

Zádor Judit

Hogyan alakul ki az, ami azután kilyukad?

- *Bevezetés*

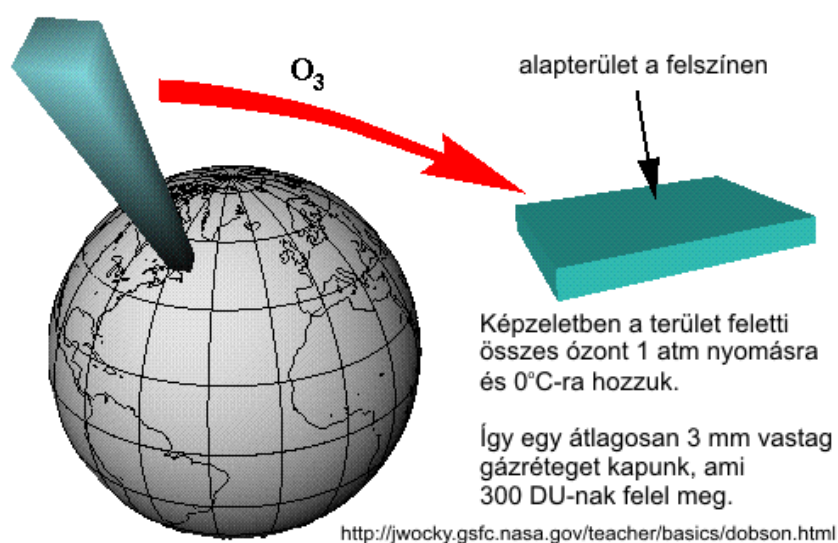
Mindenki hallott már a főként a Déli-sarkon észlelt ózonlyukról, annak káros következményeiről és arról, hogy mindezekért az ember által nagy mennyiségben a légkörbe juttatott halogénezett szénhidrogének (CFC-k) a felelősek. De vajon tudjuk-e, hogy hogyan alakul ki a Földünket pajzsként védő ózónréteg? Milyen folyamatok összejátszása és ellentétes hatása alakítja ki ezt a csak bizonyos magasságban megfigyelhető dúsulást? Ez a cikk az alapvető folyamatokat mutatja be, és ezeken keresztül megsejteti azt, hogy mennyire fontos a légkörben lejátszódó folyamatok részletes felderítése. Az olvasó betekintést kap a gázfázisban lejátszódó reakciók elméletébe, azaz a gázkinetikába, illetve a fény hatására lejátszódó, úgynevezett fotokémiai reakciók néhány alapvető sajátosságával is megismerkedhet.

Az ózónréteg felfedezése

Az ózont Christian Friedrich Schönbein, német vegyész azonosította 1840-ben, és jellegzetes szaga miatt nevezte el így (οζειν = ozein, görögül azt jelenti, hogy szagot áraszt). Arra azonban, hogy ez valójában az oxigén allotróp módosulata, csak nagyjából 20 évvel később jöttek rá¹. Az ózon jelenlétét a légkörben ezután csakhamar felfedezték. Már 1881-ben UV és látható tartományban végzett mérésekkel ki tudták mutatni, hogy a magasabb légköri rétegekben nagyobb az ózon koncentrációja, mint a földfelszín közelében. Ma már pontosan tudjuk, hogy az ózon koncentrációja 15 km és 30 km között a legnagyobb, ezt szokás ózónrétegnek nevezni. Az ózónréteg egy stabil légköri képződmény, mert a légkör azon tartományában helyezkedik el (sztratoszféra), ahol a földfelszíntől mért távolság növelésével együtt nő a hőmérséklet. Mivel a melegebb levegő könnyebb a hidegnél, ezért a sztratoszférában nem alakulnak ki áramlások, a gázok csak lassan (ún. diffúzióval) keverednek.

¹ Az ózon standard állapotban kék színű gáz, forráspontja -112°C , fagyáspontja -193°C ; folyadék és szilárd halmazállapotban sötétkék.

