

Kalydi György

Müller Ferenc
(1742 Poysdorf – 1825 Bécs)

Napjainkban az ismert elemek száma száz fölött van. Ezek közül vannak olyanok, amelyek több ezer éve ismertek: vas, arany, ezüst. De vannak olyanok is amelyeket csak a XX. században ismertünk meg .

Régebben egy-egy új elem felfedezése általában a szerencsén múlt. Később igazi „hajtóvadászat” indult meg a tudományos kutatóműhelyekben. Egy biztos, minden korban nagy megbecsülés övezte azokat a tudósokat, akik valamilyen új elemet „találtak”.

A periódusos rendszer elemei közül kettőt kell megemlítenünk, amelyek felfedezése valamilyen módon Magyarországhoz kötődik. Az egyik a tellúr, Müller Ferenc fedezte fel (1782), a másik a hafnium, ami Hevessy György nevéhez fűződik.

Müller Ferenc 1742. október 4-én született Poysdorfban, tehát osztrák származású kémikus. A jómódú családfő kötelességének érezte a felcseperedő fiú taníttatását, így Bécsbe küldte jogot és bölcsészetet tanulni. Ha így, több száz év távlatából visszatekintünk, akkor azt mondhatjuk, Müllernek szerencséje volt, mert „jó időben született”. Ugyanis ezekben az években alapította Mária Terézia a selmecebányai Bányászati és Erdészeti Akadémiát. A császárnőnek eltökélt szándéka volt, hogy a magyar területeken lévő, igen gazdag nemesfém lelőhelyeket tanult, képzett emberek tárják fel. Ezért hozta létre az akadémiát, ahová Müller is átiratkozott, és 1763-tól itt folytatta a tanulmányait. Ennek befejeztével 1768-ban Erdélybe ment, és ott vállalt munkát, mint bányatiszt. 1770-ben már a Bánságban dolgozott főbányatisztként.

Munkáját lelkiismeretesen, nagy odaadással és jól végezte, ezért Mária Terézia megbízta a rosszul működő és elhanyagolt tiroli bányák fellendítésével.

A pályája még mindig felfelé ívelt, hiszen 1802-ben Bécsbe rendelték, és ott a birodalmi bányaigazgatás területén ténykedett. Munkájával végig meg voltak elégedve, amit mutat a nyugállományba vonulásakor kapott bárói rang is.

1825. október 17-én halt meg Bécsben.

Ezek után nézzük, miként fedezték fel ezt a kevésbé ismert félfémet!

Magyarország már a középkorban is híres volt arany és ezüst bányászatáról. Erdélyben is igen nagy mennyiségben termelték ki ezt a két fémet, illetve az érceit. Müller idejében találtak egy ásványt, amely aranyat és ezüstöt tartalmazott, azonban a benne lévő aranyat a megszokott eljárással teljes mértékben nem tudták kivonni. Ezt a Nagyág melletti ércet „metallum problematicum”-nak nevezték, hiszen a valódi összetételét nem ismerték.

Ruprecht Antal, a selmecebányai akadémia tanára megvizsgálta a mintát, és úgy gondolta, tiszta antimon.

Ugyanebben az évben (1782) Müller, mint az erdélyi bányák igazgatója is elemezte az ásványt, és úgy találta, hogy kén tartalmú bizmut.

A két tudós között elhúzódó vita alakult ki, amelynek vége a tellúr felfedezése lett.

Nem szeretném részletezni ezt a véleménykülönbséget, csak a végeredményt közlöm. Müller rendkívül alapos és lelkiismeretes kísérletsorozatot végzett a kérdéses érccel, leírta a vizsgálat eredményeit, és megcáfolta Ruprecht állításait is.

Ez a cikk magyarul 1974-ben a Magyar Kémikusok Lapjában jelent meg Szabadvány Ferenc akadémikus úr tolmácsolásában. Nézzünk bele ebbe az igen értékes dokumentumba!

Először a fizikai jellemzők leírását olvashatjuk.

”... fémesen, fehéren csillog, de nem olyan fehér, mint a termés antimon, e mellett pirosasban játszik, de közel sem annyira, mint a bizmut.”¹

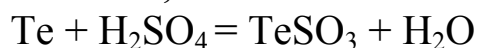
Szól a poríthatóságáról, más érccel való keveredéséről. Ezek után megállapította a fajsúlyát, olvashatóságát.

„... a széne majdnem olyan könnyen megolvadnak, mint az ólom, fehér füstöt bocsátanak ki, mely az egész szemcse felett élénk világosbarna lánggal ég és különlegesen utálatos szaga van. Hasonlít a hámozott retekhez.”¹ Ma már tudjuk, hogy a tellúr vegyületeknek valóban kellemetlen szaguk van.

Ezek után következnek az igazán komoly kémiai elemzések. A használt reagensek közül meg kell említeni a kénsavat, a salétromsavat, a sósavat és a királyvizet. Jó kísérletező lévén különböző koncentrációjú savakat használt, és minden esetben leírta a tapasztalatokat. A pontosság és a

precizitás mellett a türelmét is dicséernünk kell. „Egy ilyen oldatot három hónapon át hagytam lezárt üvegben állni”¹

A cikk végén leírta a következtetéseit, amelyeket tisztán a kísérletekből vont le. Olvashatunk arról is, amint tételesen megcáfolta, miért nem lehet antimon, mint Ruprecht állította. Ugyanúgy a saját, korábban tett állításait is górcső alá vette és kimutatta, hogy az új anyag nem bizmut. A kísérleteiből levont következtetések az alábbiak: Higannyal amalgamozható. Jól oldódik királyvízben, kevésbé salétromsavban, sósavban pedig egyáltalán nem. Kénsavban vörös színnel oldódik, majd hígítás során kicsapódik. Ma már tudjuk, hogy először TeSO_3 keletkezik ami víz hatására hidrolizál és elemi tellúr válik szabaddá, ez fekete színű.



Végül szóljon maga Müller! „De milyen félfémet tartalmaz ásványunk? Nem merek a kérdésre válaszolni, mivel egyetlen olyan fémet, vagy félfémet sem ismerek, mely anyagunk számos tulajdonságát, különösképpen azt, ahogy kénsavban oldódik, mutatná. Talán bizony a problematikus ásvány egy új, eddig ismeretlen félfémet tartalmaz?”¹

Ezek alapján a tellúr „születésének éve” az 1782-es esztendő, amikor Müller elemezte a kérdéses ércet. Az adott ásványt sokan megvizsgálták, és a nevet végül Klaproth német vegyész adta, a föld szóból származtatva.

Ezek után nézzük, mit tudunk ma a tellúrról! A rendszáma 52 és a 6. főcsoportban található olyan elemek társaságában, mint az oxigén, kén, szelén és a polónium. Felhasználása igen csekély. Ha ólomhoz adagolják, akkor azt szilárdabbá, rugalmasabbá teszi és javítja a korrózióállóságát. De alkalmas üveg és porcelán festésére valamint gumi vulkanizálására is. Napjainkban egyre inkább használják napelemek termoelemeiben is. Maga a tellúr, de vegyületei is mérgezőek és kellemetlen szagúak.

A tellúrnak van egy tudománytörténeti érdekessége is. Amikor Mengyelejev 1869-ben az új könyvén dolgozott, akkor megpróbálta az akkor ismeretes 60 körüli elemet rendszerezni. Az elődök sikeres példáján felbuzdulva úgy gondolta, a rendező elv a növekvő atomtömeg lehet. Elkezdte az elemeket sorba rakni, de amikor olyan elem következett, amelynek a tulajdonságai hasonlított egy már előzőhöz, akkor azokat egymás mellé tette. Így jött létre a ma használatos periódusos rendszer elődje. Néhány helyen azonban eltért a növekvő atom-tömeg diktálta sorrendtől, például a tellúr-jód esetében, hiszen a jód kisebb atomtömegű

(126,9), mint a tellúr (127,6) mégis a sorrendben a tellúr megelőzte. Ezt azért tette, mert különben nem kerültek volna egymás mellé a hasonló tulajdonságú elemek. Hiszen a jód egyértelműen a halogénekre (fluor, klór, bróm) jellemző tulajdonságokkal bír. A XX. században, amikor fény derült az atom és az atommag szerkezetére, akkor kiderült, Mengyelejev helyesen cselekedett, amikor felcserélte az elemeket.

Azt hiszem magyarázatra szorul, miért szenteltünk időt egy osztrák kémikusnak. Nemcsak azért mert német, olasz, francia és latin nyelvtudása mellett értette a magyar nyelvet is, hanem azért, mert életéből több évtizedet tevékenykedett a Felvidéken és Erdélyben és hatalmas tudását felhasználva felvirágoztatta az erdélyi bányákat. Tehát magyar területen dolgozott és munkásságával a magyar tudománytörténetet is gazdagította.

Látható, hogy ez a kevésbé ismert elem milyen sok „bajt, gondot” okozott a tudósoknak, egy dolog azonban biztos, ez az egyetlen elem, amelyet Magyarország területén fedeztek fel. Legyünk büszkék erre!

Felhasznált irodalom:

Müller kincstári tanácsos úr kísérletei... Magyar Kémikusok Lapja 1974
7.szám 369-377

Szabadvány Ferenc- Szőkefalvi-Nagy Zoltán: A kémia története
Magyarországon

Tringli István- Szabadvány Ferenc: Újabb Adalékok Franz Joseph Müller
tevékenységéhez Magyar Kémikusok Lapja 1986. 12.szám 458-461

GONDOLKODÓ



„MIÉRT?”

Alkotó szerkesztő: Dr. Róka András

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2005. február15-ig:

KÖKÉL „Miért”

ELTE Főiskolai Kémiai Tanszék 1518 Budapest Pf. 32.

Ebben a rovatban általatok is jól ismert jelenségek, vagy otthon is elvégezhető kísérletek magyarázatát várjuk el tőletek. A feladatok megoldásával minden korosztály próbálkozhat, hiszen a jelenséget különböző tudásszinteken 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!

AZ ENERGIA

Az energia az egyik legfontosabb, ugyanakkor legnehezebb fogalmunk. A rá vonatkozó törvény ugyan rendkívül egyszerű (nem vész el, csak átalakul), de a sokféle energia, és azok átalakulási-átalakítási lehetőségeinek nagy száma a jelenségek értelmezését olykor mégis megnehezíti. Tegyük egy (játékos) próbát!

1. A kinetikus gázelmélet egyik mestere, Ludwig Boltzmann összefüggést (egyenes arányosságot) talált a gázmolekulák átlagos mozgási energiája és a hőmérséklet között. Boltzmann törvénye

értelmében a forró kávéban, teában is nagy a vízmolekulák átlagos mozgási energiája. Ebből az is következik, hogy a molekulák nagy sebességgel ütköznek a csésze falához. Mégsem mozdul el a csésze, és nem lötytyen ki a kávé! Miért?

A problémát persze más jelenséggel is megközelíthetjük:

2. Az utóbbi években nálunk is megjelent az orkán erejű szél. A szél (és ezzel a molekulák) sebessége ilyenkor a 100 km/h-ás sebességet is meghaladhatja. Tehát elég nagy a molekulák átlagos mozgási energiája. Mégsem állítjuk a januárban tomboló szélről, hogy meleg. Hol rejtőzik az ellentmondás?

Az energia átalakulási-átalakítási folyamatok során úgy tűnik, nem mindegy, hogy milyen energiát alakítunk, milyenné.

3. Azt mondják, hogy a Niagara vízesésnél a tovahaladó víz mérhetően melegebb, mint a lezúduló. Igaz lehet-e az állítás? Miért?

4. A haszontalan találmányok versenyén egy pályázó új melegítési eljárást nyújtott be. Kávéját vízmolekula-sugárral kívánta felmelegíteni. Elfogadható-e az ötlete? Létezik-e hasonló elven működő eljárás a valóságban?

Az energiát munkavégző-képességként szokás definiálni. Amikor éppen nem akarunk munkát végezni, a „felesleges” energiát célszerű elraktározni. Csakhogy az energiák nem egyformán „konzerválhatók”.

5. Raktároz-e energiát a szifonpatron (szén-dioxid-patron)? Lehet-e vele munkát végezni?

Az élővilágban a tápanyag tartalékolásával alakult ki az energia raktározása. A technikai szféra az energiaforrásokra támaszkodik.

6. A mindennapi életben használatos energiahordozó elnevezésről a nem szakmabeliek számára úgy tűnhet, hogy az energia forrásai nagy energiatartalmú anyagok. Helyes-e ez az elképzelés?

A sejtek energia-raktározó molekuláiban, az ATP-ben, a foszfát csoportok között kialakuló kötést szokás „nagy energiájú” kötésnek nevezni. Fedezheti-e a makroerg kötések felszakítása pl. az izommunka energiaigényét?

7. Mi a hasonlóság és mi a különbség a szifonpatron és az ATP „energiaraktározása” között? Mi a hasonlóság és mi a különbség a kondenzátor és a galvánelem energiaraktározása között?

8. Az elemek – standard körülmények között stabilis módosulatának – képződéshője megállapodás szerint nulla. Hogyan lehet akkor a szén energiahordozó? Lehet-e más elem is „energiahordozó”?

A sokféleségnek persze haszna is van. Szükség esetén nemcsak az energia típusát, hanem még az energiaforrás anyagi minőségét is megválaszthatjuk.

9. A nagy tisztaságú paraffinolaj nem mérgező, hiszen gyógyászati célból olykor itatják. Mégsem fogyasztjuk energiaforrásként. Miért? Pedig éppúgy „olaj”, mint az étolajok. Vagy mégsem?

10. Az élővilágban a poliszacharidok és a zsírok-olajok egyaránt elterjedt tartaléktápanyagok. A növények esetében gyakori a keményítő, míg a vándormadarak kimondottan zsírt raktároznak. Van-e ennek a különbségnek jelentősége?

11. A biológus számára a tápláléklánc inkább ökológiai jellegű téma, hogy az adott területen milyen társulások fordulnak elő. Közelítsük meg a táplálékláncot a fizika és a kémia oldaláról! Fizikai-kémiai szemmel miért és mit fogyasztanak láncszerűen az egymásra utalt élőlények?

12. Az előző példák is bizonyítják, hogy a reakcióhő függ a kiindulási anyagok és a végtermékek anyagi minőségétől. A következő, akár kísérletként is elvégezhető feladatban az alábbi vizes oldataink vannak: $0,5 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kénsav, ill. 1 mol/dm^3 koncentrációjú sósav, salétromsav, nátrium-hidroxid- és kálium-hidroxid-oldat. Pontosan azonos térfogatú részleteik összeöntése esetén, melyik párosítás esetében mérjük a legmagasabb hőmérsékletet, ill. a legnagyobb reakcióhőt? Miért? (Az oldatok hőkapacitásának különbözőségétől eltekintünk.)

Feladatok kezdőknek

Alkotó szerkesztő: Dr. Igaz Sarolta

Feladatok megoldása

K11.

(Schäffer Dávid megoldása)

A,B,C atómtömegeinek aránya 10: 3: 4

A,B,C tömegeinek aránya 10: 3: 12

ezért a vegyület képlete: $A_1B_1C_3$

A vegyületben az atomok száma 5, s a protonok száma ennek tízszerese, tehát 50.

Mivel a protonok száma és a neutronok száma megegyezik, így a moláris tömeg 100 g/ mól

A tömege 10/25 része 100 grammnak, tehát 40 gramm

B tömege 3/25 része 100 grammnak, tehát 12 gramm

C tömege 12/25 része 100 grammnak, tehát 48gramm

1 mól A tömege 40 gramm, tehát A: Ca

1 mól B tömege 12 gramm, tehát B: C

3 mól C tömege 48 gramm, tehát C: O

A vegyület képlete: $CaCO_3$

K12.

(Reitzki Bernadett megoldása)

A fémporban az atomok száma legyen: x

a keletkezett oxidban az atomok száma: 4x

a keletkezett savban az atomok száma: 7x

A fém-oxid képlete: AO_3 (atomok száma: 4)

a sav képlete: H_2AO_4 (kétértékű, tehát 2 hidrogén van benne, atomok száma: 7)

A sav moláris tömege: $2 + A + 64$

melynek 44,1 tömeg%-a a fém tömege

ezért:

$$(2 + A + 64)0,441 = A$$

az egyenletet megoldva $A=52$

Tehát a keresett fém a króm.

K13.

(Cserép Máté megoldása)

Az ismeretlen fém legyen Me, vegyértéke pedig x.

A hevítés egyenlet:



A kiindulási fém legyen 2 mól, ekkor az egyenlet szerint a fém-oxid 1 mól.

A fém tömege: $2M$ a fém-oxid tömege: $2M + 16x$

mivel 25,2 %-os a tömegnövekedés:

$$1,252 \cdot 2M = 2M + 16x$$

$$M = 31,75x$$

ha

$x=1$, akkor $M=31,75$ ilyen fém nincs

$x=2$, akkor $M=63,5$ **ez a réz**

További x értékekre nincs megoldás.

A hevítés egyenlete: $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$

A kristályos réz-nitrát képlete: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot y \text{H}_2\text{O}$, moláris tömege: $187,5 + 18y$ g/mól

Hevítése során CuO keletkezett, melynek moláris tömege: 79,5 g/mól

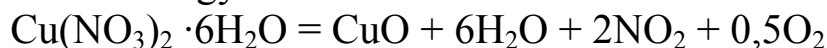
A feladat szerint 79,1%-os tömegcsökkenés ment végbe, tehát 26,9% maradt. Ezért:

$$0,269(187,5 + 18y) = 79,5$$

$$y = 6$$

Tehát 6 mól vízzel kristályosodik a só.

A hevítés egyenlete:



K14.

Sajnos az elírás minket se került el, így ebben a példában helyesen a keletkezett $0,40 \text{ mol/dm}^3$ -es a savra és $0,20 \text{ mol/dm}^3$ -es a keletkező sóra nézve. Az elírásért mindenkitől elnézést kérek! A korrekt verseny érdekében a feladatot kivettük az értékelésből. Voltak akik megírták, hogy a feladat nem megoldható, de volt olyan is aki rájött, hogy hol a hiba a feladatban. Így közre is adunk egy ilyen megoldást.

(Papp Dóra megoldása)

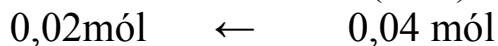
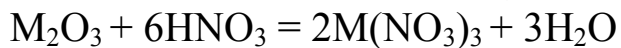
A kiindulási oldat a salétromsav mennyisége: $0,2 \text{ dm}^3 \cdot 1 = 0,2 \text{ mól}$

A keletkezett oldat $0,4 \text{ mól/dm}^3$ koncentrációjú a savra nézve, tehát $0,2 \text{ dm}^3 \cdot 0,4 = 0,08 \text{ mól}$ sav maradt.

A reakcióban tehát $0,2 - 0,08 = 0,12 \text{ mól}$ sav fogyott.

A keletkezett oldat $0,2 \text{ mól/dm}^3$ koncentrációjú a sóra nézve, tehát $0,2 \text{ dm}^3 \cdot 0,2 = 0,04 \text{ mól}$.

$0,12 \text{ mól}$ sav hatására $0,04 \text{ mól}$ só keletkezett, ebből következik, hogy 1 mól só 3 mól nitrát-iont tartalmaz, azaz a fém 3 vegyértékű.



$0,02 \text{ mól}$ fém-oxid tömege $2,04 \text{ gramm}$, tehát a fém-oxid moláris tömege $2,04/0,02 = 102 \text{ gramm/mól}$.

$$2\text{M} + 3 \cdot 16 = 102$$

$$\text{M} = 27$$

Tehát a keresett fém-oxid az Al_2O_3 .

K15.**(Ratku Antal megoldása)**

Az $\text{A}_2\text{B}_2\text{O}_3$ vegyület $25,26 \text{ tömeg}\%$ oxigént tartalmaz.

1 mól vegyület tömege:

$$(16 \cdot 3 / 25,26) 100 = 190 \text{ gramm}$$

$$190 = 2\text{A} + 2\text{B} + 3 \cdot 16$$

$$\text{A} + \text{B} = 71$$

Az A_2BO_4 vegyület $36,78 \text{ tömeg}\%$ oxigént tartalmaz.

1 mól vegyület tömege:

$$(16 \cdot 4 / 36,78) 100 = 174 \text{ gramm}$$

$$174 = 2\text{A} + \text{B} + 4 \cdot 16$$

$$2\text{A} + \text{B} = 110$$

Az egyenletekből következik, hogy 1 mól A tömege: 39 gramm , tehát **A= kálium**. 1 mól B tömege: 32 gramm , tehát **B= kén**.

A vegyületek képlete: $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$, K_2SO_4

K16.**(Szabó Gergely megoldása)**

Az elemi gáz X, monoxidja pedig XO

Hevítés hatására: $XO + 0,5 O_2 = XO_2$

a kezdeti elegy tömege: $2X + 3(X+16)$

a hevítés utáni tömeg: $2X + 3(X+32)$

$3 \cdot 16$ megfelel 32,9 %-nak, így a 100% 146 gramm, azaz

$$2X + 3(X+16) = 146$$

$$X = 19,6 \text{ gramm}$$

Ilyen moláris tömegű gáz nincs, tehát az elemi gáz kétatomos.

Ezért:

$$2 \cdot 2X + 3(X+16) = 146$$

$X = 14$ gramm, amely a nitrogén.

Tehát az elemi gáz a N_2 .

K17.**(Lovas Attila megoldása)**

Vegyünk 1 dm^3 oldatot. Ebben 10,625 mól sav van.

Az oldat tömege: $1000 \text{ cm}^3 \cdot 1,320 \text{ g/cm}^3 = 1320 \text{ gramm}$

Az oldott anyag tömege: $1320 \cdot 0,5071 = 699,372 \text{ gramm}$

A sav moláris tömege: $699,372 / 10,625 = 63 \text{ gramm/mól}$

A sav HNO_3 .

K18.**(Kupecki Nóra megoldása)**

$M(Na_3PO_4) = 164 \text{ gramm/ mól}$

$M(Na_3PO_4 \cdot 10 H_2O) = 344 \text{ gramm/ mól}$

A 20 gramm kristályos nátrium-foszfát $(164/344)20 = 9,54$ gramm nátrium-foszfátot tartalmaz.

A 0,5 mólos oldatnak $25 - 9,54 = 15,46$ gramm nátrium-foszfátot kell tartalmaznia.

Mivel 1000 cm^3 oldat 0,5 mól, azaz 82 gramm nátrium-foszfát van, a 15,46 gramm nátrium-foszfát **$188,59 \text{ cm}^3$** oldatban található.

Ennek az oldatnak a tömege: $188,59 \cdot 1,076 = 202,93$ gramm.

A szükséges víz mennyisége: $800 - 20 - 202,93 = 577,07$ gramm.

K19.*(Batha Dávid Sándor megoldása)*

Mivel 112,5 gramm víz hozzáadása után a 20 tömeg %-os oldat 10 tömeg %-osra hígult, így az előző oldat tömege is 112,5 gramm volt.

A nikkel-bromid tartalom 20 tömeg%, tehát $112,5 \cdot 0,2 = 22,5$ gramm. A víz mennyisége $112,5 - 22,5 = 90$ gramm.

Az eredeti oldat 10 tömeg%-os, tehát a víz 90 %.

90 gramm víz 90 %, így az oldat 100 gramm.

Az eredeti oldathoz, amely 100 gramm, 12,5 gramm nikkel-bromidot kellett adnunk, hogy 112,5 gramm oldatot kapjunk.

K20.*(Cserép Máté megoldása)*

Az eredeti 500 gramm oldat tömeg%-a legyen y , a vas-szulfát tartalma: $5y$

A kristályos vas-szulfát ($\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) hozzáadása után az oldat 550 gramm, tömeg%-a $y + 4,06$, tehát a vas-szulfát tartalma: $5,5 \cdot (y + 4,06)$.

A legvégén kapott oldat: $500 + 50 + 996,6 = 1546,6$ gramm, s a vas-szulfát tartalom benne $(0,5y \cdot 1546,6) / 100 = 7,733y$

A víz hozzáadásával nem nőtt a vas-szulfát mennyisége, így

$$5,5 \cdot (y + 4,06) = 7,733y$$

$$y = 10$$

Tehát az eredeti oldat 10 tömeg%-os.

Az 50 gramm kristályos vas-szulfát $50 / (152 + 18x)$ mól.

$$50 / (152 + 18x) = 7,733y - 5y$$

$$x = 7$$

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ a keresett képlet.

