELT GYÖRGY: Vegykonyhájában szintén megteszi – A kémiáról és más dolgokról (Akadémia Kiadó, Budapest, 2006.)

A Magyar Tudományos Akadémia támogatásával, az Akadémia Kiadó gondozásában 2006 karácsonyi ajándékként jelent meg Inzelt György professzor újabb könyve. A „Vegykonyhájában megteszi” ikertestvére a „Kalandozások a kémia múltjában és jelenében” (Tudomány-Egyetem sorozat, Vince Kiadó, Budapest, 2003.) című könyvének. A fiatalabb testvér éppúgy „Kémiai esszék” jellegű gyűjtemény, ami többnyire – a közben Nemzeti Örökséggé vált – Természet Világában megjelent írásokon alapul. Tanár és diák számára egyaránt hasznos olvasmány és ismerettár mindkét könyv.

Az önállóan is érdekes fejezeteket a fizikai-kémia, az elektrokémia és a szerző sokoldalúsága fonja egybe. A megjelenés

időpontjához illő asszociációként, olyan ez a könyv, mint egy karácsonyfá. Írója az önmagában is pompás fenyőfára (a tudományos tartalomra) díszeket aggatott. Csakhogy ezek az irodalmi, történelmi, tudomány- és technikátörténeti, nyelvészeti „díszek” is művesek: A fraktálok önismétlő szerkezetéhez hasonlóan éppolyan gondos, aprólékos kidolgozásúak, mint a szakmai mondanivaló. A fizikai-kémiai részek „tudományos” hangvitelét fordulatosan oldják a „más dolgokról” szóló idézetek, bűvázkodások, vélemények, értékelések, bírálatok egyedi, mindig igazságkereső, empatikus, érzelemgazdag vagy mesélő hangulatai.

A kémia- vagy technikátörténeti írások – a szerző tág érdeklődési körét hűen tükrözve – kultúrtörténeti gyűjteményekké fejlődtek, melyek a tömegmérésről, a színezékekről, a tüzelőanyag-elemekről, a szívritmus-szabályozásról, a szagokról és illatokról, a mosásról és a mosakodásról, valamint a kémiának a hadviselésben betöltött szerepéről szólnak. Persze joggal merülhet fel a kérdés, hogy mi köze egy elektrokémikusnak a festékekhez, az illatozó anyagokhoz, vagy a mosószerekhez? Az elektrokémia nem csupán a fizika és a kémia, az elektromosság, a termodinamika és a reakciókinetika találkozása (amiről pl. a 3., 8., 12.. fejezetekben olvashatunk). Mivel az elektrokémiai cellák heterogén fázisú rendszerek, az egymást követő elemi folyamatok között meghatározó szerepe lehet a határfelületi jelenségeknek, az adszorpciónak és a deszorpciónak. Ezért a kémián belüli határterületként megjelenik a kolloidika is. Ha ehhez hozzátesszük, hogy Inzelt professzor a vezető polimerek kutatója, legfontosabb eszköze pedig – az elektród felületén bekövetkező tömegváltozást rendkívül érzékenyen kimutató – kvarckristály-nanomérleg, akkor magától értetődik, hogy miért kerülnek a palettára az egymástól olyan távolinak tűnő területek, mint pl. az anilin, a feromonok, a szappan, illetve a tömeg mérése. A műanyagok hőskorában ki gondolta volna, hogy a szintetikus színezékek kiindulási anyaga, az anilin, egyszer polimerizálhatóvá válik, és ráadásul a polimer a sokáig csak vágyott, máig egzotikusnak számító tulajdonsággal rendelkezik: elektromosan vezet. A vezető polimerek felhasználása pedig rendkívül széleskörű. Így kerülnek egymással kapcsolatba a tüzelőanyag-elemek és a szenzorok, mint pl. a „mesterséges orrok”.