A légköri ózon mennyiségét gyakran egy érdekes mértékegységben, az ún. Dobson egységben (Dobson unit, DU) adják meg, melyet G.M.B. Dobsonról neveztek el, aki az első ózommérő készüléket szerkesztette és használta. A DU a földfelszín egy adott pontja felett megtalálható teljes ózommennyiséget adja meg, mégpedig úgy, mintha képzeletben az összes ózont 1 atm nyomásra és 0°C-ra hoznánk, és ennek a rétegnek lemérnénk a vastagságát századmilliméterben. Az átlagos ózommennyiség 300 DU, azaz olyan, mintha mindössze 3 mm vastag standard állapotú ózonréteg védene a Nap káros sugaraitól! A DU-t az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. A Dobson egység szemléltetése

Párizsban, 1929-ben rendeztek egy külön az ózonnal foglalkozó konferenciát, ahol Sidney Chapman, angol geofizikus és matematikus bemutatta az ózon keletkezéséről alkotott elméletét, amely nagyságrendileg helyes becslést adott az ózonrétegben található ózonkoncentrációra, illetve az ózonréteg elhelyezkedésére a légkörben.

A Chapman mechanizmus lépései

A Chapman által javasolt mechanizmus (lásd 1. táblázat) alapja, hogy a nagyenergiájú napsugarak hatására a sztratoszférában lévő oxigénmolekulák egy kis hányada disszociál, és így két oxigén-atom keletkezik (1). Az oxigén-atom ezek után hozzákapcsolódik a nagy mennyiségben jelen lévő O₂-molekulák egyikéhez, és így kialakul egy ózonmolekula (2). A napsugárzás azonban az ózont is képes elbontani, így

az visszaalakulhat O-atommá és O₂-molekulává (3). Ezen kívül, ha már jelen van ózon, akkor az O-atomok ezzel is képesek reagálni, és így két O₂-molekula képződik (4).

1. táblázat. A Chapman mechanizmus lépései.

		reakció típusa	sebességi együttható	sebesség	gyors/lassú?
1	$O_2 + h\nu \rightarrow O + O$	fotokémiai	j_1	$v_1 = j_1[O_2]$	lassú
2	$O + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$	ütközéses	k_2	$v_2 = k_2[O][O_2][M]$	gyors
3	$O_3 + h\nu \rightarrow O + O_2$	fotokémiai	j_3	$v_3 = j_3[O_3]$	gyors
4	$O + O_3 \rightarrow O_2 + O_2$	ütközéses	k_4	$v_4 = k_4[O][O_3]$	lassú

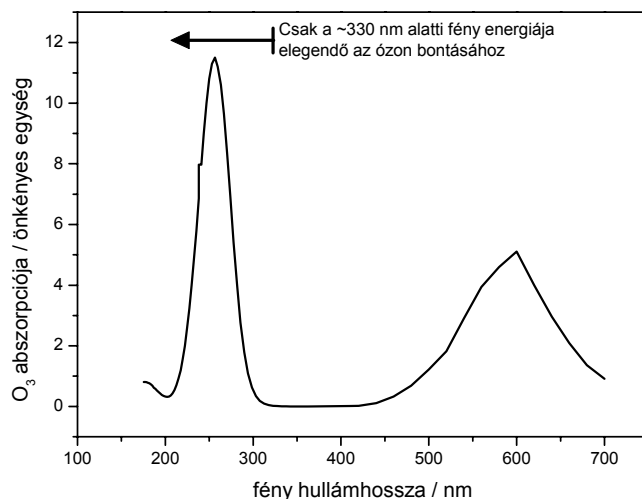
A táblázat (és a valós folyamatok) megértéséhez szükséges néhány fogalom és összefüggés megismerése. A felsorolt reakciók mindegyike ún. **elemi reakció**, azaz a reakciópartnerek közt a valóságban, molekuláris szinten is a reakcióban szereplő lépés játszódik le, melyet már nem lehet további kémiai lépésekre bontani.

A **fotokémiai reakciókban** (1. és 3. lépés) a reakcióban szereplő molekula (O₂, illetve O₃) elnyel egy fotont, és ennek hatására a molekulát összetartó egyik kötés felhasad. Ennek azonban két feltétele van.

1. A molekula képes legyen elnyelni az adott hullámhosszúságú fényt.
2. A foton energiája nagyobb legyen, mint a felszakadó kötés kötési energiája.

Az O₂-molekula kétszeres kovalens kötésének felszakításához nagyon nagy energiájú fotonok kellene (UV tartomány, $\lambda < 242$ nm), míg az ózonban található gyengébb kötés bontásához kisebb energia is elegendő

$(\lambda < 330 \text{ nm})^2$. A 2. ábrán az ózon fényelnyelési, ún. *abszorpciós* spektrumát láthatjuk. Az ábráról leolvasható, hogy az ózon a 200 és 300 nm-es UV, illetve a 450-700 nm-es látható tartományban képes elnyelni a fényt³. A két tartományból azonban csak a 200-300 nm-es az, ahol a fotonnak elegendő az energiája ahhoz, hogy felszakítson egy kötést az ózonmolekulában.