A PONTVERSENY EREDMÉNYE

1. forduló

Budapest:

Árpád Gimnázium

Gács Bence 9.o. 30 pont

Szabó Gergely 10.o. 20 pont

Eötvös József Gimnázium

Ulrich Gábor 9.o. 40 pont

Zábori Balázs 9.o. 40 pont

Jedlik Ányos Gimnázium

Cserép Máté 9.o. 40 pont

Knorr Gergely 9.o. 20 pont

Varga Tamás 9.o. 20 pont

Debrecen:

Kossuth Lajos Gyakorló Gimnázium

Ditrói Tamás 9.o. 40 pont

Papp Olga 9.o. 38 pont

Ratku Antal 8.o. 35 pont

Tógyer Lilla 5 pont

Hajdúdorog:

Görög Katolikus Gimnázium

Szkiba Ivett 10.o. 31 pont

Kaposvár:

Táncsics Mihály Gimnázium

Bodó Dávid 9.o. 38 pont

Gyánó Marcell 9.o. 40 pont

Héger Péter 9.o. 40 pont

Herber Máté 9.o. 40 pont

Huszár Enikő Anna 40 pont

Igaz Orsolya 9.o. 20 pont

Koch Márton 9.o. 25 pont

Kovács Gergely 9.o. 30 pont

Kovács László 9.o. 38 pont

Papp Dóra 9.o. 40 pont

Schäffer Dávid 9.o. 40 pont

Kecskemét:

Bolyai János Gimnázium

Batha Dávid 9.o. 40 pont

Paks:

Energetikai Szakközépiskola

NÉV NÉLKÜL 36 pont

Szekszárd:

I. Béla Gimnázium és Informatikai Szakközépiskola

Cseh Annamária 9.o. 30 pont

Farkas Péter	30 pont
Konhodics Péter 9.o.	30 pont
Reitzki Bernadett 9.o.	30 pont

2. forduló

Budapest:

Árpád Gimnázium

Szabó Gergely 10.o.	45 pont
---------------------	---------

ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium

Lovas Attila 10.o.	42 pont
--------------------	---------

Jedlik Ányos Gimnázium

Cserép Máté 9.o.	50 pont
------------------	---------

Debrecen:

Kossuth Lajos Gyakorló Gimnázium

Ditrói Tamás 9.o.	43 pont
-------------------	---------

Papp Olga 9.o.	47 pont
----------------	---------

Hajdúdorog:

Görög Katolikus Gimnázium

Szkiba Ivett 10.o.	50 pont
--------------------	---------

Kaposvár:

Táncsics Mihály Gimnázium

Gyánó Marcell 9.o.	49 pont
--------------------	---------

Kovács László 9.o.	24 pont
--------------------	---------

Kecskemét:

Bolyai János Gimnázium

Batha Dávid 9.o.	50 pont
------------------	---------

Orosháza:

Táncsics Mihály Gimnázium és Szakközépiskola

Kupecski Nóra 9.o.	30 pont
--------------------	---------

Nász Veronika 9.o.	30 pont
--------------------	---------

Szelezsán Dávid 9.o.	30 pont
----------------------	---------

Szekszárd:

I.Béla Gimnázium és Informatikai Szakközépiskola

Farkas Péter	49 pont
--------------	---------

Konhodics Péter 9.o.	39 pont
----------------------	---------

Sümegei Evelyn 9.o.	27 pont
---------------------	---------

Szívből gratulálok minden feladatbeküldőnek, és további eredményes versenyzést kívánok.

A szerzők nevében: Dr. Igaz Sarolta

Feladatok

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2005. február 15-ig:

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

Magyar Kémikusok Egyesülete

Budapest

Fő u. 68.

1027

K21 Milyen összetételű volt az a szén-monoxidból és oxigénből álló gázelegy, melyet begyűjtöttünk, s a reakció lejátszódása után kapott gáz sűrűsége 1,5-szer nagyobb, mint az eredeti elegy?

K22. A periódusos rendszerben két egymást követő gáz elegyének széndioxidra vonatkoztatott sűrűsége 0,05. Melyik ez a két gáz és milyen az elegy térfogat %-os összetétele?

K23. Milyen összetételű volt az a szén-monoxidból és oxigénből álló gázelegy, melyet begyűjtöttünk, s a reakció lejátszódása után kapott gázelegy sűrűsége standard állapotban $1,6 \text{ g/dm}^3$.

K24. Milyen összetételű volt az a szén-monoxidból és levegőből álló gázelegy, melyet begyűjtöttünk, s a reakció lejátszódása után kapott gázelegyben az oxigén móltörtje 60%-a kiindulási elegyben tapasztalhatónak. (A levegő összetétele: 20% oxigén és 80% nitrogén.)

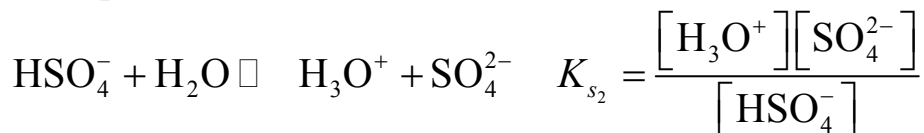
K25. Melyik az az alkán, amelyet 18-szoros térfogatú oxigénben elégetve az égéstermékben az oxigén móltörtje kétszerese a széndioxidénak.

Feladatok haladóknak

Alkotó szerkesztő: Magyarfalvi Gábor

Megoldások

H11. $\text{pH} = 0,2 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,631 \text{ M}$



$$\frac{[\text{HSO}_4^-]}{[\text{SO}_4^{2-}]} = \frac{10^{-\text{pH}}}{K_{s_2}} = 33,2$$

Az összes szulfát $1 / 34,2 \cdot 100\% = \underline{97\%}$ -a protonált.

$$[\text{Cl}^-] = 30 \text{ g dm}^{-3} / 35,5 \text{ g mol}^{-1} = 0,845 \text{ M}$$

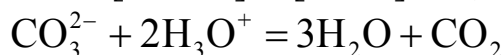
$$[\text{SO}_4^{2-}] + [\text{HSO}_4^-] = 42 \text{ g dm}^{-3} / 96 \text{ g mol}^{-1} = 0,438 \text{ M}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 0,0128 \text{ M} \quad [\text{HSO}_4^-] = 0,424 \text{ M}$$

A hiányzó kationkoncentráció az oldat töltésegyensúlyából adódik:

$$[\text{Cl}^-] + 2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{HSO}_4^-] - [\text{H}_3\text{O}^+] = \underline{0,66 \text{ M}}$$

A karbonátokból nem csak a szabad, hanem a hidrogénszulfátban kötött sav is CO_2 -t fejleszt. $\Sigma \text{H}^+ = [\text{HSO}_4^-] + [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,05 \text{ M}$



A fejlődő gázt vegyük 40°C -osnak (a feladatban nem szerepelt, más értelmes feltételezés is elfogadható). A gáz moláris térfogata:

$$V_m = \frac{RT}{p} = 0,026 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$$

Összesen fejlődne $V_{\text{víz}} \cdot \Sigma \text{H}^+ \cdot V_m = 0,46 \text{ km}^3$ gáz.

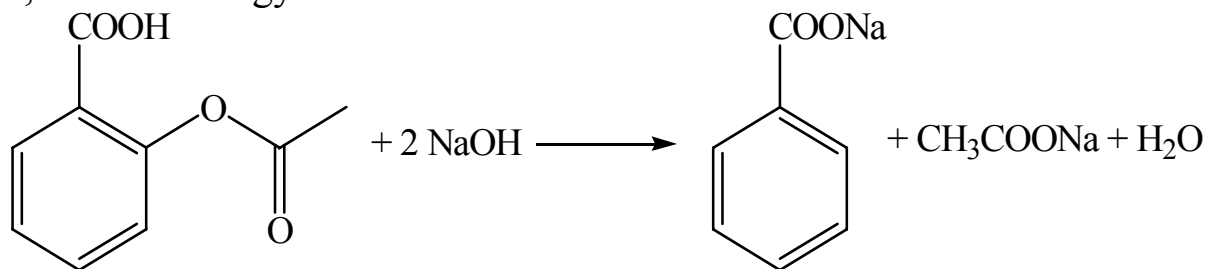
H12. A szabad sav koncentrációja a vérben és a gyomorban is megegyezik, bár a két oldalon eltérő mértékben deprotonálódik.

$$K_s = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \rightarrow [\text{A}^-] = [\text{HA}] \frac{K_s}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

A kért arány:

$$\frac{[\text{HA}] + [\text{A}^-]_{\text{vér}}}{[\text{HA}] + [\text{A}^-]_{\text{gyomor}}} = \frac{[\text{HA}] + 10^{-3-(-7,6)} [\text{HA}]}{[\text{HA}] + 10^{-3-(-2,0)} [\text{HA}]} = \frac{1 + 10^{4,4}}{1 + 10^{-2}} \cong 2,5 \cdot 10^4$$

Az aszpirintartalom mérésekor az átlagfogyás $5,38 \text{ cm}^3$ -ében $2,69 \text{ mmol}$ HCl volt. A kiindulási minta a bemért NaOH-ból tehát $22,5 - 5 \cdot 2,69 = 9,04 \text{ mmol}$ -t fogyasztott. A reakció a következő:



A keletkező szalicilát és acetát ionok a mérést nem zavarják, hisz a fenolftalein átcsapásakor még nem lépnek reakcióba.

Az aszpirin pontos moláris tömege $180,17 \text{ g/mol}$, azaz a bemért porminta

aszpirintartalma: $\frac{9,04 \text{ mmol} \cdot 180,17 \text{ g/mol}}{2 \cdot 1240 \text{ mg}} 100\% = 65,7\%$

H13. A minta kalciumtartalma az oxalátionokkal $\text{Ca}(\text{COO})_2$ összetételű csapadékot ad. Az oxálsav feleslege reagál a permanganát ionokkal:



A fogyott $0,613 \text{ mmol}$ permanganát $1,53 \text{ mmol}$ oxaláttal reagált. A bemérésből fennmaradó $25 \cdot 0,173 - 1,53 = 2,79 \text{ mmol}$ oxalát ugyanannyi kalciumot kötött meg.

A Ca-tartalom tehát $\frac{2,79 \text{ mmol} \cdot 40,17 \text{ g/mol}}{1135 \text{ mg}} 100\% = 9,86\%$.

Ha a mintában olyan szennyezők vannak, amelyek akadályozzák a kalcium-oxalát képződését, de a permanganátos reakciót nem zavarják, akkor a valódinál kisebb kalciumtartalomra következtethetünk. A kalciumionokkal pl. bizonyos komplexképző anyagok (EDTA) reagálhatnak így. Az oxalátnál oldhatatlanabb kalcium-csapadékot képző anyagok is így hatnának, de ilyen nem lehetett a mintában, mert maradék nélkül feloldódott.

A csapadékképző reakciót erősen savas kémhatást okozó szennyezők is gátolhatják.

Szintén kisebb kalciumtartalmat észlelnénk, ha a szennyező a permanganátot fogyasztaná. Ilyen lehetne pl. a NaNO_2 .

Akkor tűnne a kalcium-tartalom nagyobbak, ha a szennyező az oxalátionok feleslegével reagálna. Erős oxidálószer, pl. maga a permanganát így hatnának. Az oxaláttal csapadékot képző ionok, pl. egy bárium-só is ilyen szennyező lenne.

H14. Az **A** gáz moláris tömege

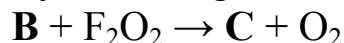
$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{1,31 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ J}(\text{molK})^{-1} \cdot 298 \text{ K}}{100 \text{ kPa} \cdot 0,250 \text{ dm}^3} = 130 \text{ g/mol}$$

Az első reakcióban reagáló 0,651 g **A** gáz 5 mmol, a reakciópartner 0,380 g, azaz 10 mmol F_2 . A reakció:

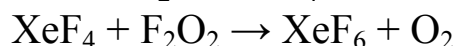
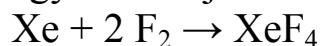


B moláris tömege $130 + 76 = 206 \text{ g/mol}$ lesz.

A második reakcióban 5 mmol **B** reagál és standard állapotúnak tekintve $124/24,5 = 5 \text{ mmol}$ oxigén fejlődik. **B** és **C** tömegkülönbsége megfelel ugyanennyi F_2 tömegének, ezért a reakció:

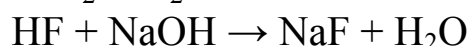
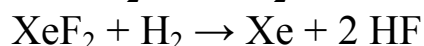
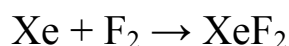


Jó közelítéssel (131 g/mol) a moláris tömegek és a reakciósor a xenonra és fluoridvegyületeire jellemző.



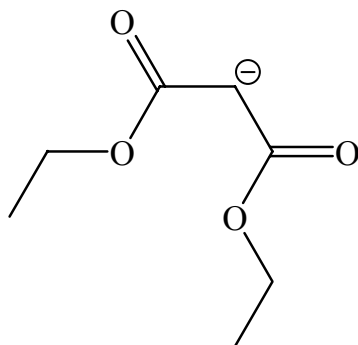
A xenon-fluoridok hidrogénnel reagálva xenont és hidrogén-fluoridot adnak. $\text{XeF}_{2x} + x \text{H}_2 \rightarrow \text{Xe} + 2x \text{HF}$.

Ha a **D** xenon-fluorid reakciójában 2 ekvivalens HF keletkezik, akkor az csak a xenon-difluorid lehet.



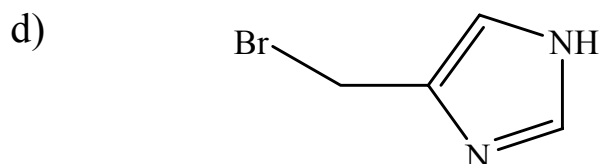
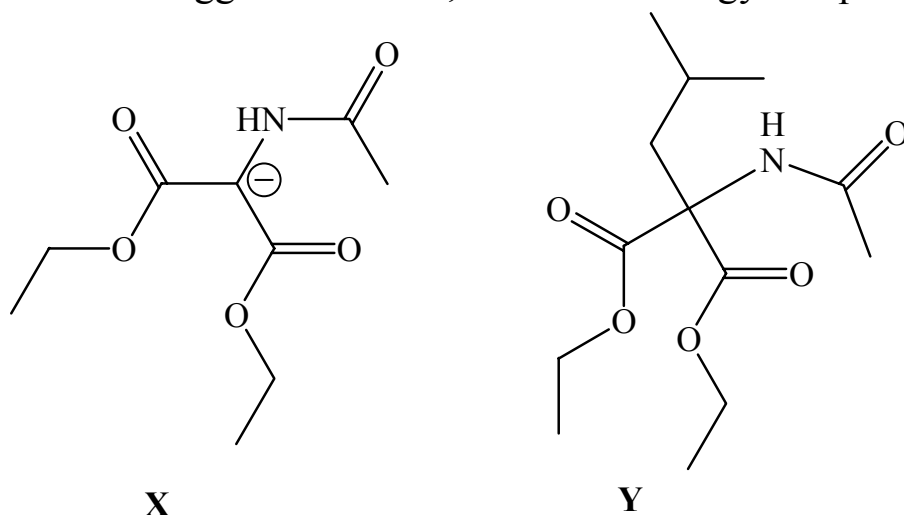
A XeF_4 síknégyzetes alakú molekula.

H15. a) Az **A** vegyület a következő anion nátriumsója (ionos jellegű, nincs benne Na-C kötés):

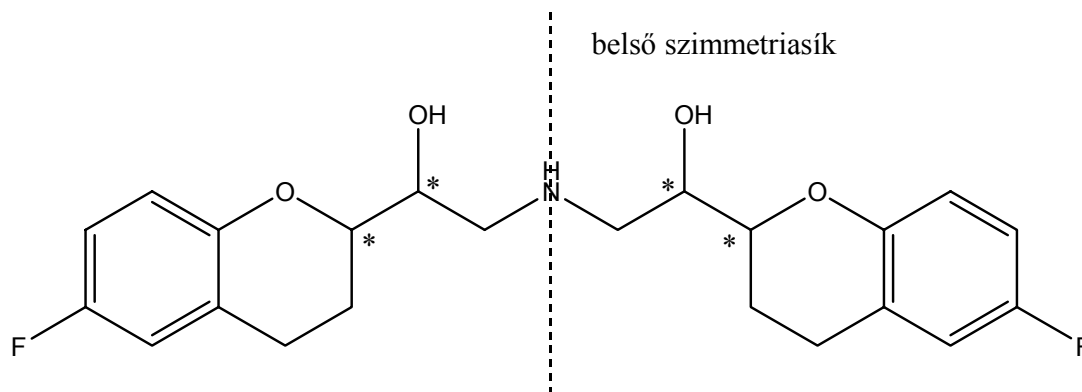


b) Propánsav akkor keletkezik, ha metil-bromidot használunk 3-fenil-butánsav előállításához (1-bróm-etil)-benzol, $C_6H_5-CHBr-CH_3$ szükséges. 2 metil-propánsav úgy szintetizálható, hogy egymás után a malonészter mindkét hidrogénatomját lecseréljük, ami úgy tehető meg, hogy kétszeres mennyiségű nátrium-etoxidot és metil-bromidot használunk.

c) A **Z** vegyület az amid csoportból keletkező ecetsav. A kapott leucin királis vegyület, de ebben a reakcióban a két enantiomer egyforma valószínűséggel keletkezik, ezért racém elegyet kapunk.



HO1. A *nevilolol*ban 4 aszimmetria centrumot találunk. Egy négy aszimmetria centrumos vegyületnél 16 (2^4) sztereoizomer van. Jelen esetünkben egy belső szimmetriasík található a molekulában, ennek következtében az összes sztereoizomerek száma **10**.



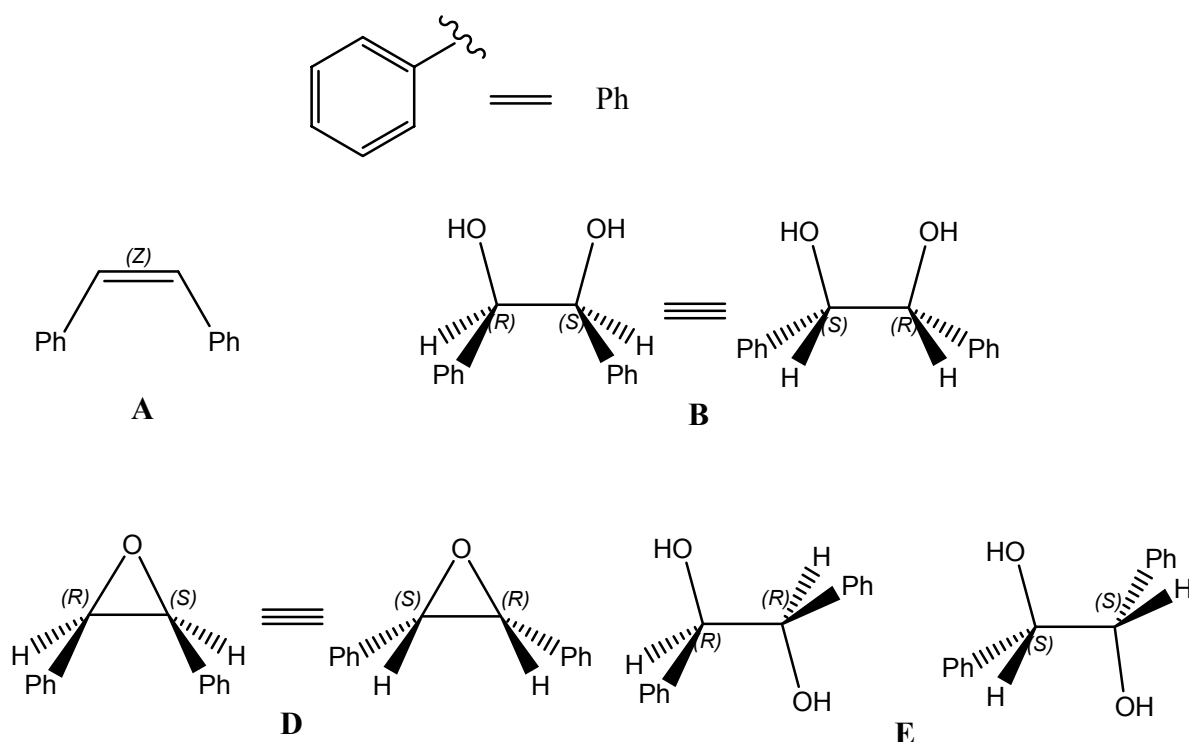
Az egyes sztereocentrumok abszolút konfigurációja a különböző sztereoizomereknél (az = jelenti a belső szimmetria miatti egyezést): $SSSS$, $RRRR$, $SSSR = RSSS$, $RRRS = SRRR$, $SSRS = SRSS$, $RRSR = RSRR$, $SSRR = RRSS$, $SRRS$, $RSSR$, $SRSR = RSRS$.

összesen: 4 pont

Hibátlan megoldást küldött be: Bauswetter Diána, Király Márton, Parázsó János, Sávoly Zoltán, Sólyom Zsófia, Szigeti László és Takáts László.

Varga Szilárd

H02. Az elemanalízisből kiszámolható, hogy $C : H = 7 : 6$. A feladat feltételeiből kikövetkeztethető, hogy kettős kötést tartalmaz a vegyület, így a legegyszerűbb összegképlet $C_{14}H_{12}$. Ez a vegyület az 1,2-difenil-eten. Az egyes betűk a következő vegyületeket jelölik:



összesen 8,0 pont

Hibátlan megoldást küldött be: Bacsó Gábor, Halász Gábor, Szabó Máté Zoltán és Széchenyi Zoltán.

Megj.: A geometriai izomériánál a hivatalos jelölés Z (cisz) és E (transz). Segít megállapítani, hogy melyik izomer, ha CIP szerint besorszámozom a kettős kötés egy oldalán lévő ligandumokat. Ha közel van egymáshoz a két nagyobb sorszámú, akkor Z, ha távol akkor E.

Varga Szilárd

Feladatok

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2005. február 15-ig:

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Általános és Szervetlen Kémiai Tanszék

Budapest 112

Pf. 32

1518

H21. 80,0 g kálium-szulfátból 60°C-on telített oldatot készítünk és bárium-nitrátot szórunk bele. A kapott elegyet 60 °C-on hosszasan keverjük, majd még melegen leszűrjük.

Milyen esetben (hány g beleszórása) nem fogjuk számottevő mennyiségű szilárd anyag kiválását tapasztalni a leszűrt oldatot 20°C-ra hűtve? Mi és mekkora tömegben marad a szűrőn ilyenkor? Amikor mégis válik ki szilárd anyag a hűtés során, mi lesz az?

Adatok:

	M (g/mol)	A telített oldat összetétele (m/m %) 20°C-on	A telített oldat összetétele (m/m %) 60°C-on
Ba(NO ₃) ₂	261,3	8,0	17,0
K ₂ SO ₄	174,2	10,0	15,2
KNO ₃	101,1	24,0	52,6

Tekintsük az egyes sók vízben való oldódását durva közelítéssel egymástól függetlennek.

H22. Vegyi üzemekben kősó oldatot elektrolizálnak grafit elektródok között, majd a katódtérben keletkező oldatot az anódtérben keletkező gázzal reagáltatják. *Mit állítanak így elő? Válaszát egészítse ki a reakció és az elektródfolyamatok egyenleteivel!*

Az eljárást követni lehet az oldat pH-ját követve. *Ha a reakció előtt az oldat pH-ja 13,3 volt, mekkora pH eléréskor lesz a reakció teljes?*

A valóságban már magasabb pH-n abbahagyják a gáz adagolását. *Vajon miért?*

A hipoklórossav disszociáció-állandója $3,02 \cdot 10^{-8}$.

H23. 60,0 cm³ 20,0 tömegszázalékos, 1,22 g/cm³ sűrűségű NaOH oldatot mértek be egy jól záró égetőbombába. Egy ismeretlen, egyenes szénláncú klórozott szénhidrogén 3,24 grammját oxigénfeleslegben elégették a bombában. Az égéstermékek mind elnyelődtek az oldatban, amelynek tömeggyarapodása 7,73 gramm lett.

A kapott oldatot 250 cm³-re hígították és 20 cm³-es részleteit 1,015 M sósavoldattal titrálták metilnarancs indikátor mellett. A végső fogyás (forralás után) 24,83 cm³ volt.

- a.) Adja meg a lejátszódó reakciók egyenleteit!
 b.) Milyen pH-nál jelez az indikátor? Miért volt szükséges a forralás?
 c.) Mi volt az elégetett vegyület összegképlete?
 d.) Adja meg az összes lehetséges konstitúciós izomer szerkezetét!