A könyv egy kicsit színház is, írója gyakran cserél szerepet. A kutató és a tanár fehér köpenye helyett hol az időutazó vándor köpenyét, hol a bíró talárját ölti magára. Egyszer mesél, máskor bírál. Hiteles történeteivel mindenki számára érdekessé, tanulságossá, emlékeztetéssé

teszi a szakmai témát. Így bővül a kvarckristály-nanomérleg ismertetése a tömegmérés történetévé, a polianilin az anilin kultúrtörténetévé, a lítiumelemek működési elve a szívritmus-szabályozás történetévé, a vezetőpolimer-szenzorok alkalmazása „szagtörténelemmé, szagirodalommá, szagnéprajzzá”, a határfelületi jelenségek a mosószerek és a mosás történetévé. A bíró jelmezében a tudós értékrendje és felelőssége szólal meg. A tudomány és a társadalom viszonya szinte mindegyik fejezetben megjelenik. A 9. és a 11. fejezetben azonban meg is fordul a helyzet: A történelem, a társadalmi hatás elemzése bővül a kémiai ismeretekkel. Amíg a mesélő a „robbanóanyagok és a tüzelőfegyverek históriája”, továbbá a vegyi fegyverek alkalmazása kapcsán a háborúkról mesél, a kémikus pedig a pusztításra is használható kémiai folyamatokat elemzi, a bíró a hatalmat és ezzel a háborút kiszolgáló tudósok felett ítélkezik. Csakhogy „A zöldülő vegyipar és a fenntartható fejlődés” (11. fejezet) korábban a tudománnyal névtelenül kereskedők között már nem könnyű felelősöket találni. Csak megértetni lehet, hogy a szakember, az ismeret, a találmány érdekeket szolgáló áruvá vált, és a vegyszerek, olykor gyógyszerek okozta károkért, vagy a globális problémákért nem a kémiát, a vegyipart, hanem az érdekek ismeretlen érvényesítőit kell felelőssé tenni.

A tudománytörténeti mesélés mellett a megítélés, az elismertség a témája, és az írói igazságszolgáltatás a szándéka az utolsó, a tudóssorsokat ismertető fejezetnek is (12. fejezet, Tudóssorsok a XX. században). A tudósok sorsát maga is élő embert érzékenyen érinti a példaképül álló és állítható elődök pályafutása (Lise Meitner, Polányi Mihály, Erdey-Grúz Tibor, Max Volmer, Arnold Orville Beckman.) Az elektródfolyamatok kinetikájának alapegyenletét méltató fejezet nemcsak emléket állít Erdey-Grúz Tibornak, egykori témavezetőjének és mesterének, hanem azt is bemutatja, hogy egy-egy elmélet vagy egyenlet prioritását, névadását hogyan befolyásolhatják személyes ambíciók vagy csoportérdekek. A Polányi Mihály életútját ismertető fejezet azt is felidézi, hogy a reakciókinetika ma is alapvető elméletének születésekor hogyan válik a vendégkutató Henry Eyring riválissá. Külön szakmai csemege ebben a fejezetben Polányi „elektrokémiai kirándulása”, amiről a könyv szerzője így ír: „Ha Polányi nem lenne a fizikai kémia egyik legnagyobb alakja reakciókinetikai, felületi kémiai munkái jogán, neve akkor is fennmaradna az elektrokémia történetében ezen egyetlen közleménye alapján is.”.

Inzelt professzor különösen érzékeny a tudós nők sorsa iránt. Amíg előző könyvében Agnes Pockels munkásságát méltatta, most Lise Meitnert emeli az őt megillető helyre. Munkásságának ismertetése közben felidéződik a tudománytörténet legizgalmasabb, és – a nukleáris kutatásokat előbb-utóbb motiváló történelmi események miatt – legtragikusabb szakasza. „A radioaktivitás harmadik nagyasszonyáról” és Polányi Mihályról írt fejezet a könyv tetőpontja. A bírói szerep ezekben a fejezetekben jelenik meg a legmarkánsabban. Talán senki sem gondolja másképp, mégis elszomorító tudomásul venni, hogy még a tudományos teljesítmény legrangosabb megítélésében, a Nobel-díj odaítélésében is megjelennek az emberi tényezők és a politika: „Hahn – egyébként megérdemelt – Nobel-díja gesztus is volt. ... A svédek a Nobel-díjat másodszor is a német tudomány rehabilitációjára használták fel. ... Habberrel, mint Hahnnal is, volt egy kis gond. Mindkettőt háborús bűnösneként kívánták éppen felelősségre vonni.” – írja a szerző.