2. ábra. Az ózon fényelnyelési, azaz abszorpciós spektruma.

A **fotokémiai reakciók sebessége** arányos az elbontandó gáz koncentrációjával, hiszen minél több molekula van egy adott térfogatban, annál nagyobb a valószínűsége annak, hogy valamelyiket eltalálja egy foton. Az arányossági tényezőt *j*-vel szokás jelölni, és leegyszerűsítve azt fejezi ki, hogy mekkora a valószínűsége annak, hogy adott fényforrás esetén (esetünkben ez a Nap) az éppen beérkező foton valóban képes felszakítani a kémiai kötést.

Az **ütközéses reakciókat** gázfázisban nyugodtan elképzelhetjük úgy, mintha golyók (atomok), illetve rugóval összekapcsolt golyók (molekulák) ütköznének. Ez az elképzelés egyébként egyáltalán nem haszontalan, az ütközéses reakciók egyszerűbb elméletei is ezt a modellt használják az alapvető összefüggések levezetésére. A 4. reakcióban tehát

² A fény hullámhossza (λ) és a foton energiája (E_{foton}) közt *fordított arányosság* áll fenn: $E_{\text{foton}} = h\nu$, és tudjuk, hogy $c = \lambda\nu$, azaz $E_{\text{foton}} = hc/\lambda$. A képletekben h a Planck állandó, c a fénysebesség vákuumban, ν pedig a fény frekvenciája.

³ A látható tartományban való fényelnyelése miatt kék színű az ózon.

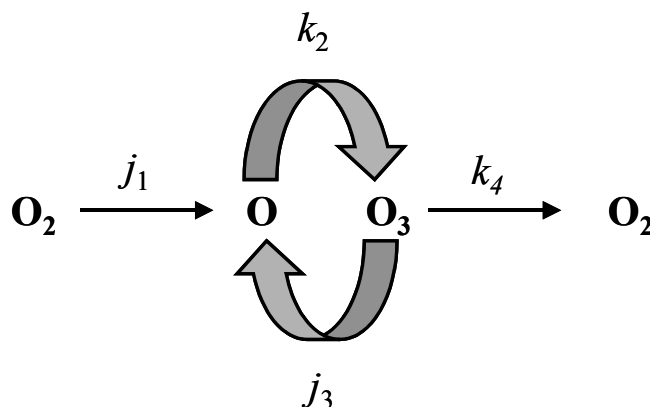
az történik, hogy egy O-atom eltalál egy O₃-molekulát, ami – amennyiben megfelelően nagy energiával és térben kedvező helyzetben ütköztek – képes leszakítani egy O-atomot az O₃-molekulából, és így két oxigénmolekula keletkezik. A reakció sebessége arányos a gázok koncentrációival, hiszen minél nagyobbak ezek a koncentrációk, annál nagyobb az ütközés valószínűsége. A k arányossági tényező, amelyet *sebességi együtthatónak* szoktak nevezni, azt mutatja meg, hogy mekkora a valószínűsége annak, hogy a folyamat végbemenjen.

A 2. reakció magyarázata kissé eltér ettől. Itt ugyanis az ütköző O-atom nem szakít le semmit sem, hanem e helyett „hozzátapad” az O₂-molekulához. Hogyan lehetséges, hogy az ütközés energiája nem dobja azonnal szét az újonnan keletkezett molekulát? A golyómodell itt sem veszi érvényességét. Ha az O-atom és a O₂-molekula összeütközik, nem azonnal pattannak szét, hanem nagyon rövid időre egy nagy energiájú O—O₂ részecske alakul ki. Ez természetesen nem stabil, és leggyakrabban az őt létrehozó eredeti részecskékre esik szét. Ha azonban az ütközés után nagyon rövid időn belül az O—O₂ részecske találkozik egy tetszőleges molekulával (ezt jelöltük M-mel), akkor átadhatja neki a többletenergiáját, és ennek következtében stabilizálódik O₃-ként. M energiája természetesen megnő, de ez már nem befolyásolja a reakciót. Ebből, és az előzőekből logikusan következik, hogy egy ilyen reakció sebessége az összes ütköző részecske koncentrációjával arányos, és hasonlóan az előbbiekhöz, a sebességi együttható adja a sikeres ütközések valószínűségét.