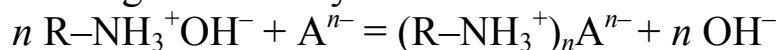
német feladat

H24. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -mérőoldatot faktorozunk $10,00 \text{ cm}^3$ $8,333 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ -os káliumbijodát oldatra. $10,00 \text{ cm}^3$ helyett a fogyás $9,88 \text{ cm}^3$. Ugyanennek a tioszulfát oldatnak $10,00 \text{ cm}^3$ -re $3,98 \text{ cm}^3$ I_2 -oldat fogy.

Egy oxidálódott Na_2S $134,0 \text{ mg}$ -os részletéből $100,0 \text{ cm}^3$ -es törzsoldatot készítünk. A I_2 -mérőoldat fogyása semleges oldatban $10,04 \text{ cm}^3$ a $10,00 \text{ cm}^3$ törzsoldatra.

- a) A nátrium-tioszulfát hány százaléka diszproporcionálódott a széndioxid hatására?
 b) A nátrium-szulfid hány százaléka oxidálódott nátrium-tioszulfáttá a levegő oxigénjének hatására?
 c) A nátrium-szulfid törzsoldat $50,00 \text{ cm}^3$ -es részletét anioncserélő gyantán vezetjük át. Az így előkészített oldat $25,00 \text{ cm}^3$ -es mintáját $0,1 \text{ M}$ $f = 1,151$ HCl -oldattal titrálva mennyi a fogyás?

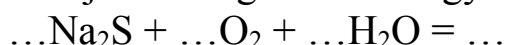
Az anion cserélőn végbemenő folyamat:



A nátrium-tioszulfát diszproporcionálódásának kiegészítendő egyenlete:



A nátrium-szulfid oxidációjának kiegészítendő egyenlete:



Varga Szilárd

H25. A következőkben egy klinikai minta analízisét követhetjük végig. A minta egy vízoldhatatlan kristályos anyag. A korábbi vizsgálatok kimutatták, hogy a minta Ca, C, H, O tartalmú vegyület. A további vizsgálatok során feltételezzük, hogy a minta egységes.

- Karl-Fischer-szerint mérjük a kristályaink víztartalmát. $10,00 \text{ cm}^3$ módosított Karl-Fischer-oldatba (kéndioxid, piridin és jodidionok metanolos oldata) teszünk 95 mg mintát és elektrokémiai úton generálunk ekvivalens mennyiségű jódot. A használt töltésmennyiség $125,56 \text{ C}$. Az ismeretlen helyett 25 mg kristályos timsót feloldva az ekvivalenciapont eléréséhez $122,0 \text{ C}$ töltés szükséges.

- 110 mg mintát $20,00 \text{ cm}^3$ $0,05 \text{ M } f = 1,023$ EDTE-mérőoldatban, $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$ -os közegben oldunk fel. Az EDTE felesleget $0,05 \text{ M } f = 0,985$ Zn^{2+} -mérőoldattal mérjük vissza. A fogyás: $5,47 \text{ cm}^3$.
 - 72 mg-os részletét a mintánknak kénsavas közegben titráljuk melegen $0,02 \text{ M } f = 0,979$ KMnO_4 -mérőoldattal. A fogyás: $10,07 \text{ cm}^3$.
- Mi a minta pontos képlete?*
 - Írja fel a lejátszódó folyamatok egyenletét!*
 - Honnan származhat ez a kristályos anyag?*
 - Rajzolja fel azt a grafikont, amit a minta hevítése során nyerünk, ha a hőmérséklet függvényében ábrázoljuk a tömegváltozást! Megj: (I) a változások ugrásszerűek, (II) a hevítés végén égetett mészhez jutunk, (III) a független változót jelöld T_1 , T_2 , stb.-vel, (IV) a méréshez analitikai mérleget használunk, tehát csak a szilárd anyag tömegét ismerjük.*

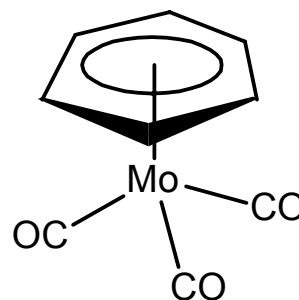
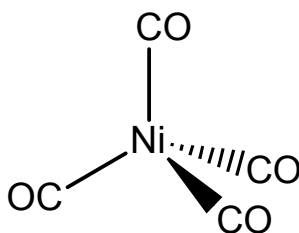
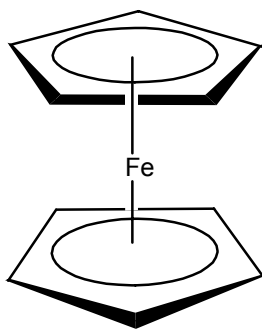
Varga Szilárd

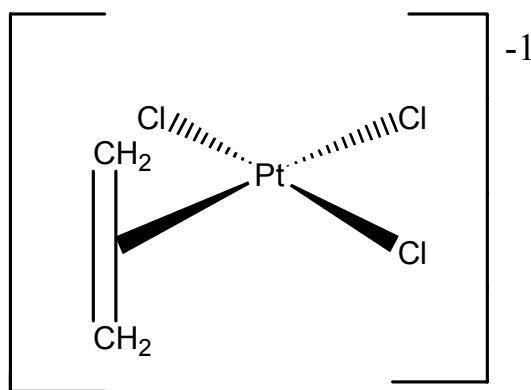
HO6. 100 ml $0,1 \text{ M } \text{NH}_3$ oldathoz szilárd MgCl_2 -t adagolunk apránként. Mennyit kell adagolni ahhoz, hogy az oldat pH-ja két egységet csökkenjen? Szilárd NH_4Cl -ot az elegyhez adva a csapadék feloldható. Hány grammra van ehhez szükség? Mi lesz a végső pH?

Adatok: $\text{pK}_b(\text{NH}_3) = 4,73$, $L(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 1,8 \cdot 10^{-11}$.

Az oldat térfogatváltozásától tekintsünk el.

HO7 A fém-szén kötéseket tartalmazó fémorganikus vegyületek közül sok mutat a klasszikus kémia szempontjából szokatlan szerkezeteket.





Bizonyos ligandumok a központi fématomhoz egyszerre több atomjukkal is kapcsolódhatnak. A fenti molibdénvegyületben a benzol mind a hat szénatomja azonos távolságban kötődik a Mo atomhoz. Azaz a benzol ligandum ún. haptocitása 6. A vegyület képletében ezt az η^6 jelölés jelzi: $\text{Mo}-(\eta^6\text{-C}_6\text{H}_6)(\text{CO})_3$.

A ferrocénben, $\text{Fe}(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5)_2$ a ligandum a ciklopentadienilgyök (C_5H_5 , rövidítése Cp), ennek 5 CH csoportja egy síkalkatú szabályos ötszöget alkot, ami némileg a benzolra emlékeztet. Magában a C_5H_5 nem stabil, de komplexei igen stabilak lehetnek.

A fenti platina-komplexben az etilén dihapto (η^2) ligandumként viselkedik. Mindkét szénatom kötési távolságon belül van a platinától, a kettejük közti π kötés elektronpárja vesz részt a koordinációban.

Számos stabil fémorganikus vegyület szerkezetének megértésében segítségünkre lehet a központi atom vegyértékhéján levő elektronok száma. Az elektronok megszámlálása során a fématomokat és a ligandumokat általában semlegesnek tekintjük, így a fématom vegyértékhéján alapállapotban található elektronok számához hozzáadjuk a ligandumok által donált elektronokat. Ha a komplexnek töltése van, akkor annak értékét az elektronok számához hozzáadjuk, vagy levonjuk abból. Hány elektront adnak a különféle ligandumok?

- egyszeres kötéssel kapcsolódó csoportok, mint például egy alkilcsoport, vagy a fenti platina komplex kloro csoportja 1 elektrondonornak tekinthető, hasonlóan a hagyományos kovalens kötésekhez.

- egy ligandum nemkötő elektronpárjával kapcsolódva szintén 2 elektront tud donálni. Nagyon stabil komplexeket képes így alkotni a szén-monoxid.
- ha egy alkén kettős kötésének π -elektronpárjával kapcsolódik a központi fémhez, azt 2 elektronos hozzájárulásnak tekintjük.
- a nitrogén-monoxid szintén könnyen képez komplexeket, de nitrogénatomján egy párosítatlan elektron is van a nemkötő elektronpáron kívül, így bizonyos esetekben a képződő nitrozilvegyületekben 3 elektront képes donálni.
- egy benzolmolekula η^6 kapcsolódása során teljes π -elektronfelhőjével, 6 elektronnal számolhatunk.
- a ciklopentadienilgyök η^5 kapcsolódását 5 π -elektronos hozzájárulásnak tekinthetjük.

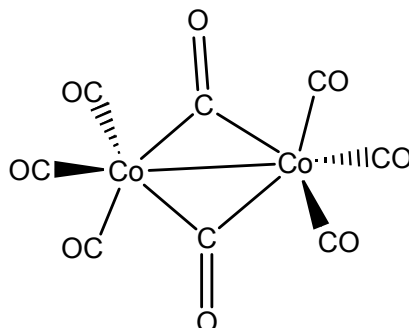
A tapasztalatok azt mutatják, hogy a legtöbb stabil fémorganikus komplex esetén 18 elektront tudunk így összeszámolni. Ez a központi atom *s*, *p* és *d* pályáinak teljes betöltöttségének felel meg, és analóg az oktett szabállyal.

Nézzük a fenti vegyületeket: a ferrocén vasatomjának 8 elektronja a két ciklopentadienil csoport 5-5 elektronjával, a nikkeltetrakarbonil nikkelatommjának 10 elektronja a 4 karbonil 4x2 elektronjával, a molibdén 6 elektronja a benzol 6 és a karbonilok 3x2 elektronjával kiadja a 18 elektront.

A 18-elektronos szabály alól vannak szép számmal kivételek. A fenti platinasó is ilyen: a fém 10 elektronjához az etilén 2, a klorocsoportok 3x1 elektronját és a negatív töltést okozó 1 elektront hozzászámítva csak 16 elektront kapunk. A platinafémek körében az ilyen 16 elektronos kivételek gyakoriak, de előállítottak számos más, a szabálynak meg nem felelő vegyületet.

Mindazonáltal a szabály teljesülése erősen utal a vegyület stabilitására. Például finom eloszlású nikkelt szén-monoxid atmoszférában hevítve az illékony $\text{Ni}(\text{CO})_4$ keletkezik. Hasonló vegyület vasból is előállítható, de összetétele a 18-elektronos szabálynak megfelelően $\text{Fe}(\text{CO})_5$. Páratlan elektronszámú fémek esetén a 18 elektron összejöhet, ha pl. kialakul egy fém-fém kötés. A kobalt legegyszerűbb karbonil vegyületének képlete $\text{Co}_2(\text{CO})_8$, a szerkezetét az ábra mutatja. A fém-fém kötésen kívül híd helyzetbe kerülő karbonil csoportok is vannak a molekulában. Az egyes fématomok vegyértékhéján levő elektronok megszámlálása során a fém-

fém kötés és a híd helyzetű karbonil is egy-egy elektront hoz. A kobalt 9 elektronjához a 3 karbonil 3×2 , a 2 híd karbonil 2×1 , a Co-Co kötés 1 elektronja jön, a 18 elektron ismét megvan.



Mangánsókat CO jelenlétében redukálva egy karbonil vegyület keletkezik, amiben nem lehet karbonil-hidat észlelni. *Mi a vegyület szerkezete?*

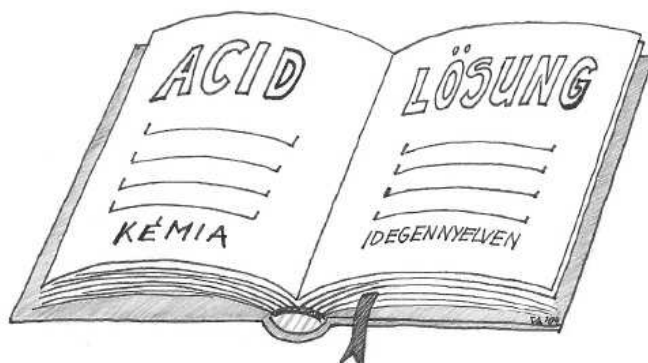
A vegyületet apoláris oldószerekben fel lehet oldani. Két ekvivalens nátriummal reagálva egy sószerű vegyület keletkezik. *Mi ez?*

A vas-pentakarbonil oldatát fénnel besugározva egy másik karbonilvegyület keletkezése volt tapasztalható, amiben kétféle karbonilcsoport jelenlétét tudták kimutatni 2:1 arányban. A reakcióban egy mol kiindulási anyagból fél molnyi CO szabadult fel. *Milyen szerkezetű komplex keletkezett?*

A dikobalt-oktakarbonil könnyen, két lépcsőben reagál nitrogén-monoxiddal. *Milyen vegyületek képződnek?*

Mutassa meg a kérdésekben előforduló összes fémorganikus komplexre, hogy teljesül-e rá a 18 elektronos szabály!

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kedves Diákok!

A KÖKÉL 2004./1 számában azt ígértük, hogy a legsikeresebb fordítókat az év végén jutalomban részesítjük. Ennek megfelelően a következő számunkban közzé tesszük a díjazottak névsorát, a jutalmakat pedig postázzuk. Úgy látjuk azonban, hogy – minden más levelező versenyhez hasonlóan – célszerű lenne ezt a versenyt is a tanév végével befejezni. Ezért az elmúlt évvel záruló nyelvi vetélkedőt tekintsétek – sportnyelven szólva – „szakasz versenynek” és a jutalmazottakat „szakasz győzteseknek”. A végső eredményhirdetésre a 2004/2005 tanulmányi év befejezését követően kerül sor. Munkátokhoz további sikereket kívánunk az új esztendőben.

A szerkesztőség

A 2004./4 számban közzétett német szakszöveg helyes fordítása:

Titrimetria (2. rész)

Titrlás

Használat előtt a bürettát átöblítjük ionmentes (ioncserélők segítségével sótalánított^{NY1}) vízzel, majd kétszer a mérőoldat néhány ml-ével.

Az indikátor színárnyalatainak kifogástalan felismerése érdekében a titrlólombikot a titrlás közben fehér alagra (papír) helyezzük.

A bürettaállítás beállítása és leolvasása (nulla jel) után a titrlást a mérőoldat egyenletesen gyors becsepegtetésével kezdjük, miközben a lombikot az alapos összekeveredés érdekében folyamatosan lengetjük. A titrlás vége felé, melyet a becseppenés helyén az indikátor átcsapott színének lassabb eltűnése jelez, lassan, cseppről cseppre titrlunk. A

titrálás befejezése előtt a lombik belső falát a spriccflakonból^{F1} vízzel leöblítjük. A buretta állását az éppen bekövetkezett átcsapás után 1 perc várakozási idő elteltével olvassuk le (utánfolyás^{F2} a kiürült burettarészből).

A buretta használata

A burettát függőlegesen^{F3} befogjuk egy állványba, és^{NY2} kis tölcser segítségével megtöltjük a folyadékkal. A csap gyors megnyitásával kiűzzük az alsó részből a levegőt. Ezután a burettának mintegy 5 mm-rel a nulla jel felett kell állnia. A csap óvatos működtetésével leeresztjük a folyadékot a nulla jelig. A kifolyócső hegyén esetlegesen található folyadékcseppet egy főzőpohár falán letörölve távolítsuk el. Ez után a beállítás után kerülhet sor a kívánt folyadékmennyiség lemérésére vagy titrálás elvégzésére.

Ehhez a csapot teljesen kinyitjuk, és^{NY2} a folyadékot leengedjük kb. 5 mm-rel a kívánt osztásjel fölé, ill. kicsivel az indikátor átcsapásának elérése előttig. A pipettákkal ellentétben a burettáknak szabadon kell kifolyniuk, vagyis a kifolyócső hegyének nem szabad edény falához hozzáérnie^{NY3}.

A buretta leolvasása

Ahogy más térfogatmérő eszközök esetében is, a folyadékszint állásának leolvasása úgy történik, hogy a meniszkusz (a folyadékfelszín görbülete) legalsó pontját tekintjük. Ezen a ponton keresztül a buretta tengelyére merőlegesen^{F3} egy síkot képzelünk. A leolvasandó pontot ennek a síknak és a buretta falának a metszéspontja adja.

Fontos azonban, hogy eközben a szemünk a meniszkusszal egy magasságban legyen. Csak így biztosított a parallaxishiba-mentes^{F4} leolvasás. Ez könnyen megvalósítható, ha a buretta skálája gyűrűkből áll. Ebben az esetben leolvasás közben a jel elülső és hátulsó részének egymással fedésben kell állnia^{NY3}.

Egyszerűbb a Schellbach-csíkos buretták leolvasása. Ez egy tejüvegből készült széles, fehér csík, közepén egy keskeny kék csíkkal. A Schellbach-csíkot a buretta hátsó falába olvasztják. Ott, ahol a meniszkusz felső és alsó felszíne által létrehozott^{F5} tükröképek érintik egymást, a kék csíkon egy befűződés jelenik meg. A befűződés^{F6} úgy néz ki, mint két különböző vastagságú nyíl találkozási pontja. A leolvasás abban a síkban történik, amelyikben a két nyílhegy érinti egymást. Leolvasás közben itt is ügyelni kell a helyes szemmagasságra.

A titrálás végpontjában csak ritka esetben áll a meniszkusz pontosan rajta valamelyik osztásjelen. Ezért a fölötte és alatta fekvő jelekhez viszonyítunk, és^{NY2} megbecsüljük közöttük a meniszkusz

helyzetét. Ha pl. egy 50 ml-es buretta 1/10 ml-es osztással van ellátva, akkor az 1/100 ml-eket becsülnünk kell.

Tippek a buretta használatához

A buretták használatára vonatkozó következő általános szabályokat kell figyelembe venni:

- Lúgos oldatokat nem hagyunk a burettában hosszabb ideig állni, mert megtámadhatják az üveget, és^{NY2} az üvegcsap berágódhat^{F7}.
- A buretták üvegcsapját^{NY4} zsírozni kell. Ehhez egy parányi mennyiségű csapzsír^{F8} (vazelin) is elegendő. Tanácsos a csaptestet^{F9} vékonyan bezsírozni, és azután letörölni (a rajtamaradó zsír elegendő). Nem szabad azonban a zsírnak a csap furatába kerülnie^{NY2!}. A csiszolatnak egyenletesen átlátszóan^{F10} kell kinéznie^{NY3}, és^{NY2} a csapnak könnyen elfordíthatónak kell lennie^{NY3}.

A szövegben előfordult fontos szakkifejezések:

Eszközök, berendezések:

e Burette, ~, ~n	buretta
r Schellbachstreifen, ~s, ~	Schellbach-csík
r Kolben, ~s, ~	lombik
r Titrierkolben, ~s, ~	titráló lombik
e Spritzflasche, ~, ~n	spriccflakon
s Stativ, ~s, ~e	állvány
r Trichter, ~s, ~	tölcsér
r Hahn, ~(e)s, ~en/~"e	csap (!)
r Schliff, ~(e)s, ~e	csiszolat

Anyagok:

r Indikator, ~s, ~en	indikátor
e Flüssigkeit, ~, ~e	folyadék
s Schliff fett, ~(e)s, ~e	csapzsír

Fogalmak:

s Titrieren	titrálás
r Titrationsendpunkt, ~(e)s, ~e	a titrálás végpontja
r Umschlag, ~(e)s, ~"e	átcsapás (indikátoré)
e Menge, ~, ~n	mennyiség
e Oberfläche, ~, ~n	felszín, felület
e Krümmung, ~, ~en	görbület
e Ebene, ~, ~n	sík

r Schnittpunkt, ~(e)s, ~e	metszéspont
<u>Egyéb:</u>	
um schlagen, u, i. a	átcsap (indikátor)
senkrecht	függőleges / merőleges
schätzen	becsül (!)
alkalisch	lúgos
fressen	mar (!)

A beküldött fordítások értékelése:

NÉV	Oszt.	ISKOLA	Ford. (max. 80)	Magyar nyelvtan (max. 20)	ÖSSZ. (max.100)
Matolcsy Erzsébet	10.B	Budai Ciszterci Szent Imre Gimnázium, Budapest	61,5	17	78,5
Varga János	11.D	Varga Katalin Gimnázium, Szolnok	64	13	77
Berkes Balázs	12.B	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	51	14,5	65,5
Móricz Dénes	9.D	Budai Ciszterci Szent Imre Gimnázium, Budapest	39	15	54
Héjj Kristóf	10.D	Budai Ciszterci Szent Imre Gimnázium, Budapest	38	15	53
Juhász Dávid	10.A	Mikszáth Kálmán Gimnázium, Postaforgalmi Szki. és Kollégium, Pásztó	37	15	52
Nagyfejeő Éva	10.C	Ady Endre Gimnázium, Debrecen	23	12,5	35,5
Riskó Mária Adrienn	11.B	Görög Katolikus Gimnázium, Szki. és Diákotthon, Hajdúdorog	20	13,5	33,5

A szöveg helyenként nem volt könnyű, így elismerés illet mindenkit, aki vállalkozott a lefordítására. A fogalmazásbeli pontatlanságoktól eltekintve az 50 pont feletti végeredményt elérők tartalmilag általában mindenütt jól megértették, miről van szó.

A pontozás a 2004./3 számban megjelent pontrendszer szerint történt. A magyar nyelvtan értékelésekor kizárólag helyesírási és nyelvhelyességi hibákért történt levonás, a stílusbeli hibákat a fordítás értékelésekor vesszük figyelembe. Nyelvtani hibák miatt sajnos viszonylag sok pontot veszítettek még az egyébként igen jó fordítást beküldők is. A leggyakoribb hibák a következők voltak:

NY1. Ketten *sótlanítottat* írtak. Melléknévként a *sótlan* vagy *sóttalan* kifejezés egyaránt helyes, de *sótlanít* ige nincsen, csak *sóttalanít*. Helyes még a *sómentesített* is.

NY2. Ha az *és* kötőszó tagmondatokat választ el egymástól (kapcsolatos mellérendelő összetett mondat), akkor elé vesszőt kell tenni.

NY3. Ilyen esetekben a főnévi igenevet személyraggal kell ellátni! Mivel ezekben a mondatokban szerepel a *hegyének/részének/zsírnak/csiszolatnak/csapnak* logikai alany (valójában részeshatározó), ezért *nem szabad / kell* (állítmány) *hozzáérnie/állnia/belekerülnie/kinéznie/lennie* (alany).

NY4. "A *büretták csapját*" és nem *esapjait*, ugyanis egy bürettának csak egy csapja van.

F1. Spritzflasche: *spricccflakon, spricccflaska, deszt. vizes palack*. Majdnem mindenki értette, miről van szó. A *fecskendezőpalack*, bár finomkodóan hangzik, jó fordítás, viszont az *öblítőpalack* vagy a *fecskendő* nem.

F2. Nachlauf: *utánfolyás*. Gyakorlatilag a szó szerinti fordítás a helyes. Csak hárman értették meg, miről van szó. Ketten teljesen kihagyták, hárman ~~*utó-végszót*~~ írtak: ez nyilván valaminek a desztillálása (szeszifőzés) során keletkezhet; észre kellett volna venni, nem valószínű, hogy jelen esetben ez a megfelelő szó.

F3. senkrecht: *függőleges* vagy *merőleges*, értelemről függően. A „*senkrecht zur Achse der Bürette*” esetében nyilván utóbbi, hiszen a büretta tengelye eleve függőleges, úgy fogtuk be az állványba.

F4. Parallaxenfreiheit: *parallaxishiba-mentesség*. Magyarul ezt csak így mondjuk (úgy látszik, a beküldők közül kevesen hallották); a szó szerinti *parallaxisszabadság* fordítás nem érthető.

F5. Spiegelbild erzeugen: *tükörképet létrehoz*, és nem *előhív*.

F6. Einschnürung: *befűződés, összeszűkülés*; ezt mindenki jól írta.

F7. sich festfressen: *berágódik*. Sokan megtalálták ezt a kifejezést, szerepel az Akadémiai Nagyszótárban és a Magyar Értelmező Kéziszótárban is. Elfogadható a *beragad, összemaródik* is.

F8. Schliffett: *csapzsír*, és nem *kenőzsír, esiszolózsír*, netán *esiszolóolaj*.

F9. Küken: *csaptest*, de magyarul ezt a részt is általában egyszerűen *csapnak* szoktuk nevezni. Jó fordítás a *csapbetét*, esetleg *a csap kivehető része* körülírás is. Hárman *fogantyút* írtak: ez semmiképp sem jó. Ha belegondolunk, eléggé kellemetlen lenne, ha valóban a csap fogantyúját zsíroznánk be, és azt a zsírosat kellene fognunk titrálás közben!