Inzelt professzor gondolatai és érzelmei alátámasztására számos fejezetben költőket, írókat hív segítségül. Idézetek származnak többek között a bibliából, Goethetől, Ady Endrétől, Arany Jánostól, Kosztolányi Dezsőtől, József Attilától. A könyv címében Lucifer szavait fedezhetjük fel, Madách „Az ember tragédiája” című művéből. Befejezésül „epilógus helyett” a kutató-tanár ars poeticáját Jókai Mór idézett sorai fejezik ki:

„Enyém a tudományok világa, melynek magasain minél feljebb hágok, annál szélesebb látkör terül el körülöttem, bámulatos új országaival, mik közül csak egynek is minden titkát megismerni rövid az élet. S a tudomány titkainak gyönyöre több, mint mindaz, miket szomj, éh és sóvár szív megóhajt. S amit gyűjtök, az nem holt kincs: száz- meg százfelé elosztom, s elosztva több lesz.”

**Beszámoló a 2006. december 1-2.-án, Veszprémi Akadémiai
Bizottság székházában, (8200 Veszprém, Vár u. 37.)**

megrendezett

**Hlavay József Országos Környezettudományi
Diákkonferenciáról**

A Diákkonferenciára 41 hallgató 34 előadást jelentett be 4 szekcióban. A hallgatókat 24 oktató készítette fel 19 gimnázium képviselőjében.

A Konferencián minden szekcióban I. II. és III. helyezéseket, egy különdíjat adtunk a kiemelkedő előadást tartó hallgatóknak, valamint az első helyezést elért hallgatók felkészítő tanárait jutalmaztuk.

Nagy örömmel tapasztaltuk, hogy a diákkonferencián rendkívül színvonalas előadásokat hallhattunk a középiskolásoktól. Az előadók jól felkészültek a választott témából, előadó- és vitakészségük kiemelkedő. Külön öröm számunkra, hogy az előadások témái igen változatosak voltak, a környezettudomány szinte valamennyi fontosabb területét érintették, a természetvédelemtől a környezetvédelmi technológiáig. Az előadások értékelése során elsősorban a saját, önálló kutatómunkát díjaztuk, de fontos szempont volt még a témaválasztáson kívül az előadás szakmailag megalapozott, logikus felépítése, valamint az előadó- és vitakészség.

Bízunk benne, hogy a konferencia elérte célját, a résztvevő diákok ízelítőt kaptak az ember és környezet kapcsolatát feltáró környezettudomány sokszínűségéről, és kedvet kaptak e területen a további kutatásokhoz, illetve ahhoz, hogy felsőfokú tanulmányaikat majdan egy ehhez kapcsolódó egyetemi szakon folytassák.

Eredmények

Ember és környezete szekció

1. díj **Kálmán Botond**, IX. évf., Türr István Gimnázium
A sztratoszférikus ózonréteg vékonyodása és a budapesti melanoma-halálozások számának növekedése közötti összefüggés vizsgálata
Felkészítő tanár: Pénzes Ferenc

2. díj -
3. díj **Ott Máté Boldizsár**, VIII. évf., ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola
Mumifikáció a természetben
Felkészítő tanár: Balázs Katalin
3. díj **Vida Csongor**, X. évf., Öveges József Gyakorló Középiskola
"Super size me"-nekünk is?! Középiskolások táplálkozási szokásai
Felkészítő tanár: Tomsitsné Borik Irén
- Küldndíj **Csontos Júlia Diána**, XII. évf., NYME Roth Gyula Gyakorló Szakközépiskola
Már az ember is lombik
Felkészítő tanár: Horváth Lucia
- Küldndíj **Vass Máté**, X. évf., Ipari Szakközépiskola és Gimnázium
Mindennapi mérgeink
Felkészítő tanár: Németh Péter