A Chapman mechanizmus értelmezése

A 3. ábrán a Chapman mechanizmus négy reakciójának egymáshoz való viszonyát ábrázoltuk, tehát azt, hogy az egyes anyagfajták mely reakciókban alakulnak át egy másik anyagfajtvá. Légköri körülmények között a 2. és a 3. reakció nagyságrendekkel gyorsabban játszódik le, mint az 1. vagy a 4. reakció (ez a j_1 , k_2 , j_3 és k_4 sebességi együtthatók értékeinek nagyságrendi eltéréséből ered). Ennek érdekes és fontos következményei vannak. Ha a 2. és a 3. reakció nagyon gyors, akkor az O-atom és az O₃-molekula közt egyensúly alakul ki, annak ellenére, hogy folyamatosan keletkeznek és fogynak az 1. és 4. lépésekben. Képzeljünk el egy erdőt, amelybe az erdészek egyrészt fiatal fákat ültetnek (1. reakció, O-atom termelés), másrészt pedig kivágnak fákat (4. reakció, O és O₃ fogyása). Ha

az ültetés és kivágás sebessége sokkal lassabb, mint az erdőben a fák természetes keletkezése és pusztulása (2. és 3. reakció sebessége), akkor a külső szemlélő nem fog változást látni az erdő olyan tulajdonságaiban, mint amilyen például a fák koreloszlása (az O-atom és O₃-molekula aránya).



3. ábra. A Chapman mechanizmus reakcióinak egymáshoz való viszonya. A vastagabb nyíl gyorsabb reakciót jelöl.

Légköri mérések szerint az O-atom és az O₃-molekula koncentrációinak aránya állandó. Ebből következik, hogy a két anyag valóban dinamikus egyensúlyban van egymással, ami csak akkor teljesülhet, ha a 2. és a 3. reakciók sebessége csaknem megegyezik, azaz $v_2 = v_3$. Behelyettesítve a sebesség kifejezéseit az 1. táblázatból:

$$k_2[\text{O}][\text{O}_2][\text{M}] = j_3[\text{O}_3] \quad (1)$$

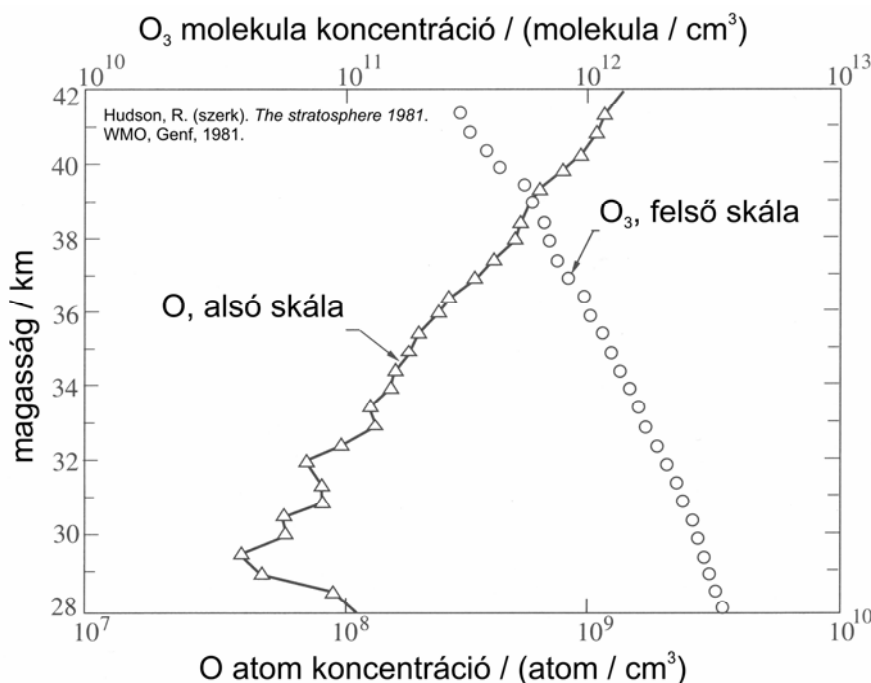
átrendezve:

$$\frac{[\text{O}]}{[\text{O}_3]} = \frac{j_3}{k_2[\text{O}_2][\text{M}]} \quad (2)$$

azaz sikerült kifejeznünk az O-atom és az O₃-molekula koncentrációinak arányát.