F10. klar: *tiszta / átlátszó / világos*. A beküldőknek csak a fele jött rá, hogy a csiszolatnak *átlátszónak* kell lennie (erről lehet felismerni, hogy jól van bezsírozva), a többiek csak *tisztát* írtak.

Chemie auf Deutsch (fordításra kijelölt német nyelvű szakszöveg)

Indikator Rotkohlsaft

Bestimmung des Säuregehaltes von Citrusfrüchten (Schülerversuch)

Geräte

- Saftpresse
- Messzylinder (100 ml)
- Erlenmeyerkolben (250 ml)
- Bürette (50 ml)

Chemikalien und Materialien

- Rotkohl
- Zitrone
- süße Orange und Blutorange
(Im Sommer, wenn es keine Blutorangen gibt, nimmt man statt dessen roten Trauben- oder Kirschsafft.)
- Natronlauge (c = 1 mol/l) (Xi)
- **Als Indikator** nimmt man statt alkoholischer Lösung von Phenolphthalein einen wässrigen Auszug von **Rotkohl**.

Durchführung

Zur Herstellung von Rotkohlsaft gibst du frische, zerkleinerte Rotkohlblätter in ein Becherglas mit Leitungswasser und kochst die Mischung einige Minuten, bis sich eine rote Lösung gebildet hat. Lasse abkühlen und filtriere ab! Danach kannst du den Saft verwenden.

Saft, den du nicht sofort verbrauchen willst, füllst du in kleine Gefäße oder Plastiktüten, die du dann einfrierst. Auch ein Kunststoffgefäß zur Bereitung von Eiswürfeln ist gut geeignet. So hast du immer kleine Portionen zur Hand.

Die Citrusfrucht wird ausgepresst, das Volumen des Safts wird in einem Messzylinder abgemessen (notieren). Man kann mit destilliertem Wasser verdünnen. Filtrieren ist nicht notwendig.

Titrationmittel ist Natronlauge. Als Indikator gibt man nach Bedarf einige ml Rotkohlsaft hinzu. **Man titriert bis zur Farbe Grün.**

Zur Bestimmung des Säuregehaltes einer *Blutorange* ist die Zugabe von Rotkohlsaft nicht notwendig, da die Fruchtfarbstoffe (Anthocyane) selbst als Indikator wirken (Umschlag von Rot über Grün nach Gelb).

Auswertung und Ergebnisse

Zur Auswertung reicht es für den Anfangsunterricht aus, die Mengen an Natronlauge zu vergleichen, die man bei den verschiedenen Früchten pro 100 Milliliter Saft bis zum Farbumschlag des Indikators zugeben muss. Die Blutorange enthält rund 20-30 % und die Zitrone etwa sechsmal mehr Säure (genau genommen: titrierbare Protonen) als eine süße Orange.

Entsorgung

Die Lösungen kann man mit einem Schuss Haushaltsessig neutralisieren oder schwach sauer einstellen. Dann entsorgt man sie in den Abfluss.

Etwas zur Chemie und zur Biologie des Rotkohlfarbstoffs

Mit Rotkohlsaft kann man bekanntlich schöne Farben zaubern. Seine Farbskala reicht von Rot über Lila nach Kornblumenblau und weiter über Grün nach Gelb.

Der Grund für die Farbveränderung ist, dass der Farbstoff ein Indikator ist. Dieser zeigt an, ob eine Lösung sauer, neutral oder alkalisch ("basisch") reagiert. Dieser Indikator hat sogar zwei Umschlagsbereiche, einen im Neutralen (pH 7) und einen oberhalb von pH 10, also im Alkalischen.

Man hat den Farbstoff *Cyanidin* genannt. (Cyan kommt aus dem Griechischen und heißt nämlich "Blaugrün".) Cyanidin ist eine Farbsäure. Sein Molekül ist sehr kompliziert gebaut: Es hat zwei OH-Gruppen, die Protonen abgeben können. Darauf beruht der Farbwechsel der Lösung.

Der gleiche Farbstoff kommt auch in der roten Rose sowie in den Stockrosen und Hibiskus vor. Der Grad der Rot-Intensität (Tiefrot → Rosa → Weiß) ist unabhängig vom pH-Wert, sondern eine Frage des Farbstoffgehalts, also der Konzentration des Blütenfarbstoffs.

Überraschend, dass er zugleich der blaue Farbstoff der Kornblume ist. Das liegt aber nicht etwa daran, dass der pH-Wert in den Zellen der Kornblume ein anderer ist als der der roten Rose oder des Rotkohls. Die Zellinhalte sind unabhängig vom pH-Wert des Bodens, auf dem die Pflanze wächst, immer gleich - nämlich schwach sauer. Dafür sorgen ausgeklügelte Puffersysteme. In der Kornblume ist der Farbstoff zusätzlich noch an dreiwertige Ionen wie Al^{3+} oder Fe^{3+} gebunden (Komplexbildung). Dadurch gibt es typische Farbverschiebungen. Das wissen übrigens auch die Gärtner: Rote Hortensien gießen sie deshalb während der Blütenentwicklung mit Lösungen von Aluminium- oder Eisensalzen; dann werden die Blüten nicht rot, sondern blau.

Die gepufferte Schönheit des Rotkohlsafts oder Wie man Rotkohlsaft kornblumenblau färbt

Du stellst dir folgende Lösungen her:

- verdünnte Salzsäure: HCl ($c = 0,1 \text{ mol/l}$)
- Essigsäure: Haushaltsessig ($w = 5\%$)
- Natriumbicarbonat: NaHCO_3 ($w = 1\%$),
- Soda: Na_2CO_3 ($w = 1\%$).
- konzentrierte Natronlauge: NaOH ($c = 1 \text{ mol/l}$)

Zugabe der Lösungen	dest. H_2O	Rotkohlsaft	Farbe	pH-Wert
10 ml HCl	-	1 ml + 10 ml ^{*)} H_2O	Erdbeer-rot	1,7
10 ml Essig	-	"	Himbeer-rot	2,8
2 ml Essig	8 ml	"	rot-violett	3,7
-	10 ml	"	blau-violett	5,8
1 ml NaHCO_3	9 ml	"	blau	7,1
10 ml NaHCO_3	-	"	blau-grün	8,0
1 ml Na_2CO_3 , 9 ml NaHCO_3	-	"	grün-blau	8,7
5 ml Na_2CO_3	5 ml	"	grün ^{**)}	10,5
10 ml NaOH	-	"	gelb ^{***)}	13,2

- *) Die Wassermenge hängt von der Farbintensität des Rotkohlsaftes ab.
**) Die Farbe ist nicht stabil. Nach längerem Stehen verblasst das Grün und wird zuletzt gelb.
***) Anfangs ist die Lösung noch grün, wird aber sofort gelb.

Gib von den Lösungen jeweils gleiche Mengen (z. B. 5 ml) in Reagenzgläser! Tropfe jeweils gleiche Mengen Rotkohlsaft aus einer Tropfpipette bis zur ausreichenden Färbung hinzu! Kurz umschütteln. Wenn du alles richtig gemacht hast, erhältst du eine Farbreihe wie oben beschrieben.

Stelle sie in einen Reagenzglasständer und betrachte sie gegen helles Licht! Die Grünfärbung ist eine Mischfarbe aus Blau und Gelb. Die Blau- und Gelbfärbungen sind umkehrbar; dazu musst du Säure zugeben, die Lösung wird wieder rot.

Lasse die Lösungen ruhig ein Paar Tage stehen! Die stärker alkalischen Lösungen färben sich mit der Zeit tief gelb. Der gelbe Farbstoff wird allerdings langsam in einen anderen gelben Stoff überführt, der jedoch nicht mehr mit Säure zurück zu Blau oder Rot reagiert. Gelb ist übrigens eine Farbe, die die irreversible Zerstörung des Farbstoffs anzeigt. Aus diesem Grunde kannst du gelbe Lösungen nach längerem Stehenlassen nicht mehr zu Blau zurückführen.

Hinweis: Wenn man zu verdünnte Alkalien nimmt, wird die Lösung nur grün. Das Gelbwerden dauert sowieso etwas länger. **Also: Stehen lassen und warten!**

Forrás: Prof. Rüdiger Blume

<http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/grundsich/versuche/index.htm>

<http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/tip/dezember.htm>

<http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/tip/rotkohl.htm>

Beküldési határidő: 2005. június 1.

Cím: Horváth Judit

ELTE Kolloidkémiai Tanszék

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. Mindenki ügyeljen az olvasható írásra és a pontos címzésre!

VERSENYHÍRADÓ



A 2004/2005 évi OKTV első fordulójának számítási feladatai és megoldásai

1. feladat

A és **B** fehér színű, vízben jól oldódó só, anionjuk megegyező. Az **A vegyület** vizes oldata savas kémhatású. Ha a szilárd anyagra tömény nátrium-hidroxid-oldatot öntünk, szúrós szagú gáz felszabadulását észleljük, mely vízben jól oldódik, lúgos kémhatást okozva. A **B vegyület** vizes oldata semleges kémhatású, lángfestése sárga. Ha a szilárd anyagra tömény kénsavat öntünk, szintén szúrós szagú gáz felszabadulását észleljük, amely vízben jól, savas kémhatást okozva oldódik. A kísérletekben felszabaduló két gáz egymáshoz viszonyított relatív sűrűsége azonos állapotban 0,466.

- Az ismertetett tapasztalatok és adatok felhasználásával állapítsa meg **A** és **B vegyület** összegképletét!*
- Írja fel a gázfejlődést leíró reakcióegyenletet mindkét vegyület esetében!*
- Egyenlet felírásával magyarázza meg az **A vegyület** vizes oldatának kémhatását!*

8 pont

2. feladat

Nátrium-nitrát és egy másik alkálifém-nitrát azonos tömegű mintáiból 20 °C-on telített oldatot készítettünk. Az elkészült nátrium-nitrát-oldat anyagmennyiség-koncentrációja 2,704-szerese, térfogata 2,273-ed része az ismeretlen fém-nitrát-oldaténak.

- a) Számítással határozza meg az ismeretlen fém-nitrát anyagi minőségét!
 b) Adja meg az ismeretlen fém-nitrát oldhatóságát 20 °C-on 100,0 g vízben!

(A nátrium-nitrát oldhatósága 20 °C-on 88,00 g/ 100,0 g víz, telített oldatának sűrűsége 1,3683 g/cm³. Az ismeretlen fém-nitrát-oldat sűrűsége 1,1623 g/cm³.)

11 pont

3. feladat

A szilárd NaOH könnyen köt meg a levegőből vizet és szén-dioxidot. Egy régóta a szertárban lévő, szilárd NaOH-ot tartalmazó dobozból 13,32 gramm mintát vettünk. Feloldottuk 200,0 cm³ 2,00 mol/dm³ koncentrációjú sósavban. Ennek során 980 cm³ standardállapotú gáz fejlődött. A reakcióelegyből 250,0 cm³ törzsoldatot készítettünk, majd ennek 10,0 cm³-ét ismét 250 cm³-re hígítottuk. E második törzsoldat pH-ja mérés alapján 1,717-nek bizonyult.

- a) Adja meg az előregedett NaOH-minta eredeti NaOH-tartalmát!
 b) Az eredeti nátriumhidroxid mennyi szén-dioxidot és mennyi vizet kötött meg állás közben?

12 pont

4. feladat

(NH₄)₂Fe(SO₄)₂-t állítottunk elő. A kapott szennyezett anyag 0,070 mol-t tartalmaz a termékből. 100 g víz 70 °C-on 57 g, 20 °C-on 22 g (NH₄)₂Fe(SO₄)₂-t old.

- a) Hány cm³ forró (vegyük 70 °C fokosnak) vízben oldjuk fel az anyagot, hogy a sóra nézve telített oldatot kapjunk?
 b) Hány gramm kristályvizes só (NH₄)₂Fe(SO₄)₂·6H₂O fog kiválni az átkristályosítás során, miután a rendszer 20 °C-ra hűlt?

A kapott anyag analitikailag tiszta vegyületnek tekinthető. 2,000 g-ból 100,00 cm³ oldatot készítünk. A Fe²⁺ ionokat tartalmazó oldat 20,00 cm³-es mintájának titrálására 11,48 cm³ savas KMnO₄ oldat fogyott.

- c) Mi volt a permanganát-oldat pontos koncentrációja?

13 pont

5. feladat

A homológ sorban egymást követő két szénhidrogéngázból álló elegy sűrűsége standard nyomáson és 25 °C hőmérsékleten 2,100 g/dm³. A gáz-elegy 1,225 dm³-e 7,99 g brómot képes megkötni.

- Számítással állapítsa meg, melyik két szénhidrogéngáz alkotta az elegyet!*
- Adja meg a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét!*

10 pont**6. feladat**

A kettős kötésű vegyületek ózonnal történő reakciója az egyik legelterjedtebb azonosítási módszer volt a szerves kémiai analitikában. Ilyenkor úgynevezett ozonidok képződnek, amelyek bomlékonyak és nem szokták elkülöníteni őket, hanem fém cinket és híg savoldatot adnak a reakció-elegyhez. Így az ozonidokból végül C=O kettős kötést tartalmazó vegyületek keletkeznek, azaz aldehidek és ketonok. A reakciósor eredményeként a C=C kettős kötés hasad el és helyére kerülnek az oxigén tartalmú funkciós csoportok.

- Rajzolja fel a kiindulási anyagok és a várható termék(ek) szerkezetét a propén, a gamma-terpinén (1-izopropil-4metil-1,4 ciklohexadién), illetve a természetes kaucsuk (poliizoprén) ozonolízises reakciója esetén?*

Két vegyület ozonolízises vizsgálata során csak egy-egy termék képződését tapasztalták. Az egyik esetben ez az aceton volt, a másik esetben az ciklooktán-1,5-dion. *Mi volt ez a két vegyület?*

- Vázolja fel a vegyületek és a termékek szerkezeteit!*

13 pont**7. feladat**

A marhaszérum-albumin (BSA) a szarvasmarha vérében legnagyobb mennyiségben előforduló, egy láncból álló fehérje, melyet 583 aminosav épít fel. A fehérje összegképlete C₂₉₃₄H₄₆₁₅N₇₈₁O₈₉₇S₃₉. A fehérjét alkotó aminosavak kapcsolódási sorrendje és aminosav-összetétele a mellékelt ábrán látható. A megadott adatok alapján válaszolja meg, az alábbi kérdéseket!

	1	11	21	31	41	51
1			DTHKSE	IAHRFKDLGE	EHFKGLVLIA	FSQYLQQCPF
61	DEHVKLVNEL	TEFAKTCVAD	ESHAGCEKSL	HTLFGDELCK	VASLRETYGD	MADCCEKQEP
121	ERNECFLSHK	DDSPDLPKLK	PDPNTLCDEF	KADEKKFWGK	YLYEIAARRHP	YFYAPELLYY
181	ANKYNGVFQE	CCQAEDKGAC	LLPKIETMRE	KVLASSARQR	LRCASIQKFG	ERALKAWSVA
241	RLSQKFPKAE	FVEVTKLVTD	LTKVHKECCH	GDLLECADDR	ADLAKYICDN	QDTISSKLKE
301	CCDKPLLEKS	HCIAEVEKDA	IPENLPPLTA	DFAEDKDVCK	NYQEAKDAFL	GSFLYEYSRR
361	HPEYAVSVLL	RLAKEYEATL	EECCAADDPH	ACYSTVFDKL	KHLVDEPQNL	IKQNCDFEKL
421	LGEYGFQNAL	IVRYTRKVPQ	VSTPTLVEVS	RSLGKVGTRC	CTKPESERMP	CTEDYLSLIL
481	NRLCVLHEKT	PVSEKVTKCC	TESLVNRRPC	FSALTPDETY	VPKAFDEKLF	TFHADICTLP
541	DTEKQIKKQT	ALVELLKHKP	KATEEQKLTV	MENFVAFVVK	CCAADDKEAC	FAVEGPKLVV
601	STQTALA					
Ala (A)	47		8.1%			
Arg (R)	23		3.9%			
Asn (N)	14		2.4%			
Asp (D)	40		6.9%			
Cys (C)	35		6.0%			
Gln (Q)	20		3.4%			
Glu (E)	59		10.1%			
Gly (G)	16		2.7%			
His (H)	17		2.9%			
Ile (I)	14		2.4%			
Leu (L)	61		10.5%			
Lys (K)	59		10.1%			
Met (M)	4		0.7%			
Phe (F)	27		4.6%			
Pro (P)	28		4.8%			
Ser (S)	28		4.8%			
Thr (T)	33		5.7%			
Trp (W)	2		0.3%			
Tyr (Y)	20		3.4%			
Val (V)	36		6.2%			

1. *Hány peptidkötés található a BSA molekula láncában?*
2. *A fehérjeláncot diszulfid-hidak kapcsolják össze, melyek két cisztein (Cys) aminosav között jönnek létre. Honnan tudjuk, hogy ez a fehérje tartalmaz szabad –SH csoportot is?*
3. *Megállapítható-e a fehérje elsődleges szerkezete a megadott adatok alapján?*
4. *Forgatja-e a poláros fény síkját a BSA vizes oldata?*

Ilyen nagy molekulák tömegének számításakor nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az elemek több stabil izotópot is tartalmazhatnak. Az

alábbi táblázat a fehérjét felépítő atomok természetes izotópeloszlását mutatja.

Elem	A	Gyakoriság (%)	Izotóp relatív atomtömege
H	1	99,986	1,00783
	2	0,014	2,01410
C	12	98,892	12,00000
	13	1,108	13,00335
N	14	99,635	14,00307
	15	0,365	15,00011
O	16	99,759	15,99491
	17	0,037	16,99913
	18	0,204	17,99916
S	32	95,018	31,97207
	33	0,750	32,97146
	34	4,215	33,96786
	36	0,017	35,96709

5. *Mennyi a BSA relatív molekulatömege, ha csak a leggyakoribb izotópok jelenlétével számol?*
6. *Mennyi a legkönnyebb BSA molekula relatív molekulatömege?*
7. *A megadott adatok alapján mennyi a szén átlagos atomtömege?*
8. *Hány ^{13}C atomot tartalmaz átlagosan egy BSA molekula?*

9. *A BSA molekulák hányad része nem tartalmaz ^{13}C atomot?*

10. *Mennyi a BSA átlagos molekulatömege? (Használja a periódusos rendszer átlagos atomtömeg adatait!)*

11. *A marhahúsleves ízéért jórészt a marha fehérjéinek (így a BSA-nak is) a bomlásából származó nátrium-glutamát ($\text{HOOC}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{C}_2\text{H}_4-\text{COONa} \cdot \text{H}_2\text{O}$, M_r : 187,14) a felelős.*

Hány gramm nátrium-glutamátot lehet 1 kg BSA-ból előállítani?

(Nátrium-glutamátot az ipar szójafehérjéből állít elő, mely egyrészt jóval olcsóbb, másrészt sokkal több glutaminsavat (Glu) és glutamint (Gln) tartalmaz.)

13 pont

Megoldások

1. feladat

a)

A **B vegyület** sárga lángfestése nátrium-tartalomra utal. (1)

Az **A vegyületből** tömény NaOH-oldat hatására felszabaduló, vízben lúgos kémhatással oldódó gáz az *ammónia*. (1)

Sav és nátrium-só reakciójában vízben savas kémhatással jól oldódó, szúrós szagú gáz felszabadulása hidrogén-halogenidet (esetleg kén-dioxidot) jelent. Hogy mely vegyületről van szó, a felszabaduló gázok relatív sűrűségéből állapítható meg.

A második kísérletben felszabaduló gáz moláris tömege:

$$M = \frac{17,0}{0,466} \text{ g/mol} = 36,5 \text{ g/mol, ez a lehetséges gázok közül csak a}$$

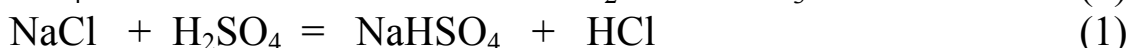
hidrogén-kloridot jelentheti,

tehát a **B vegyület a nátrium-klorid (NaCl)**. (2)

Mivel az anionok megegyeznek, az **A vegyület az ammónium-klorid (NH₄Cl)**. (1)

b)

A gázfejlődéssel járó reakciók egyenletei:



c)

Az **A vegyület** vizes oldatának savas kémhatását okozó folyamat ion-egyenlete:



Összesen: 8 pont

2. feladat

a)

A telített oldatok molaritás- és térfogatarányából az oldatokban lévő nitrátok anyagmennyiség-viszonyára is következtethetünk:

$$\frac{n(\text{NaNO}_3)}{n(\text{XNO}_3)} = \frac{2,704}{2,273} = 1,190 \quad (3)$$

Mivel azonos tömegű mintákat oldottunk fel, ezért

$$M(\text{XNO}_3) = 1,190 \cdot M(\text{NaNO}_3) = 101,16 \text{ g/mol},$$

tehát a keresett vegyület a **kálium-nitrát (KNO₃)** (2)

b)

A kálium-nitrát oldhatóságának kiszámításához induljunk ki mindkét esetben 88,00 g tömegű szilárd anyagból.

Így a telített NaNO₃-oldat

$$\text{térfogata: } V(\text{NaNO}_3) = \frac{188,00}{1,3683} \text{ cm}^3 = 137,4 \text{ cm}^3 \quad (1)$$

anyagmennyiség-koncentrációja:

$$c(\text{NaNO}_3) = \frac{88,00}{0,1374 \cdot 85,0} \text{ mol/dm}^3 = 7,534 \text{ mol/dm}^3 \quad (1)$$

c)

A kálium-nitrát-oldat anyagmennyiség-koncentrációja a megadott arány szerint:

$$c(\text{KNO}_3) = 2,786 \text{ mol/dm}^3 \quad (1)$$

az oldat térfogata a megadott arány szerint:

$$V(\text{KNO}_3) = 312,3 \text{ cm}^3 \quad (1)$$

Az oldat tömege a megadott sűrűség felhasználásával:

$$m(\text{KNO}_3) = 363,0 \text{ g} \quad (1)$$

363,0 g oldatban 88,00 g kálium-nitrát és 275,0 g víz van,

tehát a KNO₃ oldhatósága vonatkoztatva **32,0 g/100,0 g víz.** (1)

Összesen: 11 pont

3. feladat

a)

Az összes sósav anyagmennyisége:

$$n_1(\text{HCl}) = 0,200 \cdot 2,00 \text{ mol} = 0,400 \text{ mol}. \quad (1)$$

A mért pH-jú oldatban

$$c_1(\text{HCl}) = 10^{-1,717} \text{ mol/dm}^3 = 0,01919 \text{ mol/dm}^3. \quad (2)$$

A reakciótermékből készített törzsoldatban:

$$c_2(\text{HCl}) = 25 \cdot c_1 = 0,4797 \text{ mol/dm}^3 \quad (1)$$

A gázfejlődés után a maradék sósav anyagmennyisége:

$$n_2(\text{HCl}) = 0,250 \cdot 0,4797 \text{ mol} = 0,120 \text{ mol} \quad (1)$$

A mintára nátrium-vegyületeire fogyott sósav anyagmennyisége:

$$n_3(\text{HCl}) = (0,400 - 0,120) \text{ mol} = 0,280 \text{ mol.} \quad (2)$$

A minta eredeti nátriumhidroxid-tartalma tehát 0,280 mol, illetve 11,2 g. (2)

b) A savas oldás során fejlődött (vagyis a levegőből felvett) szén-dioxid

anyagmennyisége:
$$n(\text{CO}_2) = \frac{0,980}{24,5} \text{ mol} = 0,040 \text{ mol.}$$

tömege:
$$m(\text{CO}_2) = 0,040 \cdot 44 \text{ g} = 1,76 \text{ g} \quad (2)$$

A levegőből felvett víz tömege:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = (13,2 - 1,76 - 11,2) \text{ g} = 0,36 \text{ g} \quad (0,2 \text{ mol}) \quad (1)$$

Összesen: 12 pont

4. feladat

a)

A kristályvízmentes só moláris tömege: 283,5 g/mol,
a kristályvizes vegyületé 391,85 g/mol. (1)

A kiindulási 0,070 mol anyag tömege 19,9 g. (1)

Ez 70 °C-on $(100 \cdot 19,9/57) \text{ g} = 35 \text{ g}$ vízben oldódik,
aminek térfogata $\approx 35 \text{ cm}^3$. (1)

b)

Tételezzük fel, hogy x g só válik ki.