Vízvédelem szekció

1. díj **Molnár Borbála**, XII. évf., Berzsenyi Dániel Evangélikus Gimnázium (Líceum) és Kollégium
Környezeti kölcsönhatások Sopron és környéke forrásvízeinek összetételére
Felkészítő tanár: Ragats Zsófia
2. díj **Sik Gergely Attila**, XI. évf., **Szabó Péter**, XI. évf., Padányi Bíró Márton Római Katolikus Gimnázium
A Séd-patak vízminőségének vizsgálata
Felkészítő tanár: Bischofné Szabó Klára
3. díj **Sándor Csobán**, IX. évf., Ipari Szakközépiskola és Gimnázium
Cianid- és nehézfémzennyezés a Szamoson és a Tiszán, 2000 tavaszán
Felkészítő tanár: Németh Péter

Különdíj **Bódis Gábor**, XII. évf., Padányi Bíró Márton Katolikus Gimnázium
A veszprémi Séd vízkémiai paramétereinek meghatározása
Felkészítő tanár: Királykúti Ildikó

Természetvédelem szekció

1. díj **Horváth Ádám**, XI. évf., Öveges József Gyakorló Középiskola
Fehérgólya védelem Magyarországon
Felkészítő tanár: Szabó Mária
2. díj **Diczig Brigitte**, XI. évf., Lovassy László Gimnázium Vidrakalandok
Felkészítő tanár: Dr. Szalainé Tóth Tünde
3. díj **Zempléni Réka**, VIII. évf., ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola
A Wilma hurrikán
Felkészítő tanár: Balázs Katalin

Környezeti- kémia és technológia

1. díj **Lovas Katalin, Tóth Eszter**, X. évf., Szentendrei Református Gimnázium
A mosás régen és most
Felkészítő tanár: Szakács Erzsébet
2. díj **Szilágyi Tibor István**, XII. évf., Thuri György Gimnázium és Szakközépiskola
A péti volt szovjet üzemanyagtároló-bázis kármentesítési munkái
Felkészítő tanár: Szondáné Kovács-Molnár Mária
3. díj **Gilinger Tamás**, XI. évf., Szent István Gimnázium
A termálvíz hasznosításának környezetvédelmi vonatkozásai zöldségfajtatásban
Felkészítő tanár: Gilingerné dr. Pankotai Mária, Hermes Zoltán

MKE tagság és Kémikusok Lapja előfizetés:

Pénzes Ferenc
Türr István Gimnázium és Óvónői Szakközépiskola,
Pápa Fő utca 10. 8500

Szakács Erzsébet
Szentendrei Református Gimnázium,
Szentendre, Áprily tér 5. 2000

Szabó Mária
Öveges József Gyakorló Középiskola
Budapest, Beregszász út 10. 1118

Ragats Zsófia
Berzsenyi Dániel Evangélikus Gimnázium (Líceum) és Kollégium
Sopron Széchenyi tér 11. Pf. 77. 9400

A Fővárosi Pedagógiai Napok kémia programja

2007. február 5-7

hétfő-szerda

14.30-17.00

Poszterkiállítás a Magyar Kémikus Egyesület 100. évfordulójának tiszteletére készült kémiatörténeti diákmunkákból. A kiállítást megnyitja: Doba László igazgató (Eötvös József Gimnázium) és Majoros Anna igh. (FPI)

Helyszín: Eötvös József Gimnázium, 1053 Budapest Reáltanoda u. 7.

2007. február 5.

hétfő

14.45-15.45

Kerekasztal-beszélgetés a kémiatanítás helyzetéről.

Résztvevők: Bazsa György egyetemi tanár Debreceni Egyetem, Nahalka István egyetemi tanár ELTE BTK, Kálmán Alajos akadémikus, MKE elnök, Körvélyessy Gyula MKE főtitkár, Pokol György egyetemi tanár, MKE Oktatási Bizottság elnöke, Náray Szabó Gábor akadémikus, egyetemi tanár, a beszélgetést vezeti Sándor István igh (Eötvös József Gimnázium)

Helyszín: Eötvös József Gimnázium 1053 Budapest, Reáltanoda u. 7.