A 2. képletből azonban ennél többet is megtudhatunk, ha megvizsgáljuk az arány függését a magasságtól. Ha feljebb megyünk a légkörben, akkor csökken a nyomás, azaz csökken az M (ami egy tetszőleges légköri részecske) és az O₂ koncentrációja is. A fotokémiai reakció sebességi együtthatója (j_3) viszont nő, hiszen egyre feljebb haladva a légkörben egyre erősebb a napsugárzás. Ez utóbbinak az az oka, hogy a légkör

megszűri a sugárzást, így alacsonyabban vastagabb légréteg szűri a napfényt. Az ütközéses reakció k_2 sebességi együtthatója nem függ jelentős mértékben a magasságtól. Mivel tehát a magassággal a számláló értéke nő, a nevezőé pedig csökken, minél magasabba megyünk, annál nagyobb az O-atom aránya és kisebb az ózonné. A számítások azt mutatják, hogy az O_3 kb. 50 km alatt van jelentős mennyiségben, míg e felett az O-atom koncentrációja nagyobb. Ezt összevethetjük a 4. ábrával, ahol kísérleti eredmények láthatók, melyek láthatóan összhangban vannak a modell eredményeivel: 40 km-es magasságban kb. 1000-szerese az ózonkoncentráció az O-atom koncentrációnak, míg 30 km-es magasságban ez az arány már 10 000.



4. ábra. Az O-atom (háromszögek, alsó skála) és az O_3 -molekula (körök, felső skála) koncentrációja a légkörben a magasság függvényében. A koncentrációk skálája logaritmikus, a koncentrációt pedig a szokásos mol/dm^3 helyett molekula/cm^3 -ben adtuk meg. A két mértékegység az Avogadro szám ismeretében könnyen átváltható egymásba, $1 \text{ mol/dm}^3 = 6 \times 10^{20} \text{ molekula/cm}^3$.

A 3. ábra és a kísérletek alapján még egy fontos következtetésre juthatunk. A megfigyelések azt mutatják, hogy az ózon koncentrációja időben nem változik egy adott magasságban (az ózonlyuk megjelenése esetén persze lecsökken a sarkok felett, de ehhez az ember által a légkörbe

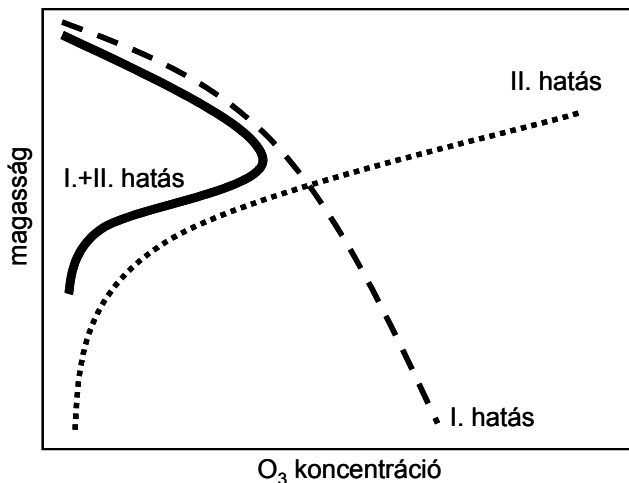
juttatott CFC-k, és egyéb körülmények is szükségesek – most azonban csak a légkör természetes, háborítatlan állapotáról beszélünk). Gondolkodjunk logikusan! Ha az ózon koncentrációja időben állandó, és az $[O]/[O_3]$ arány is, akkor az $[O]+[O_3]$ is állandó kell hogy legyen az időben egy adott magasságban. Ez pedig csak akkor valósulhat meg, ha $v_1 = v_4$ teljesül (az előbbi hasonlattal élve: az erdő mérete is állandó marad, mert ugyanannyi fát ültetnek, mint ahányat kivágnak). Ha felírjuk ezt az egyenletet, és felhasználjuk a 2-es összefüggést, akkor levezethető (ezt most itt nem tesszük meg), hogy az $[O]+[O_3]$ koncentráció $\sqrt{j_1}$ -el, azaz az O_2 fénnel való bontására vonatkozó együttható gyökével arányosan változik.