Ennek sótartalma $283,85 x/391,85 \text{ g}$, víztartalma $108 x/391,85 \text{ g}$. (1)

A telített oldatban visszamaradó só és víz mennyisége az oldhatóságoknak felel meg:

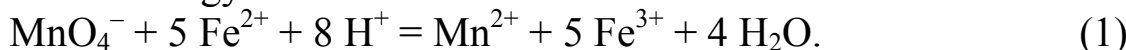
$$\frac{100}{22} = \frac{35 - \frac{108x}{391,85}}{19,9 - \frac{283,85x}{391,85}} \quad (2)$$

Ebből: $x = 18,4 \text{ g}$ (2)

c)

A kapott oldat $2000 \text{ mg} / 391,85 \text{ g/mol} = 5,104 \text{ mmol}$ sót tartalmazott,
a minta ennek csak ötödét $1,021 \text{ mmol-t}$. (2)

A reakció egyenlete:



Ez szerint a reakcióban 0,2042 mmol permanganát fogyott. (1)

A keresett koncentráció: $(0,2042 / 11,48) \text{ mmol/cm}^3 = 0,01778 \text{ mol/dm}^3$
(1)

Összesen: 13 pont

5. feladat

a)

A brómaddíció alapján telítetlen szénhidrogének homológ sorára gondolhatunk. (1)

A gázelegy anyagmennyisége: $n_{\text{ö}} = \frac{1,225}{24,5} \text{ mol} = 0,05 \text{ mol}$ (1)

A reagáló bróm anyagmennyisége: $n(\text{Br}_2) = \frac{7,99}{159,8} \text{ mol} = 0,05 \text{ mol}$ (1)

Az anyagmennyiség arányából következik, hogy aszénhidrogénmolekulák egy kettős kötést tartalmaznak. ① (1)

A kiindulási gázelegy átlagos moláris tömege:

$$M_{\text{átl}} = (2,100 \cdot 24,5) \text{ g/mol} = 51,45 \text{ g/mol} \quad (1)$$

Mivel homológ sor egymást követő tagjairól van szó, az átlagos moláris tömeg alapján, biztosra vehető, hogy a keresett telítetlen szénhidrogének 3-as, ill. 4-es szénatomszámúak.

$$(42 < 51,45 < 56; 40 < 51,45 < 54) \quad \text{②} \quad (1)$$

A keresett gázok ① és ② alapján tehát a **propén** és a **butén** (C_3H_6 és C_4H_8). (1)

b)

A térfogatszázalékos (mólszázalékos) összetétel a fenti adatok birtokában többféleképpen számolható, pl.:

$$51,45 \text{ g/mol} \cdot 100 \text{ mol} = x \text{ mol} \cdot 42 \text{ g/mol} + (100-x) \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} \quad (1)$$

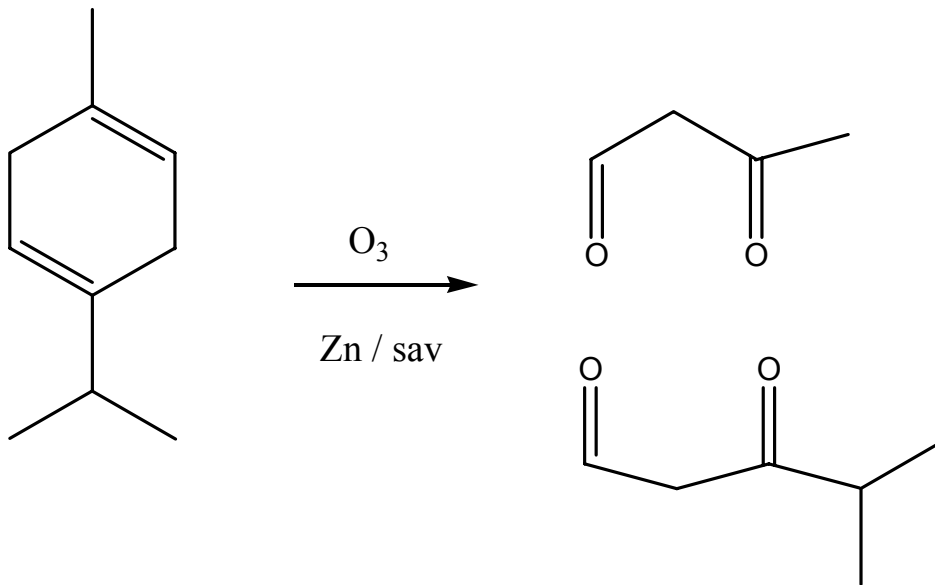
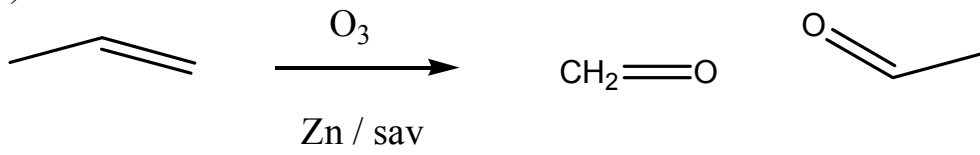
$$\text{Ebből:} \quad x = 32,5. \quad (1)$$

Tehát a gázelegy összetétele: 32,5 V/V % C_3H_6 és 67,5 V/V % C_4H_8 .
(1)

Összesen: 10 pont

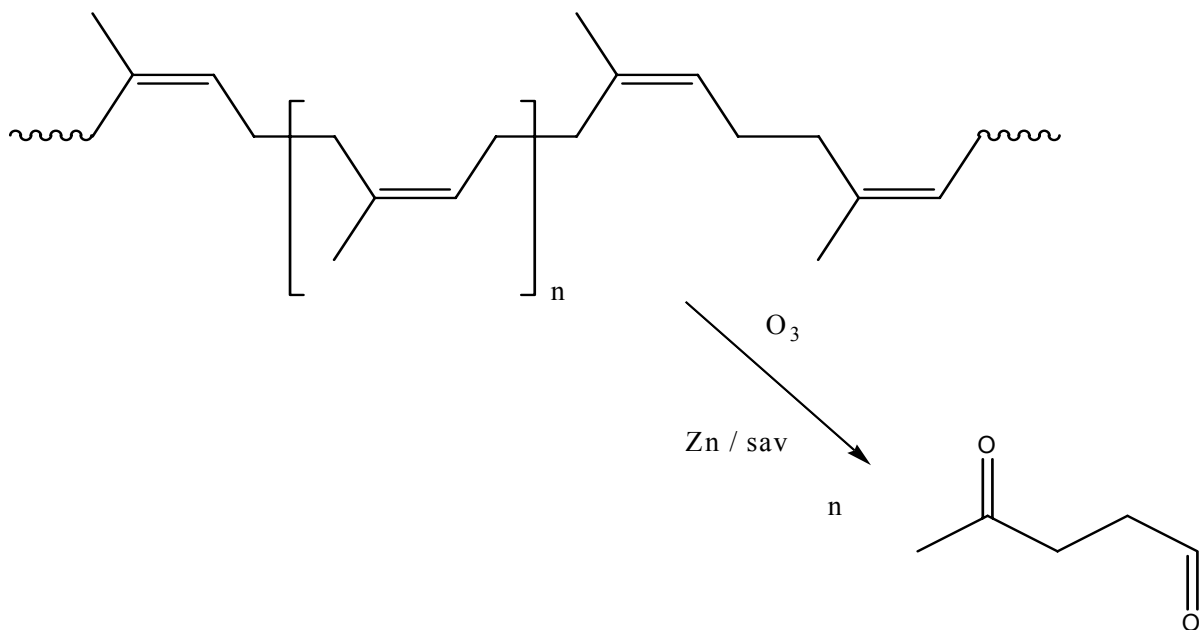
6. feladat

a)



/1+1+2+2/

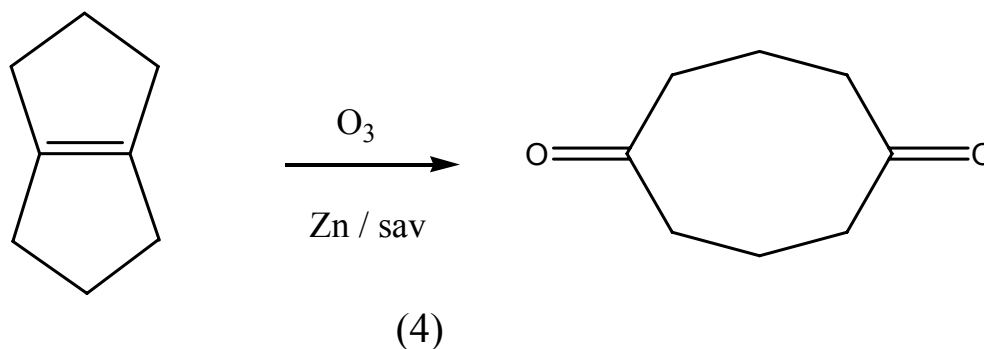
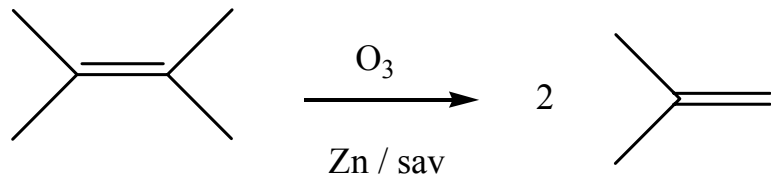
(6)



(3)

Ha a poliizoprén szerkezetében a természetes kaucsukra nem jellemző fej-fej és láb-láb kapcsolatokat is feltételez a versenyző, az így kapott hexán-2,5-dion és butándial is elfogadható.

b)



Összesen: 13 pont

7. feladat

1. $583 - 1 = 582$ (1)
2. Páratlan darab (35) cisztein aminosav építi fel a fehérjét, így mindenképpen kell, hogy legyen legalább egy páratlan. A fehérjében valóban 17 diszulfid-híd található, és egy páratlan cisztein, ennek a fehérje biológiai szerepében nagy jelentősége van. (2)
3. Az aminosav sorrend más néven az elsődleges szerkezet, tehát igen. (1)
4. A fehérje rengeteg kiralitás-centrumot tartalmaz, tehát igen. (1)
5. $2934 \cdot 12,00000 + 4615 \cdot 1,00783 + 781 \cdot 14,00307 + 897 \cdot 15,99491 + 39 \cdot 31,97207 = \underline{\underline{66389,87812}}$ (2)
6. Ugyanennyi, 66389,87812 (1)
7. $0,98892 \cdot 12,0000 + 0,01108 \cdot 13,00335 = \underline{\underline{12,011}}$ (1)
8. $2934 \cdot 0,01108 = 32,51$ (1)
9. $0,98892^{2934} = 6,3 \cdot 10^{-15}$ mol azaz 1 mólból csupán $6,3 \cdot 10^{-15}$ mol, vagyis $3,78 \cdot 10^{-9}$ molekula (1)

10. $2934 \cdot 12,0112 + 4615 \cdot 1,00797 + 781 \cdot 14,0067 + 897 \cdot 15,9994 + 39$
 $\cdot 32,064 = = \underline{\underline{66433,83}} \quad (2)$

11. A glutaminsavból és a glutaminból is keletkezik Na-glutamát:

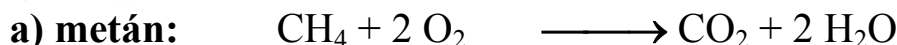
$$1000 \text{ g} / (66433,8 \text{ g/mol}) \cdot (59 + 20) \cdot (187,14 \text{ g/mol}) = \underline{\underline{222,5 \text{ g}}} \quad (2)$$

Összesen: 13 pont

36. Kémiai Diákolimpia

A feladatok (megjelentek a 2004/5 számban) megoldásai

1.1 Az égési egyenletek:



A termodinamikai adatok:

Metán:

$$\Delta H^0 = [2 \cdot (-241,8) - 393,5 - (-74,6)] \text{ kJ mol}^{-1} = -802,5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta S^0 = [2 \cdot (188,8) + 213,8 - 186,3 - 2 \cdot 205,2] \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = -5,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta G^0 = -802,5 \text{ kJ mol}^{-1} - 298,15 \text{ K} \cdot (-5,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) = -800,9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Etán:

$$\Delta H^0 = [6 \cdot (-241,8) - 4 \cdot 393,5 - 2 \cdot (-84,0)] \text{ kJ mol}^{-1} = -2856,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta S^0 = [6 \cdot 188,8 + 4 \cdot 213,8 - 2 \cdot 229,2 - 7 \cdot 205,2] \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = +93,2 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta G^0 = -2856,8 \text{ kJ mol}^{-1} - 298,15 \text{ K} \cdot (93,2 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) = -2884,6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

1.2 a) A metán és etán 1 m³ földgázban:

$$m = \rho V = 0,740 \text{ g l}^{-1} \cdot 1000 \text{ l} = 740 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{átl}} &= \sum_i x(i)M(i) = 0,0024 \cdot 44,01 \text{ g mol}^{-1} + 0,0134 \cdot 28,02 \text{ g mol}^{-1} + \\ &\quad + 0,9732 \cdot 16,05 \text{ g mol}^{-1} + 0,011 \cdot 30,08 \text{ g mol}^{-1} = \\ &= 16,43 \text{ g mol}^{-1} \end{aligned}$$

$$n_{\text{össz}} = m (M_{\text{átl}})^{-1} = 740 \text{ g} \cdot (16,43 \text{ g/mol})^{-1} = 45,04 \text{ mol}$$

$$n(i) = x(i) \cdot n_{\text{össz}}$$

$$n(\text{CH}_4) = x(\text{CH}_4) \cdot n_{\text{össz}} = 0,9732 \cdot 45,04 \text{ mol} = 43,83 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_6) = x(\text{C}_2\text{H}_6) \cdot n_{\text{össz}} = 0,0110 \cdot 45,04 \text{ mol} = 0,495 \text{ mol}$$

1.2 b) A felszabaduló hő:

$$\begin{aligned} E_{\text{égés}} &= \sum_i n(i) \Delta_c H^0(i) = 43,83 \text{ mol} \cdot (-802,5 \text{ kJ mol}^{-1}) + \\ &\quad + 0,495 \text{ mol} \cdot 0,5 \cdot (-2856,8 \text{ kJ mol}^{-1}) = -35881 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Eltérés a szolgáltató adataitól

$$E_{\text{szolg}} = 9,981 \text{ kWh m}^{-3} \cdot 1 \text{ m}^3 \cdot 3600 \text{ kJ (kWh)}^{-1} = 35932 \text{ kJ}$$

$$\text{eltérés: } (E_{\text{égés}} - E_{\text{szolg}}) \cdot 100\% \cdot (E_{\text{égés}})^{-1} =$$

$$= (35881 \text{ kJ} - 35932 \text{ kJ}) \cdot 100\% \cdot (35881 \text{ kJ})^{-1} = -0,14\%$$

1.3 A víz melegítésére fordított energia:

$$n_{\text{víz}} = V_{\text{víz}} \rho_{\text{víz}} (M_{\text{víz}})^{-1} = 22,5 \text{ m}^3 \cdot 10^6 \text{ g m}^{-3} \cdot (18,02 \text{ g mol}^{-1})^{-1} = 1,249 \cdot 10^6 \text{ mol}$$

$$E_{\text{víz}} = n_{\text{víz}} \cdot C_p \cdot \Delta T = 1,249 \cdot 10^6 \text{ mol} \cdot 75,30 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 14 \text{ K} = 1316 \text{ MJ}$$

A levegő melegítésére fordított:

$$\text{A ház térfogata: } V = 15 \text{ m} \cdot 8 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} + 0,5 \cdot 15 \text{ m} \cdot 8 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} = 480 \text{ m}^3$$

$$n_{\text{lev}} = pV \cdot (RT)^{-1} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 480 \text{ m}^3 \cdot (8,314 \text{ J (K mol)}^{-1} \cdot 283,15 \text{ K})^{-1} \\ = 2,065 \cdot 10^4 \text{ mol}$$

$$C_p(\text{lev}) = 0,21 \cdot 29,4 \text{ J (K mol)}^{-1} + 0,79 \cdot 29,1 \text{ J (K mol)}^{-1} = 29,16 \text{ J (K mol)}^{-1}$$

$$E_{\text{lev}} = n_{\text{lev}} \cdot C_p(\text{lev}) \cdot \Delta T = 2,065 \cdot 10^4 \text{ mol} \cdot 29,17 \text{ J (K mol)}^{-1} \cdot 20 \text{ K} = 12,05 \text{ MJ}$$

1.4 A hőmérséklet fenntartásához szükséges energia:

A ház felülete:

$$A_{\text{ház}} = 3 \text{ m} \cdot 46 \text{ m} + 8 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} + ((2 \text{ m})^2 + (4 \text{ m})^2)^{1/2} \cdot 2 \cdot 15 \text{ m} = 288,16 \text{ m}^2$$

$$\text{A fal hővezetési tényezője: } \lambda_{\text{fal}} = 1 \text{ J (s K m)}^{-1}$$

A hőmérsékletkülönbség által keltett energiaáram (falvastagság $d = 0,2 \text{ m}$)

$$J = E_{\text{veszt}} (A \cdot \Delta t)^{-1} = \lambda_{\text{fal}} \cdot \Delta T \cdot d^{-1}$$

$$E_{\text{veszt}} = 288,16 \text{ m}^2 \cdot (12 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}) \cdot 1 \text{ J (s K m)}^{-1} \cdot 25 \text{ K} \cdot (0,2 \text{ m})^{-1} = 1556 \text{ MJ}$$

1.5 Összenergia és költségek:

$$E_{\text{össz}} = E_{\text{víz}} + E_{\text{lev}} + E_{\text{veszt}} = 1316 \text{ MJ} + 12 \text{ MJ} + 1556 \text{ MJ} = 2884 \text{ MJ}$$

A szükséges gáz térfogata:

$$V = 2,884 \cdot 10^6 \text{ kJ} \cdot (3600 \text{ s h}^{-1} \cdot 9,981 \text{ kJ s}^{-1} \text{ m}^{-3} \cdot 0,9)^{-1} = 89,18 \text{ m}^3$$

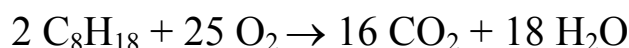
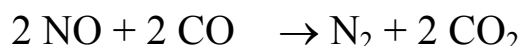
$$\text{Ára: } 0,40 \text{ € m}^{-3} \cdot 89,18 \text{ m}^3 = 35,67 \text{ €}$$

$$\text{Bérleti díj: } 150,00 \text{ €, összköltség} = 185,67 \text{ €}$$

A szükséges elektromosság ára:

$$2,884 \cdot 10^6 \text{ kJ} \cdot 0,137 \text{ €} \cdot (3600 \text{ s h}^{-1} \cdot 1 \text{ kJ s}^{-1} \text{ h})^{-1} = 109,75 \text{ €}$$

$$\text{Bérleti díj: } 100,00 \text{ €, összköltség} = 209,75 \text{ €}$$

2.1 Reakcióegyenletek:**2.2 A λ szondával kapcsolatos állítások:**

- Igaz: Ha a λ -érték az optimális tartományba esik, akkor a szén-monoxid és a szénhidrogének oxidálhatók a háromfunkciós katalitikus konverterben.

- Igaz: Ha $\lambda > 1$, akkor a szén-monoxid és a szénhidrogének oxidálhatók a háromfunkciós katalitikus konverterben.
- Hamis: Ha $\lambda < 0,975$, akkor a nitrogén-oxidok rosszul redukálhatók.

2.3 a) A felület borítottsága:

$$\Theta = \frac{0,85 \text{ kPa}^{-1} \times 0,65 \text{ kPa}}{1 + 0,85 \times 0,65}$$

$$\theta = 0,356 \text{ vagy } 35,6 \%$$

2.3 b) A nyomás, amelyen a felületi borítottság 15 %-os:

$$\theta = \frac{K \cdot p}{1 + K \cdot p} \Leftrightarrow K \cdot p = \theta + \theta \cdot K \cdot p \Leftrightarrow p \cdot (K - \theta \cdot K) = \theta$$

$$p = \frac{\theta}{K - \theta \cdot K} = 0,21 \text{ kPa}$$

2.3 c) A bomlási reakció rendűsége:

kis gáznyomáson: 1

nagy gáznyomáson: 0

$$r = k \cdot \theta = k \cdot \frac{K \cdot p}{1 + K \cdot p}, \quad p \text{ kicsi} \Rightarrow p \ll \frac{1}{K} \Rightarrow r = k \cdot K \cdot p \text{ a rendűség } 1.$$

$$p \text{ nagy} \Rightarrow p \gg \frac{1}{K} \Rightarrow r = k \quad \text{a rendűség } 0.$$

2.3 d) A $V_{a,max}$ térfogat és a $K \cdot V_{a,max}$ szorzat:

$$\frac{1}{\theta} = \frac{1}{K \cdot p} + 1 = \frac{V_{a,max}}{V_a} \Rightarrow \frac{1}{K \cdot V_{a,max}} + \frac{p}{V_{a,max}} = \frac{p}{V_a}$$

meredekség: $\frac{1}{V_{a,max}} = 1,9 \text{ cm}^{-3} \Rightarrow V_{a,max} = 0,53 \text{ cm}^3$

tengelymetszet: $\frac{1}{K \cdot V_{a,max}} = 6 \cdot 10^2 \text{ Pa cm}^{-3} \Rightarrow K \cdot V_{a,max} = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}^{-1} \text{ cm}^3$

2.4 A sebességi egyenlet:

A szöveg alapján $r = k_2 \cdot \theta_{\text{CO}_2}$

A mechanizmus első lépésében kialakuló egyensúlyra felírható:

$$\theta_{\text{CO}_2} = \frac{k_1}{k_{-1}} \cdot \theta_{\text{CO}} \cdot \theta_{\text{O}_2}^{\frac{1}{2}} \quad \Rightarrow \quad r = k_2 \cdot \frac{k_1}{k_{-1}} \cdot \theta_{\text{CO}} \cdot \theta_{\text{O}_2}^{\frac{1}{2}}$$

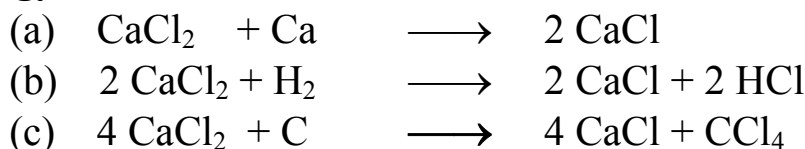
A Langmuir izoterma alapján:

$$\theta_{\text{CO}} = \frac{K_{\text{CO}} \cdot p_{\text{CO}}}{1 + K_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{CO}_2} + K_{\text{CO}} \cdot p_{\text{CO}} + K_{\text{O}_2} \cdot p_{\text{O}_2}}$$

$$\theta_{\text{O}_2} = \frac{K_{\text{O}_2} \cdot p_{\text{O}_2}}{1 + K_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{CO}_2} + K_{\text{CO}} \cdot p_{\text{CO}} + K_{\text{O}_2} \cdot p_{\text{O}_2}}$$

$$r = k_2 \frac{k_1}{k_{-1}} \frac{K_{\text{CO}} \cdot p_{\text{CO}} \cdot (K_{\text{O}_2} \cdot p_{\text{O}_2})^{\frac{1}{2}}}{\left(1 + K_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{CO}_2} + K_{\text{CO}} \cdot p_{\text{CO}} + K_{\text{O}_2} \cdot p_{\text{O}_2}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

3.1 Az egyenletek:



3.2 az ezüstös fémszemcsék: Ca
a színtelen kristályok: CaCl₂

Megj: CaCl nem állítható elő Ca és CaCl₂ hagyományos szilárdfázisú reakciójával.

3.3 A tapasztalati képlet:

$$100 \% - (52,36\% + 46,32\%) = 1,32\% \text{ X}$$

A molarányok:

$$\text{Ca: } 52,36 \text{ g} / 40,08 \text{ g mol}^{-1} = 1,31 \text{ mol}$$

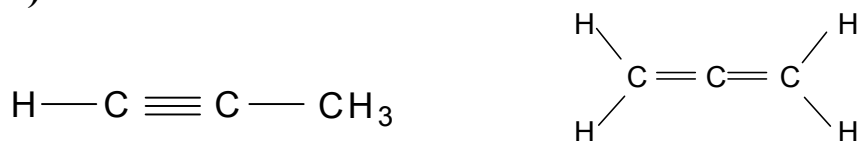
$$\text{Cl: } 46,32 \text{ g} / 35,45 \text{ g mol}^{-1} = 1,31 \text{ mol}$$

X: 1,32 g / M(X) = → X csak hidrogén lehet.

$n(\text{Ca}) : n(\text{Cl}) : n(\text{H}) = 1 : 1 : 1$, **a képlet:** CaClH

Megj.: A CaCl₂ reakciója hidrogénnel nem CaCl-ad, hanem CaClH-t. A kapott vegyület szerkezetét röntgendiffrakcióval állapították meg, ami a hidrogén jelenlétének megállapítására nem jól alkalmazható. Ezért nem észlelték a hidrogént és elég hosszasan CaCl-nek hitték a CaClH-t..