A Chapman mechanizmus következményei

Azt, hogy az ózon egy viszonylag jól körülhatárolható rétegben, 15 km és 30 km magasság között található meg, az alábbi hatások együttesen okozzák:

- I. A 2. egyenletben az $[O]/[O_3]$ hányados a magassággal növekszik s ennek következtében az ózon koncentrációjának a magassággal csökkennie kellene.
- II. Az $[O]+[O_3]$ koncentráció arányos az 1. fotokémiai reakció sebességi együtthatójával, azaz minél erősebb a sugárzás, annál nagyobb a két koncentráció összege. A sugárzás viszont a magassággal nő, hiszen egyre feljebb egyre kevésbé érvényesül a légkör szűrő hatása. Ennek alapján azt várjuk, hogy az ózon koncentrációja a magassággal nő.

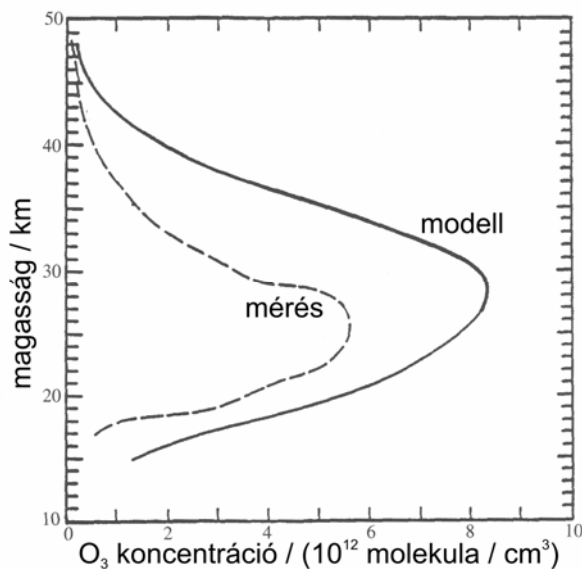
Az 5. ábrán láthatjuk, hogy a két ellentétes hatás együttese azt eredményezi, hogy az ózon csak egy jól meghatározott rétegben fordul elő nagyobb koncentrációban. Teljesen jogos tehát ózonrétegről beszélni!



5. ábra. A I. és II. állítás, illetve a kettő eredőjeként előálló ózonkoncentráció.

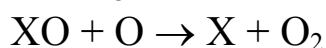
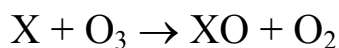
A Chapman mechanizmus hibája

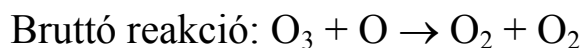
Most már csak azt kell ellenőrizni, hogy a modell alapján jósolt ózonmagasság és ózon-koncentráció hogyan felel meg a valóságnak (6. ábra). Láthatjuk, hogy az ózonréteg magasságát és kiterjedését a modell jól közelíti, azonban a modell alapján számolt O₃-koncentráció kb. 1,5-szerese a valódi értéknek.



6. ábra. A modell alapján számított O₃-koncentráció (folytonos vonal) és a mért O₃-koncentráció (szaggatott vonal).

Az eltérés oka sokáig rejtély volt. Csak nemrégiben, a kísérleti módszerek fejlődése következtében találták meg a megoldás. A sztratoszférában sikerült kimutatni a nagyon kis koncentrációban jelen levő gyököket, azaz reaktív, párosítatlan elektronnal rendelkező részecskéket. Ilyen például a H-, a Cl- és a Br- atom, az OH-gyök, illetve az NO-molekula is (bár molekulának hívjuk, ennek a részecskének is van egy párosítatlan elektronszámja). Eleinte nem tulajdonítottak ezeknek a részecskének túl nagy jelentőséget, hiszen nagyságrendekkel kisebb koncentrációban fordulnak elő a sztratoszférában, mint a Chapman mechanizmusban szereplő bármelyik részecske. Emiatt úgy gondolták, hogy ezen anyagfajták reakcióinak a sebessége is kicsi. Valójában azonban ezek a kis koncentrációban jelenlévő anyagok (H, Cl, Br, OH és NO) az alábbi **katalitikus** folyamatban képesek bontani az ózont.





ahol X = H, OH, NO, Cl, vagy Br

Láthatjuk, hogy a bruttó folyamat az ózon bontása, és azt is, hogy az X = H, OH, NO, Cl, vagy Br részecskét nem fogyasztja a bruttó reakció. Így egy X részecske sokmillió O₃-molekulát is képes elbontani addig, amíg valamilyen lassú folyamat el nem távolítja a sztratoszférából. A katalitikus reakciókkal korrigált Chapman mechanizmus már helyesen adja meg az ózon koncentrációját az ózonrétegben.