3.4 a) A szerkezetek:



3.4 b) A vegyület összegképlete: $\text{Ca}_3\text{C}_3\text{Cl}_2$

Megj: Az $n(\text{Ca}):n(\text{Cl})$ arány = $1.5 : 1$ [vagy inkább = $3 : 2$, ami felírható, mint $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{Ca}^{2+} = \text{Ca}_3\text{Cl}_2^{4+}$] adott és a terméknek tartalmaznia kell egy C_3^{4-} aniont.

3.5 a) A CaCl várható szerkezete: NaCl típusú, mert:

$$r(\text{Ca}^+)/r(\text{Cl}^-) = 120 \text{ pm}/167 \text{ pm} = 0,719$$

3.5 b) A $\Delta_k H^0(\text{CaCl})$ képződéshő:

A Born-Haber körfolyamat lépéseit összegezve:

$$\begin{aligned} \Delta_k H^0(\text{CaCl}) &= \Delta_{\text{olv}} H^0(\text{Ca}) + \Delta_{\text{pár}} H^0(\text{Ca}) + \Delta_{1. \text{IE}} H(\text{Ca}) + \frac{1}{2} \Delta_{\text{diss}} H(\text{Cl}_2) + \\ &+ \Delta_{\text{EA}} H(\text{Cl}) + \Delta_{\text{rács}} H(\text{CaCl}) = \\ &= (159,3 + 589,7 + 120 - 349,0 - 751,9) \text{ kJ mol}^{-1} = -231,9 \text{ kJ mol}^{-1} \end{aligned}$$

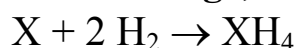
3.6 Stabilitás:

A $2 \text{ CaCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{Ca}$ folyamatra:

$$\Delta G \approx \Delta H = -796,0 \text{ kJ mol}^{-1} + 463,8 \text{ kJ mol}^{-1} = -332,2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Tehát a CaCl nem stabil.

4.1 X és atomtömege, a vegyületek szerkezete:



I) $5,0 \text{ g} = [n_1(\text{XH}_4) + 2n_2(\text{X}_2\text{H}_6)] \cdot M(\text{X})$

II) $5,628 \text{ g} = n_1(\text{XH}_4) \cdot [M(\text{X}) + 4 \cdot M(\text{H})] + n_2(\text{X}_2\text{H}_6) \cdot [2M(\text{X}) + 6 \cdot M(\text{H})]$

III) $n_1(\text{XH}_4) = 2n_2(\text{X}_2\text{H}_6)$

III,I) \rightarrow I') $2n_1(\text{XH}_4) \cdot M(\text{X}) = 5,0 \text{ g}$

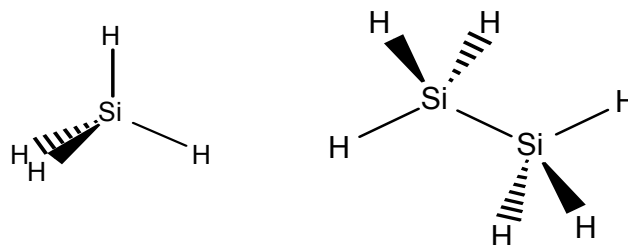
III,II) \rightarrow II') $n_1(\text{XH}_4) \cdot [2M(\text{X}) + 7,07 \text{ g mol}^{-1}] = 5,628 \text{ g}$

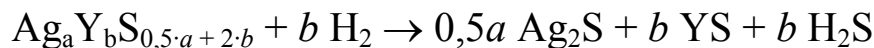
I',II') \rightarrow VI) $(5,0 \text{ g}) \cdot [2M(\text{X})]^{-1} = (5,628 \text{ g}) \cdot [2M(\text{X}) + 7,07 \text{ g mol}^{-1}]^{-1}$

$$M(\text{X}) = 3,535 \text{ g mol}^{-1} \cdot (5,628 \text{ g})^{-1} \cdot [(5,0 \text{ g})^{-1} - (5,628 \text{ g})^{-1}]^{-1}$$

$$M(\text{X}) = 28,14 \text{ g mol}^{-1} \quad \text{X tehát Si.}$$

A termékek térbeli szerkezete:



4.2 Y és atomtömege, az argirodit tapasztalati képlete:

$$\text{I) } 10 \text{ g} = n(\text{Ag}_a\text{Y}_b\text{S}_{0,5a+2b}) \cdot [a \cdot M(\text{Ag}) + b \cdot M(\text{Y}) + (0,5a + 2b) \cdot M(\text{S})]$$

$$\text{II) } n(\text{H}_2) = \frac{p \cdot V(\text{H}_2)}{RT} = \frac{100 \text{ kPa} \cdot 0,295 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 400 \text{ K}} = 8,871 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{Ag}_a\text{Y}_b\text{S}_{0,5a+2b}) = b^{-1} \cdot 8,871 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{III) } 11,88 = \frac{a \cdot M(\text{Ag})}{b \cdot M(\text{Y})} \quad a \cdot M(\text{Ag}) = 11,88 \cdot b \cdot M(\text{Y})$$

$$\text{II, I} \rightarrow \text{II'}$$

$$b \cdot 10 \text{ g} \cdot (8,871 \cdot 10^{-3} \text{ mol})^{-1} = a \cdot M(\text{Ag}) + b \cdot M(\text{Y}) + (0,5 \cdot a + 2b) \cdot M(\text{S})$$

$$b \cdot 1127 \text{ g mol}^{-1} = a \cdot M(\text{Ag}) + b \cdot M(\text{Y}) + (0,5 \cdot a + 2b) \cdot M(\text{S})$$

$$\text{III, II'} \rightarrow \text{IV) } b \cdot 1127 \text{ g mol}^{-1} = 11,88 \cdot b \cdot M(\text{Y}) + b \cdot M(\text{Y}) + (0,5 \cdot a + 2b) \cdot M(\text{S})$$

$$b \cdot 1127 \text{ g mol}^{-1} = 12,88 \cdot b \cdot M(\text{Y}) + (0,5 \cdot \frac{11,88 \cdot b \cdot M(\text{Y})}{M(\text{Ag})} + 2b) \cdot M(\text{S})$$

$M(\text{Y}) = 72,57 \text{ g mol}^{-1}$, tehát Y a germánium.

A III egyenletbe visszahelyettesítve $a : b = 8 : 1$.

Az argirodit tapasztalati képlete: Ag_8GeS_6 .

4.3 A C-H kötés erőállandója:

$$k(\text{C-H}) = [2\pi \cdot c \cdot \tilde{\nu}(\text{C-H})]^2 \cdot \frac{1}{N_A} \cdot \frac{3M(\text{C}) \cdot M(\text{H})}{3M(\text{C}) + 4M(\text{H})}$$

$$= [2\pi \cdot 3 \cdot 10^{10} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 3030 \text{ cm}^{-1}]^2 \cdot \frac{1}{N_A} \cdot \frac{3 \cdot 12,01 \cdot 1,01}{3 \cdot 12,01 + 4 \cdot 1,01} \text{ gmol}^{-1} = 491,94 \text{ N m}^{-1}$$

A Z-H kötés erőállandója:

$$k(\text{Z-H}) = k(\text{C-H}) \cdot \frac{\Delta_{\text{köt}} H(\text{Z-H})}{\Delta_{\text{köt}} H(\text{C-H})}$$

$$= 491,94 \text{ N m}^{-1} \cdot 450,2 \text{ kJ mol}^{-1} \cdot [438,4 \text{ kJ mol}^{-1}]^{-1} = 505,18 \text{ N m}^{-1}$$

Z és atomtömege:

$$\frac{3M(\text{Z}) \cdot M(\text{H})}{3M(\text{Z}) + 4M(\text{H})} = \frac{k(\text{Z-H}) \cdot N_A}{[2\pi \cdot c \cdot \tilde{\nu}(\text{Z-H})]^2}$$

$$M(Z) = \frac{4}{3} \cdot \left(\frac{[2\pi \cdot c \cdot \tilde{\nu}(Z-H)]^2}{k(Z-H) \cdot N_A} - \frac{1}{M(H)} \right)^{-1}$$

$$= \frac{4}{3} \cdot \left(\frac{[2\pi \cdot 3 \cdot 10^{10} \cdot 2938,45]^2}{505180 \cdot 6,022 \cdot 10^{23}} - \frac{1}{1,01} \right)^{-1} \text{ g mol}^{-1} = 72,68 \text{ g mol}^{-1}$$

Tehát Z is a Ge.

Megj.: Még ha a nem pontos kerekítés folytán nem ugyanez az eredmény adódik (± 2), akkor is megtalálható a Ge, hisz a szénnel analóg vegyületeket ad.

5.1 Az (1) reakció aktuális $\Delta G'$ értéke:

$$\Delta G' = \Delta G^{\circ'} + RT$$

$$\ln \frac{c(\text{ADP}^{3-})/1\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot c(\text{HPO}_4^{2-})/1\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{c(\text{ADP}^{4-})/1\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}} =$$

$$-30,5 \text{ kJ mol}^{-1} + 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 298,15 \text{ K} \cdot \ln (0,00025 \cdot 1,65 / 2,225) =$$

$$= -51,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

5.2 A (2) reakció K' egyensúlyi állandója és a c(glükóz-6-foszfát) / c(glükóz) hányados:

$$K' = e^{-\Delta G^{\circ'}/RT} = e^{-13800 \text{ J/mol} / (8,314 \text{ J/(mol K)} \cdot 298,15 \text{ K})} = 0,0038$$

$$K' = \frac{c(\text{glükóz-6-foszfát})/1\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{c(\text{glükóz})/1\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot c(\text{HPO}_4^{2-})/1\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$$

$$\frac{c(\text{glükóz-6-foszfát})}{c(\text{glükóz})} = K' \cdot c(\text{HPO}_4^{2-}) \cdot (1 \text{ mol dm}^{-3})^{-1} = 0,0038 \cdot 0,00165 =$$

$$= 6,3 \cdot 10^{-6}$$

5.3 A (3) reakció $\Delta G^{\circ'}$ értéke és K' egyensúlyi állandója és a c(glükóz-6-foszfát) / c(glükóz) hányados:

$$\Delta G^{\circ'}(3) = \Delta G^{\circ'}(1) + \Delta G^{\circ'}(2) = -30,5 \text{ kJ mol}^{-1} + 13,8 \text{ kJ mol}^{-1} =$$

$$= -16,7 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$K' = e^{-\Delta G^{\circ'}/RT} = e^{16700 \text{ J/mol} / (8,314 \text{ J/(mol K)} \cdot 298,15 \text{ K})} = 843$$

$$K' = \frac{c(\text{glükóz-6-foszfát})/1\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot c(\text{ATP}^{3-})/1\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{c(\text{glükóz})/1\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot c(\text{ATP}^{4-})/1\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$$

$$\frac{c(\text{glükóz-6-foszfát})}{c(\text{glükóz})} = K' \cdot \frac{c(\text{ATP}^{4-})}{c(\text{ADP}^{3-})} = 843 \cdot 2,25 \text{ mol m}^{-3} / 0,25 \text{ mol m}^{-3}$$

$$= 7587$$

5.4 a) A naponta képződő ATP tömege:

Az ATP szintézisre fordítódó energia: $8000 \text{ kJ nap}^{-1} \cdot 0,5 = 4000 \text{ kJ nap}^{-1}$

A képződő ATP: $4000 \text{ kJ nap}^{-1} / 52 \text{ kJ mol}^{-1} = 76,9 \text{ mol nap}^{-1}$

Tömege: $76,9 \text{ mol nap}^{-1} \cdot 503 \text{ g mol}^{-1} = 38700 \text{ g nap}^{-1} = 38,7 \text{ kg nap}^{-1}$

5.4 b) Az ATP tömege a testben:

Az átlagos élettartam alatt a teljes mennyiségnek újra kell képződnie:

Össztömeg = Élettartam · Keletkezési sebesség =

$= 1440^{-1} \text{ nap} \cdot 38,7 \text{ kg nap}^{-1} = 26,9 \text{ g}$

5.4 c) A maradék szabadenergia:

az ember testét melegíti fel.

5.5 a) Hány hidrogénion van egy mitokondriumban?

$V = 4/3 \pi r^3 = 4/3 \pi (0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m})^3 = 5,2 \cdot 10^{-19} \text{ m}^3 = 5,2 \cdot 10^{-16} \text{ dm}^3$

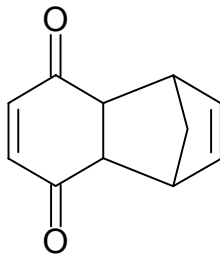
$n = V \cdot c \cdot N_A = 5,2 \cdot 10^{-16} \text{ dm}^3 \cdot 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 31$

5.5 b) Hány hidrogénion belépése kell 0,2 fg ATP képződéséhez?

$$n(ATP) = \frac{m(ATP) \cdot N_A}{M(ATP)} = \frac{0,2 \cdot 10^{-15} \text{ g} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{503 \text{ g mol}^{-1}} = 239400$$

Sejtenként kell $n(H^+) = n(ATP) \cdot 3 = 718300$.

Mitokondriumonként kell 718 proton belépése.

6.1 A szerkezete:

6.2 D1 és D2 szerkezete:



Megj.: A két vegyület enantiomer.

6.3 B sztereoizomerei közül izolálható: a 2 jelű

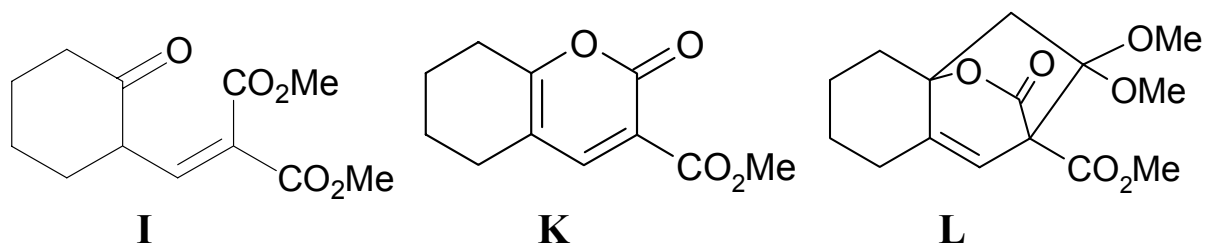
Megj.: A Diels-Alder reakció termékei endo-sztereoekémiát mutatnak, ahogy azt a 6.2 feladatban C szerkezetén is látszott. Az endo-konfigurációt az jellemzi, hogy a két H atom és az áthidalt rendszer CH₂-hídja a gyűrű megegyező oldalán lesz. A hat lehetséges sztereoizomerből csak 1 és 2 mutat endo,endo sztereoekémiát. A többiben legalább egy exo konfiguráció is van. Az 1-es szerkezetben a három gyűrű egy U-alakú molekulát ad, ami sztérikusan jobban gátolt, mint a 2-es cikkcakkos szerkezete.

6,3 B hat sztereoizomerje (1–6) közül melyik volt az az egy, amit izoláltak? Segítség: vedd figyelembe C sztereospecifikus szerkezetét, a sztérikusan kevésbé gátolt alternatíva képződik.

6.4 A Diels-Alder reakcióval kapcsolatos állítások

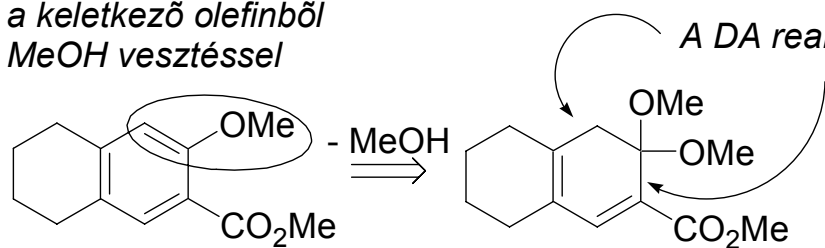
- Igaz: A Diels-Alder reakció reverzibilis (megfordítható)
- Hamis: Az eredeti reakcióban B képződése termodinamikailag kontrollált.
- Hamis: B termodinamikai szempontból stabilabb, mint E.
- Igaz: E termodinamikai szempontból kevésbé stabil, mint F.
- Hamis: G enantiomerje B-nek.
- Nem eldönthető: G termodinamikai szempontból stabilabb F-nél.

6.5 I, K, L szerkezete:



Megj.: A reakciósort visszafelé átgondolva:

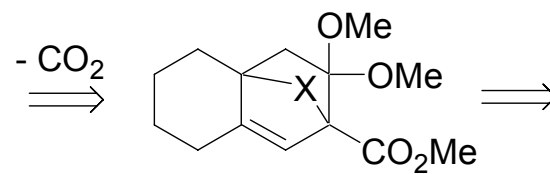
a keletkező olefinből
MeOH veszttel



C₁₃H₁₆O₃
termék

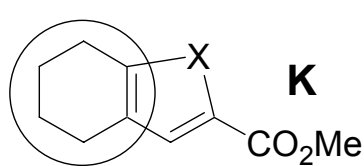
a kapott DA ciklohexén adduktból
dién kell keletkezzen CO₂ veszttel

A DA reakcióban keletkező kötések



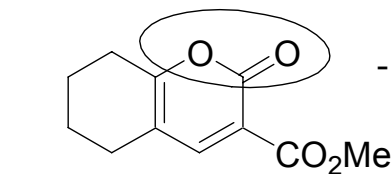
L X = CO₂
C₁₅H₂₀O₆

K
X = CO₂
C₁₁H₁₂O₄
1,3-dién
kell legyen



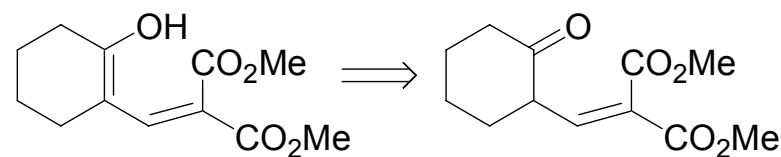
Ez a részlet a
kiindulási
ciklohexenon

X = CO₂



K
lakton = átészterezés
történt MeOH veszttel

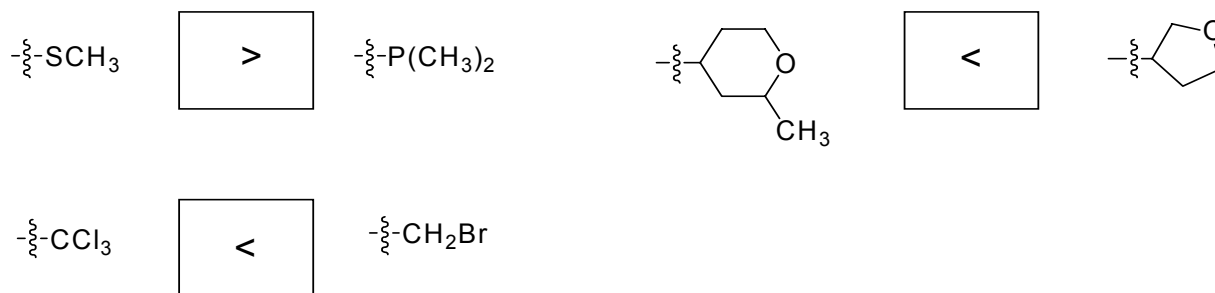
- MeOH



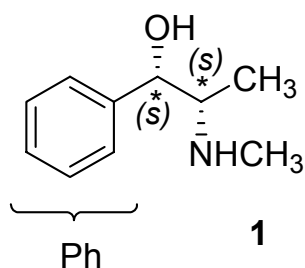
I C₁₂H₁₆O₅

tautomer
Michael addícióval, amit
MeOH vesztt követ

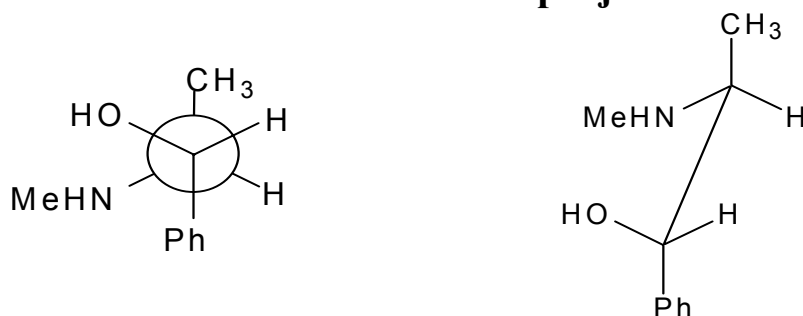
7.1 A CIP-rendszer szerinti prioritások::



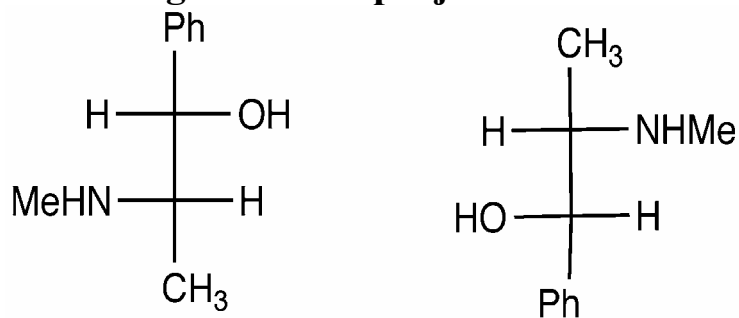
7.2



7.3 A Newman és a fűrészbak projekció:

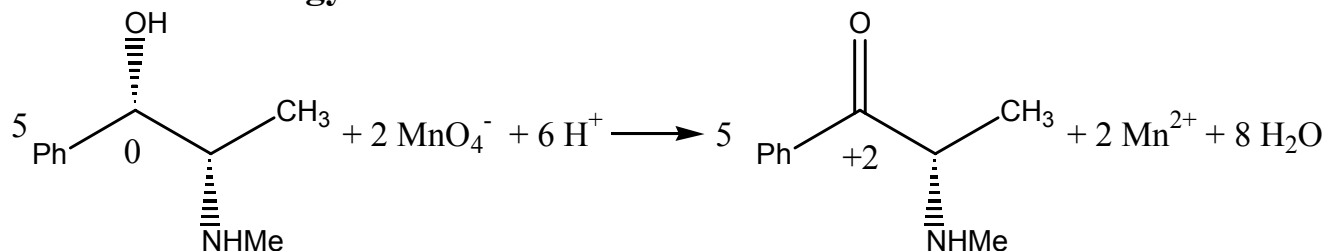


A lehetséges Fischer projekciók:

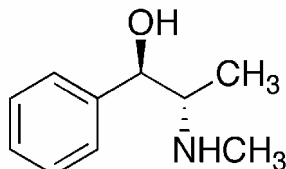


(Me = CH₃)

7.4 A rendezett egyenlet oxidációs számokkal és sztereokémiával:



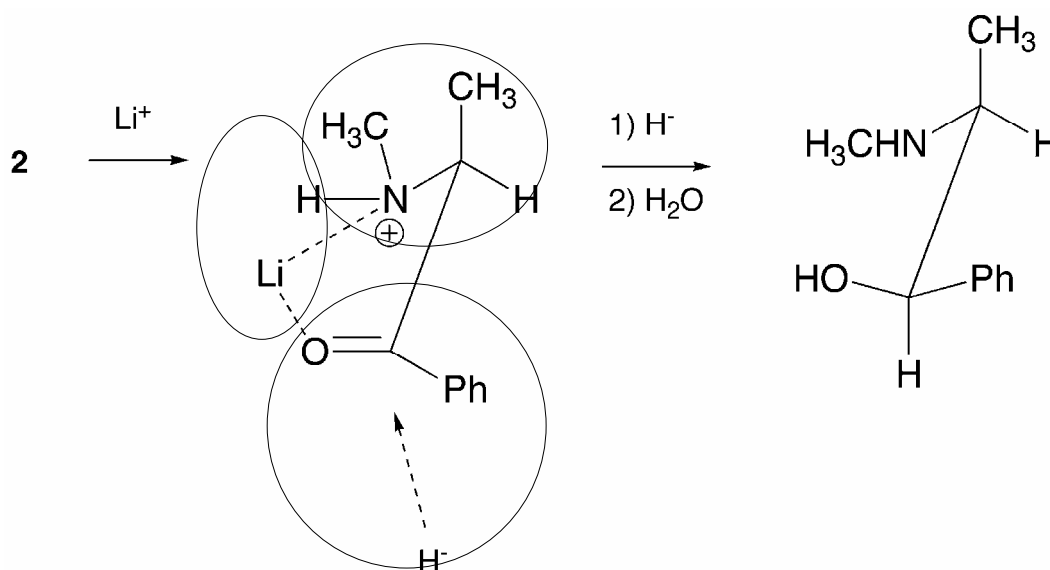
7.5a) 3 szerkezete:



7.5 b) Az izomerek: 3

- igaz: 1 és 3 sztereoizomerek.
- hamis: 1 és 3 enantiomerek.
- igaz: 1 és 3 diasztereomerek.
- hamis: 1 és 3 konformációs izomerek.

7.5c) Miért csak 3 keletkezik?



Megj.: A hidrid ion a sztérikusan kevésbé gátolt oldalról történik. Teljes értékűnek tekintették a hidrogénkötést alkalmazó magyarázatot is.

8.1 A B oldat pH-ja:

$$K_{b2} = \frac{10^{-14}}{10^{-10.33}} = 2,14 \cdot 10^{-4}$$

$$K_{b1} = 2,34 \cdot 10^{-8}$$

Minthogy $K_{b2} \gg K_{b1}$, csak a CO_3^{2-} első protonálódási lépését kell figyelembe venni.

$$c(\text{HCO}_3^-) = c(\text{OH}^-) = x \quad \text{és} \quad c(\text{CO}_3^{2-}) = c_0(\text{CO}_3^{2-}) - x$$

$$c_0(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1,700 \text{ g dm}^{-3}}{105,99 \text{ g mol}^{-1}} = c_0(\text{CO}_3^{2-}) = 0,016 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_{b2} = \frac{x^2 / (1 \text{ mol dm}^{-3})}{(c_0(\text{CO}_3^{2-}) - x)}$$

$$x = c(\text{OH}^-) = 1,75 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = 11,2$$

8.2 Van-e $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCO_3 a csapadékban?

$$M(\text{CaCl}_2) = 110,98 \text{ g mol}^{-1} \quad \text{pH} = 10, \quad c(\text{OH}^-) = 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c_0(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1,700 \text{ g dm}^{-3}}{105,99 \text{ g mol}^{-1} \cdot 2} \quad c(\text{CaCl}_2) = \frac{1,780 \text{ g dm}^{-3}}{110,98 \text{ g mol}^{-1} \cdot 2}$$

$$c_0(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \quad c(\text{CaCl}_2) = c_0(\text{Ca}^{2+}) = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{A } \text{Ca}(\text{OH})_2\text{-ra: } c(\text{OH}^-)^2 \cdot c_0(\text{Ca}^{2+}) = 8 \cdot 10^{-11} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}$$

Ez kisebb, mint az oldhatósági szorzat, csapadék nincs.

A CaCO_3 -ra:

$$K_{b2} = \frac{c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})} \quad c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = c_0(\text{Na}_2\text{CO}_3)$$

$$c(\text{HCO}_3^-) = \frac{K_{b2}}{c(\text{OH}^-)} \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) = 2,14 \cdot c(\text{CO}_3^{2-})$$

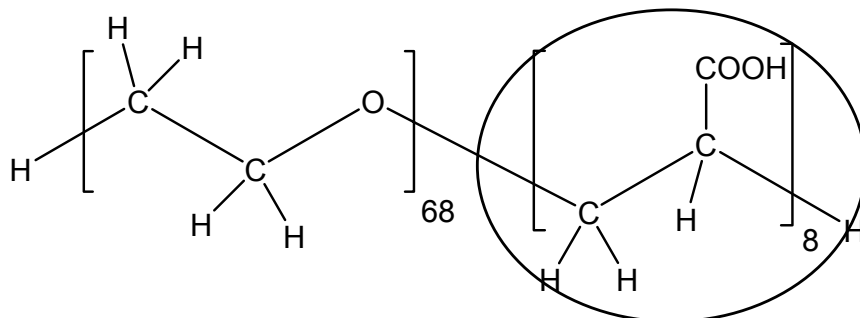
$$2,14 \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{CO}_3^{2-}) = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{CO}_3^{2-}) = 2,55 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{Ca}^{2+}) = 2,04 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$$

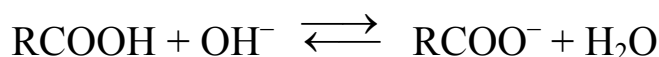
Ez nagyobb, mint az oldhatósági szorzat, csapadék leválik.

8.3 A CaCO_3 kristályhoz kapcsolódó blokk:



Megj.: Mindkét blokk hidrofíl. Az akrilsav blokk fog elsősorban a kristályhoz kapcsolódni, mert jobban polarizált és részben töltött. Olyan helyeken kapcsolódik a felülethez, ahol kalcium ionok vannak feleslegben.

8.4 Mennyi van a polimerből a hibrid részecskékben?



Mivel $\text{pH} \gg \text{pK}_s$, az összes karbonsav csoport disszociált. A hidroxidionok fogyásából megállapítható a karbonsav-csoportok koncentrációja:

$$c_0(\text{OH}^-) = \frac{50 \text{ ml}}{250 \text{ ml}} 0,19 \text{ mol dm}^{-3} = 0,038 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{OH}^-) = 10^{-1,7} \text{ mol dm}^{-3} = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c_0(\text{COOH}) = c_0(\text{OH}^-) - c(\text{OH}^-) = 0,018 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

A polimer koncentrációja ennek nyolcada.

$$M(\text{polimer}) = M(\text{C}_{160}\text{O}_{84}\text{H}_{306}) = 3574,66 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m(\text{polimer}) = c(\text{polimer}) \cdot V \cdot M(\text{polimer}) = \frac{0,018 \cdot 0,250 \cdot 3574,66}{8} \text{ g} = 2,0 \text{ g}$$

8.5 A CaCO_3 módosulat:

A részecskék töltését a teljesen disszociált COOH csoportok okozzák. Egy részecskére jut 800 karbonsavcsoport tehát.

Ez 100 polimernek felel meg részecskénként.

A részecske moláris tömegét tekintve:

$$M(\text{CaCO}_3) = M(\text{teljes}) - N_{\text{polimer}} \cdot M(\text{polimer})$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 8,01 \cdot 10^8 \text{ g mol}^{-1} - 100 \cdot 3574,66 \text{ g mol}^{-1} = 8,01 \cdot 10^8 \text{ g mol}^{-1}$$

Egy részecske tömegéből és térfogatából ($V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$) kiszámítható a sűrűség:

$$\rho(\text{CaCO}_3) = \frac{3(M(\text{CaCO}_3))}{N_a \cdot 4\pi \cdot r^3} = \frac{3 \cdot 8,01 \cdot 10^8 \text{ g mol}^{-1}}{N_A \cdot 4\pi (5 \cdot 10^{-6} \text{ cm})^3} = 2,54 \text{ g cm}^{-3}$$

A keletkező módosulat a vaterit.

Gyakorlati feladatok

1.1 Az elméletileg kapható biszfenol A:

$$M_1 (\text{polikarbonát}) = M_1 (\text{C}_{16}\text{H}_{14}\text{O}_3)_n \text{H}_2 \approx M_1 (\text{C}_{16}\text{H}_{14}\text{O}_3) = 254,30 \text{ g/mol}$$

$$m_1 = 2,54 \text{ g} \quad M_2 (\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{O}_2) = 228,31 \text{ g/mol}$$

$$m_2 = m_1 \cdot M_1^{-1} \cdot M_2 = 2,28 \text{ g}$$

1.2 Az elméletileg kapható biszfenol A-bisz(karboximetil)éter:

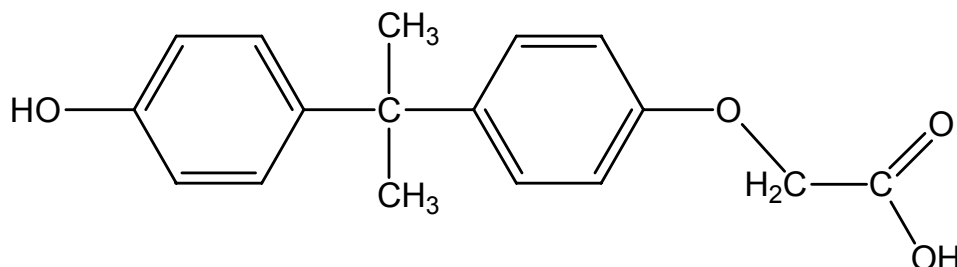
$$M_2 (\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{O}_2) = 228,31 \text{ g/mol} \quad M_3 (\text{C}_{19}\text{H}_{20}\text{O}_6) = 344,39 \text{ g/mol}$$

$$m_2 = 2,00 \text{ g}$$

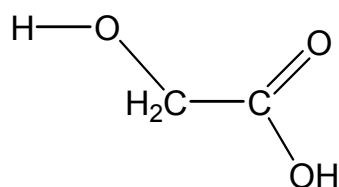
$$m_3 = m_2 \cdot M_2^{-1} \cdot M_3 = 3,02 \text{ g}$$

1.3 A melléktermékek:

a. A biszfenol A csak egy klóracetáttal reagál (monoszubsztitúció):



b. A klóracetát lúgos hidrolízise:

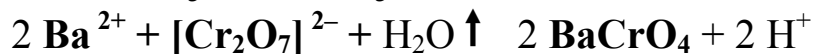
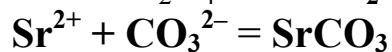
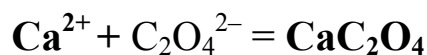


1.4-1.7

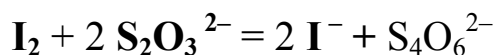
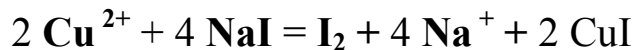
Az első lépésben elvárt termelés és O.p.: 91-95%, 155,7-156,2°C.

A második lépésben elvárt termelés és O.p.: 70-80%, 172-174°C.

2.1 A mintában csak bárium volt. Az egyenletek:



2.3 Az egyenletek:



2.4

A réz mennyisége:

$$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot 0,01 \text{ mol/dm}^3 \cdot 4 \cdot 10/1000 \cdot M(\text{Cu})$$

A lantán mennyisége:

$$[V(\text{EDTA}) - (V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)/10 \cdot 4)] \text{ ml} \cdot 0,1 \text{ mol/dm}^3 \cdot 10/1000 \cdot M(\text{La})$$

2.5

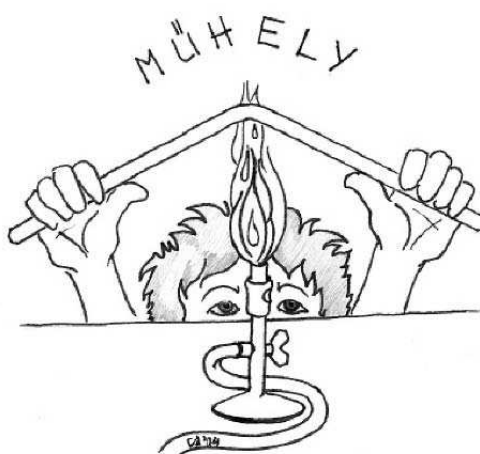
A lantánra fogyó EDTA: $[11,76 - (10,50/10 \cdot 4)] \text{ ml} = 7,56 \text{ ml}$

A lantánra fogyó EDTA: $11,76 \text{ ml} - 7,56 \text{ ml} = 4,20 \text{ ml}$

$$n(\text{La}) : n(\text{Cu}) = 7,56 : 4,2 = 1,8 : 1$$

$$x = 1,8 \quad \text{a képlet: } \text{La}_{1,8}\text{Ba}_{0,2}\text{CuO}_4$$

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 30 313 9753.

Róka András

Elavultak-e, elavulhatnak-e a kémia klasszikus törvényei?

Az ész, a tekintély és a tapasztalat szerepe a megismerésben

*„Jönni szokott időnként egy piktor, ki újat lát.
Meggfesti, megtanítja önöket új színekre,
és evvel megtanítja önöket látni.”*

Ady Endre

„Látni”, másképp látni. A látásmód, a szemlélet mind a kutatás, mind az ismeretek átörökítése terén meghatározza a megismerés sikerességét. A tudomány történetéből számtalan példát említhetünk, amikor a tudás szabott határt a megismerésnek. A megismerés forrása kezdetben csak az érzékelés volt, majd az agy, az értelem fejlődésével – kimutathatóan az ókori görögök óta – csatlakozott hozzá a gondolkodás, az okozati összefüggések feltárásának igénye. Ettől kezdve elkezdődik a megismerési módszerek hierarchikus versengése. A különböző korokban

váltakozva hol az egyik, hol a másik válik jellemzővé, meghatározóvá, olykor egyeduralkodóvá, miközben a történelem meg-megismétli önmagát. Hiszen az érzékelés (és ezzel a tapasztalat) korlátozott érvényű. Eredeti funkciójában csak a létfenntartást szolgálja. A tudatosulás, a „tudás” kezdetben csak melléktermék, ami a sikerélményen túl hamarosan tökéletesebb alkalmazkodáshoz, és ezáltal evolúciós előnyhöz vezet.

A megismerés szervének – az agy, ezen belül az asszociációs kéreg – fejlődésével az érzékelés kiegészül a jelenségek tudatos elemzésével. Csakhogy már Platón észreveszi, hogy az érzékelés „tökéletlen”. Mert a látszat olykor csal! Az ész azonban képes észrevenni és kijavítani az érzékelés hibáját. Ezért Platón szerint csakis a gondolkodás vezethet a tökéletes megismeréshez.

Amíg az athéni demokráciában az ideák világa csak az egyike volt az elképzeléseknek, az azt követő korokban, illetve társadalmakban a látszatot csak fenntartó önkényuralom fokozódásával a valóságtól történő elszakadás általánossá vált. A virtuális világ uralmában háttérbe szorult az érzékelés, fontatlanná vált a realitás. A varázslók, sámánok, táltosok középkori utódai kezében pedig egyenesen vitathatatlan dogmákká merevedtek a képzelet. Hiszen gondolkodni a teológia keretei között illett, és olykor csak az egyház érdekei szerint lehetett. Már a kételkedés is eretnekségnek számított. A megismerés szinte kizárólagos módjává a tanítás vált, ami a vak hiten, a tekintélyen alapult („reproduktív átörökítés”).

Még javában tartott az önteltség – a kémiában az alkímia – kora, amikor Roger Bacon újra hirdeti a valós világ tanulmányozásának fontosságát. A megismerés akkoriban hirdetett forrásai – az ész és a tekintély – közé újra felveszi a tapasztalást. A felvilágosodás korában tehát ismét előtérbe kerül az „érzékelés”, de annak egy magasabb rendű formája, a bizonyító erejű mérés. A megismerés története az ezeréves zsákutca után tulajdonképpen Platónnál, a látszat bírálatánál folytatódik, csak egy másik irányban: Az érzékelés tökéletlenségét érzékszerveink „meghosszabbítja”, a műszerek alkalmazása védi ki. A részletgazdag megfigyelés pedig a képzeletet is felülmúló valóság határai közé szorította a gondolkodást. Az értelem lassan megtanulta elviselni, hogy egyelőre nem lehet mindennek feltárni az okát. A megmagyarázatlan törvények a tudás pilléreivé válnak. A tekintélyt azonban többé már nem lehet kitörölni a megismerést befolyásoló tényezők közül.

A XIX. század végének tekintélyes tudósai kissé öntelten hirdetik, hogy „már mindent tudunk”, amikor kijózanításul kitérül a háttérben rej-

töző mikrovilág. Beköszönt a legújabb kori felvilágosodás. A láthatatlan világ birodalmában újra az „ész” válik a megismerés fő eszközévé, de a gondolkodást most már az ellentmondás-mentesség igénye irányítja. Az előrehaladást azonban egyszerre hátráltatja a makroszkopikus környezet-höz szokott szemlélet, és a „tekintély” visszahúzó ereje. A történelem ismétlődése, a megismerési módszerek oszcillációja, a fizika, no és a tekintély segítő és olykor hátráltató hatása látványosan követhető nyomon a kémia fejlődéstörténetében, ami elválaszthatatlan az atomokról alkotott kép fejlődésétől.

Az „érzékelhető” atomok

Az ős- és az ókorban az ismeretek az érzékelésre, az érzetekre támaszkodtak. Az atomok gondolata két oldalról merült fel. Az egyik az oszthatóság véges vagy végtelen volta (Démokritosz kontra Arisztotelész), a másik a levegő (a gázok) anyagi voltának és összenyomhatóságának felfedezése (Hérón). A kövek pattintása óta tapasztalat, hogy az egybefüggő (folytonos) anyag apróbb részekre bontható. Naiv, mégis elismerésre méltóan logikus elképzelés, hogy az alkotóknak hordozniuk kell az egész tulajdonságait, amiből származnak. A geometria kialakulásának korában mi hordozhatta volna az anyagi minőséget, a szerkezet és tulajdonság közötti összefüggést, ha nem a forma. A környezet kicsinyített másai éppúgy és éppolyan érzetet keltenek, mint makroszkopikus társaik. („Földhöz ragadt” szemléletünk számára ma is elképzelhetetlen, hogy a lényegében ugyanolyan felépítésű atomok – melyek esetében nincs értelme pl. mechanikai tulajdonságokról beszélni – miért és hogyan építhetnek fel egyszer kemény, másszor puha, vagy rugalmas anyagot.)

Hérón logikája talán még elbűvölőbb: Ha a levegő a kövekhez, vagy a vízhez képest összenyomható, akkor a levegő alkotói között űrnek kell lenni, és ebben az űrben még a köd cseppjeinél, ill. a füst szemcséinél is láthatatlanabb parányok helyezkednek el. Bármennyire is naiv az atomról alkotott első kép, mindenképpen érzékelteti, hogy a gondolkodás a megismerés eszközévé vált.

Dalton törvényszerű atommodellje

Dalton atommodellje már nem az érzékelésre és nem is a képzeletre támaszkodik. A tömör és oszthatatlan golyó a kor tudományos ismereteinek szintézise. Az atomok szükségszerű létezését az általa felfedezett

többszörös súlyviszonyok törvénye erősítette meg. (Ha két elem egymással többféle arányban is vegyül, akkor az egyik elem ugyanakkora mennyiségeihez a másiktól olyan különböző mennyiségek kapcsolódhatnak, melyek (súly-) aránya egész számokkal fejezhető ki.) Vagyis a vegyülés lényegét az anyagdarabkák anyagdarabkákkal történő kapcsolódásában látta. Az atomokkal értelmezhetővé vált a vegyület fogalma és a vegyületeket alkotó komponensek mindig és mindenütt ugyanúgy kialakuló aránya („*A vegyület olyan anyag, amelynek a természet meghatározott arányokat jelölt ki, más szóval a természet mérleggel a kezében teremt...*” Proust, állandó súlyviszonyok törvénye).

Az atomok szükségszerű létezése mellett azt, hogy milyen maga az atom, a képzelet helyett a korábban felfedezett megmaradási törvények határozták meg(!). Az alkímista törekvések legnagyobb eredménye, erénye, hogy az aranycsinálás kudarca rávilágított az elem fogalmára. Előállíthatatlansága és megváltoztathatatlansága miatt az arany vált az elem példaképévé. Amikor Robert Boyle az alkímisták sikertelensége megfogalmazásaként írja körül az elem fogalmát, egyúttal az elemmegmaradás törvényét is kimondja, amiről később Dalton így ír: „*Anyagot teremteni vagy megsemmisíteni nem áll a kémikus módjában ... Az egyetlen változás, amelyet előidézhetünk, abban áll, hogy az atomokat – amelyek előzőleg vegyület alakjában voltak jelen – egymástól elválasztjuk, vagy olyan atomokat hozunk egymással kapcsolatba, amelyek eddig külön voltak...*” Ehhez járulnak Lavoisier kísérletei, melyek szerint a zárt térben lejátszódo égés során a résztvevő anyagok tömege változatlan. Boyle és Lavoisier megmaradási törvényei azt sugallják, hogy az atomnak is megmaradónak kell lennie. Ennek a feltételnek a tömör, oszthatatlan golyó tesz eleget. A daltoni atom nem rendelkezhet belső szerkezettel, belül homogén, más szóval folytonos anyageloszlású. A modell próbatétele persze az, hogy hogyan kapcsolódnak ezek golyók a szigorúan meghatározott arányban egymással. Nem sokkal az első kölcsönhatás, a tömegvonzás felfedezése után – Newton és a gravitáció „tekintélye” árnyékában – a válasz önmagától adódik: Mivel a daltoni atomok egyetlen, az anyagi minőséget hordozó tulajdonsága a tömeg, az atomokat összetartó erő nem lehet más, mint a tömegvonzás. Csakhogy éppen Dalton törvénye hívhatta volna fel a figyelmet arra, hogy a többféle arányú vegyülés a tömegvonzással nem értelmezhető. Hiszen semmi sem indokolja, hogy például az ón atomok egyszer kevesebb, másszor több tömeget kössenek meg, vagyis egyszer egy, másszor két oxigénatommal kapcsolódjanak. De még inkább indoko-

latlan, hogy a sokkal nagyobb atomtömegű ólom ugyanannyi oxigént kös-
sön meg, mint a könnyű szén. Talán a többszörös viszonyítás miatt kissé
nehezen olvasható ki a törvény lényege. Ezért egészen a huszadik század
elejéig még a fizikusok sem éreznek rá arra, hogy a többszörös súlyvi-
szonyok törvényének semmi köze sincs a tömegvonzáshoz, hogy a vegyü-
lés olyan „egzotikus” jelenség, ami független az atomok tömegétől. Füg-
getlen attól az egyetlen tulajdonságtól, amivel a daltoni atom rendelkezett.

A fizika a kinetikus gázelméletben sikerrel alkalmazta az atomel-
méletet (Maxwell és Boltzmann), a vegyülés értelmezése terén azonban
egyelőre nem tudott segítséget nyújtani. A kémia a hős vagy klasszikus
korában elszigetelten magára maradt. A kémikusok – jobb híján – prakti-
kus segédfogalmakat találtak ki a vegyülési arányok meghatározására,
leírására, ill. tanítására, mint például a sokáig hasznos vegyérték és
egyenérték fogalma. A tudósok egymás közötti viszonya terén pedig be-
köszöntött a „tekintély” és a megosztottság kora: Az atomok létezését
hívók és tagadók szinte egymásnak estek.

A folytonosság bukása

Dalton atomelmélete csak látszólag győzedelmeskedett a folyto-
nosság szemlélete felett. A „látszat” olyannyira beivódott a kutatók neu-
ronhálózatába, hogy szemléletükben szinte észrevétlenül folyton megje-
lent. A radioaktivitás és az elektron felfedezése már bizonyítja az atomok
létét (hiszen ami osztható, annak léteznie kell). Thomson osztható atom-
modellje (a „mazsolás puding”) azonban még éppolyan folytonos anyag-
eloszlású, mint az oszthatatlan atom volt.

A folytonosság látszatát, érzetét csak olyan Nobel-díjas felfedezé-
sek tudták véglegesen megdönteni, mint a hőmérsékleti sugárzás értelme-
zése (Planck), a fényelektromos hatás (Einstein) és az atommag felfedezé-
se (Rutherford), továbbá az elektron töltésének meghatározása (Millikan).
Kiderül, hogy az elektromágneses hullámok formájában terjedő energia
parányi adagok, kvantumok formájában nyelődik el, ill. bocsátódik ki.
Hogy a fény ezen kvantumai az alkálifémekből elektronokat „löknek” ki,
vagyis a korábban hullámnak képzelt fény a részecskékkel megegyezően
nemcsak energiát, hanem mozgásmennyiséget is képes átadni (Einstein,
fotonok). Kiderül, hogy a vékony aranyfólia csak néhol átjárhatatlan az α -
sugárzás számára, vagyis az anyag eloszlása még atomi szinten sem
egyenletes. Végül az is kiderül, hogy az elektromos jelenségek során meg-

jelenő töltésmennyiség mindig egy legkisebb érték egész számú többszöröseként adható meg, vagyis – a tömeghez és az energiához hasonlóan – az elektromos töltésnek is van elemi egysége, kvantuma, amit éppen az elektron (ill. ellentétes előjellel szükségszerűen a proton) hordoz.

A törvények „tekintélye” és hierarchiája

Az atom, az anyag szerkezetével kapcsolatos felfedezések hatása a XX. században olyan nagy hatású volt, hogy nemcsak a tudományt, hanem az egész világot megváltoztatta. A „modern” fizika általánosabb érvényűre cserélte a korábbi törvényeket, ami leginkább a kémia alapvető törvényeit érintette. Csakhogy az általánosabb, vagy csak modernebb „tekintélye” olykor indokolatlanul is az elavulás érzetét keltette.

Az atom alkotórészeinek felfedezésével eldőlt a „hitvita”. Dalton atomelmélete végre beigazolódik, csak az atommodellje bukik meg. A látványosabb felfedezések miatt azonban hiba lenne arról a törvényről is lemondani, amely a vegyülés oldaláról ma is az atomelmélet alapja. Az új korszakot nyitó felfedezések és ismeretek ebben az esetben nem váltják fel, hanem igazolják és megmagyarázzák a korukat kissé megelőző vegyülési törvényeket. Ezért nem avultak, nem avulhatnak el. Legfeljebb atomarányokkal fejezzük ki a „súlyviszonyokat”. A súlyviszony törvények változatlanul a kémia pillérei. Olyan törvények, melyekre egyik társtudomány sem tartott igényt, hiszen a fizika nem érzett rá, a biológiának pedig nincs rá szüksége. Kissé mégis hűtlenek lettünk hozzájuk. Mert megfogalmazásuk tankönyveinkből – talán nem kellően átgondolt módon – többnyire kimarad, miközben képletekbe tömörítjük lényegüket. Az úrkutatás eredményei igazolják, hogy a vegyülési arányok nemcsak a Földön, hanem az Univerzum ember által belátható tartományában is érvényesek. Ily módon a „súlyviszony törvények” éppolyan fontos és általános érvényű „megmaradási” törvények, mint pl. az impulzus, az impulzusmomentum vagy az elektromos töltés megmaradása.

Rutherford elem-átalakítása nyomán megérthettük az alkímisták sikertelenségét. A radioaktivitás, a maghasadás és a fúzió felfedezésével feltárult az elemek evolúciója. A spontán elemátalakulást Hevesy György nyomán nyomjelzésre használjuk. Mégis túlzás Boyle elemmegmaradását „dogmának” tekinteni. Hiszen a kémiai reakciók energiatartományában – a kémcsőreakcióktól az élettani folyamatokig – az atommag változatlan. Lehetne-e genetikai kód „elemmegmaradás” nélkül? A fajok évszázados

fennmaradásában az atommagok kémiai reakciók során megnyilvánuló stabilitásának is szerepe van.

Ma már tudjuk, hogy az anyag szerveződésének atomi-molekuláris szintjén (az elektronburok változásának világában) az elektromágneses kölcsönhatás uralkodik. A kémiai reakciók tartományában az energiaváltozás – az erős kölcsönhatás által irányított magreakciókéhoz képest – olyan kicsi, hogy tömegegyenértéke ($\Delta m = \Delta E / c^2$) mikromérleggel sem mérhető. Vagyis a magfúziót kísérő tömegváltozás (tömegdefektus) a kémiai reakciók során praktikusán nincs. Az atomi-molekuláris szinttől kezdődően ezért esik ketté az anyagmegmaradás törvénye a tömeg és az energia megmaradására. Vagyis Lavoisier törvénye a kémiai reakciók terén igaz maradt. Ugyanakkor elfelejtjük hangsúlyozni, hogy a 12-es szénatommag tömegének 1/12-ed része azért praktikusabb atomi tömegegység, mint a proton tömege, mert a kötött nukleon átlagos tömegével a tömegdefektust is figyelembe vesszük.

A fizika Newton törvényeihez nem lett hűtlen. Az általános törvények „tekintélye” ugyanakkor mintha azt sugallná, hogy a kémia klasszikus törvényei mára elavultak. Pedig csak korlátozott érvényűekké, specifikusakká, a kémia megmaradási törvényeivé váltak.

Bohr törvényszerű modellje

Rutherford atommodelljével már értelmezhető az atommag átalakulás és átalakítás, de az elektronok még mindig folytonosan változóknak képzelt energiájával értelmezhetetlen maradt a lángfestés. Az újabb felfedezésekhez is alkalmazkodó atommodell – vagyis a magasabb szintű szintézist – Niels Bohrnak sikerült megalkotnia. Bohr – anélkül, hogy tudta volna, hogy miért – azt javasolta, hogy az elektronok energiája csak éppen annyival változzon meg, amekkora energiát az atom kibocsát vagy elnyel a lángfestés (emisszió) vagy a gerjesztés (abszorpció) során. Az energiakvantumok figyelembevételéből, vagyis Planck „törvényének” beépítéséből következik, hogy az elektronok energiája is csak adagokban változhat. A színeképelemzés tapasztalatai alapján ez a kvantáltság minden elem atomjának jellemző „ujjlenyomatává” vált.

Bohr szintézise a kémia eredményeire is kiterjedt: A többielektros atomok esetében – Rutherford parányi naprendszerével ellentétben – egy-egy héjra több elektront helyezett. Az elektronok számának megállapításakor a periodicitás törvényét, Mengyelejev periódusos rendszerét

vette alapul. Annak ellenére, hogy az új atommodell hiányossága a színképelemzés terén hamar kiderült, Bohr modellje volt az első, amellyel a vegyülési arányok értelmezhetőkké váltak. Bár az elektronhéjak önként történő telítődésének okát senki sem ismerte, a „nemesgáz-szerkezetre történő törekvés”, az oktett szabály sokáig hasznos útmutató maradt a cserélt, illetve a közösen használt elektronok leszámolásában és a vegyülési arányok jóslásában.

Bohr idejében az elektront még klasszikus részecskeként kezelték, melynek összesen két tulajdonságát, a tömegét és az elektromos töltését ismerték (Thomson és Millikan). A Bohr-modell javíthatása során hamarosan rájöttek arra, hogy az alapul szolgáló törvények is csak következmények, és a továbbhaladás érdekében további okokat, az igazi okokat kell megkeresni. Kiderült, hogy az atommodell tökéletesítése érdekében magát az elektront kell megismerni. Hiszen a kémiai reakciók során a változatlan atommagok csak „színpadot” (elektromos, és olykor mágneses erőtermintázatot) nyújtanak az elektronok „színhátéka” (elhelyezkedése, ill. átrendeződése) számára. A fizikusok rácsodálkozó lelkesedéssel hirdették, hogy minden egyszerűbbé vált, mert a tulajdonságok, a kémiai, biológiai folyamatok sokfélesége egyetlen részecske, az elektron viselkedésére vezethető vissza. Csak azt felejtették el hozzátenni, hogy: Vigyázat! Az elektron sokoldalú!

Az elektron sokoldalúságán alapuló (kvantummechanikai) atommodell

A felgyorsult megismerés nyomán az elektron tulajdonságai néhány éven belül „megsokszorozódtak”. Kiderült, hogy az elektron (az elektromágneses hullámokhoz hasonlóan) képes interferenciára, hogy az elektromos mellett mágneses sajátsággal is rendelkezik. De ami talán még meglepőbb, hogy nem minden esetben taszítják egymást annyira, ha párokat is alkothatnak. A tökéletesebb atommodell kialakítása érdekében tehát az elektron sokoldalúságát kellett figyelembe venni! Az új tulajdonságok azonban azóta is próbára teszik az ésszt, a képzeletet és a tekintélyt.

A foton részecskékre emlékeztető hatása nyomán (fotoeffektus) de Broglie veti fel először azt a „képtelenséget”, hogy akkor a korábban részecskeként kezelt elektron meg a hullámokra jellemző tulajdonsággal rendelkezhet. Az elektronok interferenciáját Davisson és Germer mutatja ki.

Stern és Gerlach fedezi fel, hogy az ezüstatomok a mágneses térrel képesek kölcsönhatni (az ezüstatom-sugárnyaláb az inhomogén mágneses térben kettévál). Mivel a legkülső gömbszimmetrikus ($5s$) pályának nincs az elektron mozgásából származó mágneses tulajdonsága (momentuma), a jelenséget csak a párosítatlan elektron tulajdonságára tudják visszavezetni ($5s^1$). Ezzel felfedezik az elektron mágneses sajátágát, saját mágnesességét.

Kamerlingh-Onnes a hélium cseppfolyósításával elindítja az extrém alacsony hőmérsékletű kutatásokat, mely során felfedezik a szupravezetés és a szuperfolyékonyság jelenségét. Ezeket a rendkívül meglepő jelenségeket a részecskék tökéletes rendeződését elősegítő párképződéssel értelmezik, melyben a részecskék mágneses tulajdonságának fontos szerepe van. A szupravezetést Cooper nyomán az elektronok párképző hajlamára vezetik vissza. A fémes rácsban olyan sok, egymáshoz rendkívül közeli energiájú állapot alakulhat ki (sáv szerkezet), hogy az elektronok egy része a nívókon – a Hund-szabály által vázolt módon – párosítatlanul helyezkedhet el. Az abszolút nulla fokhoz közeli hőmérsékleten azonban az összes elektron párokba rendeződik. A szupravezetéssel egy, a vegyüléstől független jelenség is igazolja az elektronok párképző hajlamát. De úgy is fogalmazhatunk, hogy a fizikusok is találnak egy példát, melyben fontossá válik az elektronok párképzése.

Az új tulajdonságok felfedezése óriási szemléletváltásra készítette a kutatókat. A hullámsajátság felfedezésével kiderült, hogy az elektron esetében nem a nyomkövethetősége vagy a mérete a fontos, hanem az energiája. Bárhogy és bármerre is mozogjon az atommag erőterében, összenergiája (a kölcsönhatási és mozgási energiájának összege) mindaddig állandó marad, amíg egy arra alkalmas energiájú foton elnyelődése annak megváltoztatására nem kényszeríti. Az energia-megmaradás és a hullámsajátság feltételeit egyszerre az atomi állóhullám-állapotok elégítik ki. (A rezgő húrhoz, ill. membránhoz hasonlóan, minél több csomófelület jelenik meg, annál nagyobb az elektron mozgási energiája). Az új modell teljesítőképessége már csak azért is lenyűgöző, mert a csomófelületek számából és térbeni elhelyezkedéséből nemcsak az alhéjak számát, hanem az elemek periódusonkénti számát, vagyis a periódusok szükségszerű hosszát is ki lehet következtetni. A „kémiaiában” az elektron hullámsajátságára vezethető vissza az elektronok delokalizációs hajlama, mellyel sikerült értelmezni a többcentrumos állapotokat (kovalens kötés, háromcentrumos-kételektronos kötés, konjugált kettőskötésű rendszerek, aromás

szerkezetek, valamint a fémes kötés). Ily módon az elektron hullámtermésze szabott határt olyan praktikus fogalmak alkalmazhatóságának is, mint a vegyérték, vagy az oktett szabály.

Az elektronok érthetetlen viselkedése

A nyomomonkövethetőség, a méret elvesztése annyira sokkolta a kutatókat, hogy a másik „egzotikus” tulajdonságot még jóformán észre sem vették. Pedig a Bohr-szintű, klasszikus részecskeszemlélet számára nem kevésbé meglepő, hogy az elektronok párba is állhatnak, hogy az elektronok nemcsak taszíthatják egymást! (Mennyivel sokkal inkább, ha azt a „képzelenséget” írjuk, hogy az elektronok vonzzák egymást!) Furcsa ismétlődése a történelemnek, hogy az elektronok párképzési hajlamát a kémia már régen felvetette, de a fizika egy ideig éppúgy nem tudott vele mit kezdeni, mint annak idején a többszörös súlyviszonyok törvényével. A történet valójában nagyon régen kezdődött:

Gay-Lussac még 1808-ban fedezi fel a vegyülő gázok térfogati törvényét (amiben az egész számok éppúgy megjelennek, mint Dalton törvényében). Avogadro a törvény értelmezése során feltételezi, hogy a kiindulási anyagok és a termékek egyaránt többatomos állapotban vannak jelen, és ezzel felfedezi a molekulákat. Az atomok kapcsolódásmódjáról azonban akkoriban semmit sem tudnak. A molekulák képződését – alig több mint száz évvel később – először Lewis értelmezi, amikor a Bohr-modell alkalmazhatóságát a kovalens kötésre is kiterjeszti. A nemesgáz-szerkezet kialakulása érdekében bevezeti a „közös használatban lévő” elektronpár (röviden kötőelektronpár) fogalmát. Az elképzelés annyira váratott magára, és olyan praktikusnak bizonyult, hogy azon már senki sem problémázott, hogy a párokba rendeződő elektronok miért nem taszíthatják egymást. Pedig máig sem értjük. Némi megnyugvást jelentett Pauli törvénye, amely megengedi az elektronpárok létezését, ha azok „spinkvantszáma” különböző (ellentétes spinű elektronok). Megtanultuk elfogadni, hogy az elektronnak van egy újabb tulajdonsága, amellyel leírható a párképződés, de az elektronok kölcsönhatásáról valójában semmit sem mond. A kémia ugyanakkor sok olyan – a szupravezetéshez és a szuperfolyékonysághoz képest persze hétköznapiak számító – jelenséget tárt fel, amelyben az elektronok párképző hajlamának fontos szerepe van:

- A halogénionok, vagy a hidridion képződése például nem pusztán telítődés. A nemesgáz-szerkezet kialakulása egyúttal elektronpár-

képződés is. A többlet elektron felvétele ráadásul energia nyereséggel jár(!). Ilyen irányú megközelítésben az ionos és a kovalens kötés kialakulása között inkább csak az elektrópár hovatarozása jelenti a különbséget.

- Az ionizációs energia értéke általában nagyobb, ha egy elektrópárt kell megbontani. Különösen jól látszik ez a második oszlop, kis elektronegativitású elemeinek kiugróan magas ionizációs-energia értékei esetében.
- A datív kötések kialakulása-felbomlása és az elektrópárátrendeződéssel járó reakciók során az elektronok párokban maradnak. Ezért a sav-bázis, a komplexképződéssel járó reakciók, továbbá az elektrofil és nukleofil típusú reakciók aktiválási energiája kisebb, mint a gyökös reakcióké, melyek során a kötőelektrópárt szét kell választani.
- Ugyanakkor köztudott, hogy az atomok, gyökök, gyökionok mennyire reakcióképesek. A párosítatlan elektronnal rendelkező részecskék reakciója (szinte) nem igényel aktiválást, hiszen „hozzájuk vonzó párt keresnek”.

A felsorolt jelenségek talán kellően bizonyítják, hogy az elektrópár nem egy segédfogalom, ami csak a kémikus, vagy a kémiatanár számára fontos. Ki lehet, és ki kell mondanunk, hogy az elektronok nemcsak taszítják egymást, hogy a párban álló elektronok kevésbé taszítják egymást, hogy az atomokban, molekulákban, kristályokban kötött elektronok párképzési hajlammal is rendelkeznek. Az elektronok „kémiai” viselkedése a klasszikus részecske szintjén érthetetlen. Az ellentmondás csak az elektron sokoldalúságának figyelembevételével oldható fel. „Iskolai” szinten logikus megoldást jelenthetne a mágneses kölcsönhatás, az elektron saját mágnesességének figyelembevétele. Hiszen a negatív töltésű, ám ellentétes mágnesességű elektronok – a közöttük ébredő mágneses vonzás miatt – kevésbé taszítják egymást. A témában avatottak természetesen megengedhetetlen egyszerűsítésnek tekintik ezt a megoldást, ezért lebeszélnek róla. Az atommagok világában könnyű volt a megoldás: A protonok elektrosztatikus taszítása legyőzésére egy új kölcsönhatást vezettek be (erős vagy nukleáris kölcsönhatás, magerők). Az elektronok elektromos taszítása ellen még mindig alakulóban van az új(?) kölcsönhatás. Pauli elvére gondolva a kvantummechanikai spin-spin kölcsönhatásnak feleltethető meg. A szupravezetés terén, Cooper nyomán,

Cooper- pároknak nevezik az egymást vonzó elektronokat. Károlyházy Frigyes kollektivizálódásnak hívja az elektronok összeférhetőségét. Amíg az elektronpárok terén nem születik meg a fizika és a kémia szintézise, a „tekintélyek” konszenzusa, nevezhetnénk akár az elektronok kémiai kölcsönhatásának is. Ha a történelem egyszer újra megismétli önmagát, a vegyülés végre éppolyan egzotikus jelenséggé válik, mint a szuperfolyékonyság vagy a szupravezetés.

NAPRAKÉSZ



European Variety in Chemistry Education – 2005

A Jagello Egyetem (Krakkó, Lengyelország) Kémiai Intézete, a Lengyel Kémikus Egyesület és a European Chemistry Thematic Network (ECTN) 2005. július 5–7 között konferenciát szervez a fenti címmel az egyetemi oktatás gyakorlati kérdéseiről. A konferenciára PhD hallgatókat, kutatókat és egyetemi oktatókat várnak abból a célból, hogy ötleteket, véleményeket cseréljenek a kémia felsőfokú oktatásával kapcsolatos újabb tapasztalatokról és a módszertani kutatások eredményeinek gyakorlati megvalósításáról.

Részletes információ beszerezhető a konferencia titkárságán az alábbi címeiken:

e-mail: eurovariety@chemia.uj.edu.pl

internet: www.chemia.edu.pl/eurovariety

X. Nemzetközi Vegyészkonferencia Erdélyben

Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság szervezésében 2004. november 12 és 14 között megrendezték a X. Nemzetközi Vegyészkonferenciát. Plenáris előadásain a kristálypolimorfiról hallottunk Kálmán Alajostól, a szerkezeti biológiáról Náray-Szabó Gábortól. A neuropátiás fájdalomcsillapításról Domány György beszélt, a koronaéterekről Huszthy Péter, kémiai érdekességekről Bertók Béla, a

NAPRAKÉSZ



European Variety in Chemistry Education – 2005

A Jagello Egyetem (Krakkó, Lengyelország) Kémiai Intézete, a Lengyel Kémikus Egyesület és a European Chemistry Thematic Network (ECTN) 2005. július 5–7 között konferenciát szervez a fenti címmel az egyetemi oktatás gyakorlati kérdéseiről. A konferenciára PhD hallgatókat, kutatókat és egyetemi oktatókat várnak abból a célból, hogy ötleteket, véleményeket cseréljenek a kémia felsőfokú oktatásával kapcsolatos újabb tapasztalatokról és a módszertani kutatások eredményeinek gyakorlati megvalósításáról.

Részletes információ beszerezhető a konferencia titkárságán az alábbi címeiken:

e-mail: eurovariety@chemia.uj.edu.pl

internet: www.chemia.edu.pl/eurovariety

X. Nemzetközi Vegyészkonferencia Erdélyben

Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság szervezésében 2004. november 12 és 14 között megrendezték a X. Nemzetközi Vegyészkonferenciát. Plenáris előadásain a kristálypolimorfiról hallottunk Kálmán Alajostól, a szerkezeti biológiáról Náray-Szabó Gábortól. A neuropátiás fájdalomcsillapításról Domány György beszélt, a koronaéterekről Huszthy Péter, kémiai érdekességekről Bertók Béla, a

termelési folyamatok környezeti hatásairól Boda Jenő és az élesztő biotechnológiájáról Majdik Kornélia. A szekcióelőadások hét szekcióban folytak. Az Oktatás-módszertani szekciót Kovácsné Csányi Csilla vezette. Előadóként is szerepelt, kémia projektekről beszélt. Bemutatta kísérletekkel szemléltetett előadását a pécsi konferencián is nagy sikerrel szereplő három kolléganő Baloghné Vámos Mária, Juhász Jenőné és Tóth Albertné is. A magyar tanárok számára érdekesek voltak az erdélyi magyar kémiatanárok előadásai. Talán a közös munka kezdetét jelentette ez a találkozás. A konferencia érdekessége, hogy egyetemi hallgatók is bemutatkozhatnak posztereikkel a poszterszekcióban, amelyeket komoly díjakkal jutalmaznak. A magyar delegációt Androsits Beáta a Magyar Kémikusok Egyesülete ügyvezető igazgatója szervezte.

A Fővárosi Pedagógiai Napok 2004. évi rendezvényeiről

November 16-án a Pesti Barnabás Élelmiszeripari Szakközépiskolában Keresztes Jusztiina kolléganő 12.C osztályban tartott bemutató órát. A normál osztályteremben sok példamutató demonstrációs kísérletet és frontális óravezetésű órát láttunk. Az óra hangneme közel állt a korosztály stílusához. A bemutató után Szász Ottó, az iskola igazgatója és a Fővárosi Pedagógiai Intézet kémia szakértője Kovácsné Csányi Csilla részvételével hasznos módszertani megbeszélés bontakozott ki, amely számos kémiatanítással kapcsolatos problémát érintett. Ugyanezen nap délutánján a Fazekas Gimnáziumban voltak sok résztvevőt vonzó kémia programok. Matula Ilona a SULINOVA a természettudományos tantárgyakban várható fejlesztést segítő tevékenységéről beszélt. Arányiné Haman Ágnes vezetőtanár a "Kooperatív tanítási technikák alkalmazása a tanításban, tanulásban" című előadásában felhívta a figyelmet a módszerre és bemutatta a Flaccus Kiadónál az említett témában megjelent könyvét. Az előadó megismertette a csoportszervezés általa használt módszereit. Konkrét példái segítették a résztvevő tanárokat a módszer használatában. November 17-én a Fazekas Gimnázium vezetőtanárai tartottak bemutató órákat. Hobinka Ildikó 9. b osztályban a "Kémiai kötések a p-mező

termelési folyamatok környezeti hatásairól Boda Jenő és az élesztő biotechnológiájáról Majdik Kornélia. A szekcióelőadások hét szekcióban folytak. Az Oktatás-módszertani szekciót Kovácsné Csányi Csilla vezette. Előadóként is szerepelt, kémia projektekről beszélt. Bemutatta kísérletekkel szemléltetett előadását a pécsi konferencián is nagy sikerrel szereplő három kolléganő Baloghné Vámos Mária, Juhász Jenőné és Tóth Albertné is. A magyar tanárok számára érdekesek voltak az erdélyi magyar kémiatanárok előadásai. Talán a közös munka kezdetét jelentette ez a találkozás. A konferencia érdekessége, hogy egyetemi hallgatók is bemutatkozhatnak posztereikkel a poszterszekcióban, amelyeket komoly díjakkal jutalmaznak. A magyar delegációt Androsits Beáta a Magyar Kémikusok Egyesülete ügyvezető igazgatója szervezte.

A Fővárosi Pedagógiai Napok 2004. évi rendezvényeiről

November 16-án a Pesti Barnabás Élelmiszeripari Szakközépiskolában Keresztes Jusztiina kolléganő 12.C osztályban tartott bemutató órát. A normál osztályteremben sok példamutató demonstrációs kísérletet és frontális óravezetésű órát láttunk. Az óra hangneme közel állt a korosztály stílusához. A bemutató után Szász Ottó, az iskola igazgatója és a Fővárosi Pedagógiai Intézet kémia szakértője Kovácsné Csányi Csilla részvételével hasznos módszertani megbeszélés bontakozott ki, amely számos kémiatanítással kapcsolatos problémát érintett. Ugyanezen nap délutánján a Fazekas Gimnáziumban voltak sok résztvevőt vonzó kémia programok. Matula Ilona a SULINOVA a természettudományos tantárgyakban várható fejlesztést segítő tevékenységéről beszélt. Arányiné Haman Ágnes vezetőtanár a "Kooperatív tanítási technikák alkalmazása a tanításban, tanulásban" című előadásában felhívta a figyelmet a módszerre és bemutatta a Flaccus Kiadónál az említett témában megjelent könyvét. Az előadó megismertette a csoportszervezés általa használt módszereit. Konkrét példái segítették a résztvevő tanárokat a módszer használatában. November 17-én a Fazekas Gimnázium vezetőtanárai tartottak bemutató órákat. Hobinka Ildikó 9. b osztályban a "Kémiai kötések a p-mező

nemfémes elemei között" címmel tartott frontális óravezetésű óráján számos a tananyaghoz kapcsolódó, de hagyományosan a szervetlen kémiában bemutatott demonstrációs kísérletet láttunk. Az órának éppen ez adott fontosságot, mert az általános kémiához gyakran nem látnak elegendő kísérletet a diákok. Szabó Szabolcs 8.a osztályban "A p-mező nemfémes elemei a mindennapokban" címmel tartott órát. A frontális óravezetésű órán grafikonelemzésre és főleg a kénnel kapcsolatos félmikro demonstrációs kísérletek kamera segítségével történő kivetítésére láttunk példát. Albert Attila 10.c osztályban "A p-mező nemfémes elemei a szerves kémiában" című óráján frontálisan megbeszélték a tanulók, annak a 8 szerves halogénvegyületnek a tulajdonságait, amelyeket az óra elején fénymásolva megkaptak és amelyekre előzetesen önálló munka során ráismertek. A nap délutánján " Újszerű bemutató kísérletek kémiából" címmel Hobinka Ildikó látványos, új demonstrációs kísérleteket mutatott be. A két nap során a résztvevő kollégák számos, a gyakorlatban használható ötletet láttak, melyek szerethetőbbé és élvezetessé teszik a kémiát.