Felhasznált irodalom:

Wayne, R.P., 2000. Chemistry of atmospheres, Oxford, New York.

Seinfeld, J.H., Pandis, S.N., 1998. Atmospheric chemistry and physics, Wiley, New York.

GONDOLKODÓ



„MIÉRT?”

Alkotó szerkesztő: Dr. Róka András

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2005. január 4-ig:

KÖKÉL „Miért”

ELTE Főiskolai Kémiai Tanszék

1518 Budapest Pf. 32.

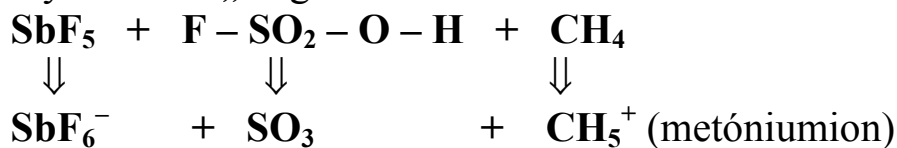
Ebben a rovatban általatok is jól ismert jelenségek, vagy otthon is elvégezhető kísérletek magyarázatát várjuk el tőletek. A feladatok megoldásával minden korosztály próbálkozhat, hiszen a jelenséget különböző tudásszinteken is lehet értelmezni. Éppen ezért rész megoldásokat is be lehet küldeni! A lényeg 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!

Szerkezet és a tulajdonság a savak és bázisok világában

1. Az alkímia mesterei nemcsak előállítani, hanem megsemmisíteni (megölni) is szerették volna az aranyat, hogy a magokhoz hasonlóan majd újra életre keljen (ld. az anyag megölési elve). Ennek érdekében a legkülönbözőbb „vizekben” (savakban) próbálták az aranyat feloldani. Az arabok egyik leghíresebb kémikusa Dzsabir (722 – 815 – a gálicok hevítésével, termikus bontásával és a képződött termékek felfogásával (lényegében desztillációval) vitriolt (tömény kénsavat) állított elő. A kémia története szempontjából miért volt nemcsak szerencsés, hanem fontos ez az esemény?

2. Az arabok másik neves alkímistája ar-Rázi (865 – 923) a szóda-oldat lúgosságának növelését, a „lúg élesítését” fedezte fel. Miért lúgos már önmagában is a szóda-oldat, és mi történik vele (ar-Rázi ötlete alapján) az oltott mész hatására?

3. Oláh Györgynek a kénsavat sikerült „élesítenie”. Fluór-kénsavat hozott össze antimon-penta-fluoridral, alacsony hőmérsékleten. A reakcióegyenlet ismeretében nevezze meg, hogy Oláh György milyen reakciótípust hívott segítségül a kénsav élesítésére, és próbálja meg értelmezni, hogy miért olyan erős a „mágikus sav”!



4. Az ionos hidridek (mint pl. a lítium-hidrid) vízzel reagálva hidrogént fejlesztenek. Milyen típusúnak nevezné ezt a reakciót?

5. Mi a hasonlóság és mi a különbség a hidrogénion és a rézion ammóniamolekulával történő reakciója között?

6. Erős savak (kénsav, salétromsav, hidrogén-klorid) és erős bázisok (nátrium-hidroxid, kálium-hidroxid, bárium-hidroxid) azonos koncentrációjú vizes oldatát közömbösítjük egymással, más-más párosításban. Meg tudjuk-e jósolni a reakcióhő (az entalpiaváltozás) alakulását? (Miért?)

7. A Bronsted elmélet egyik fontos mondanivalója az, hogy a hidrogénion (vizes közegben, ill. folyadékfázisban) sohasem fordul elő önmagában, „szabadon”. A savas és a bázikus tulajdonságú részecskék közvetlen kölcsönhatása során mindig „beférkőzik” az idegen ionba, molekulába (egyidejű átadás és átvétel). Oláh György híres szupersavja esetén még a metán molekulába is(!). (kételektronos, háromcentrumos kötés kialakulása a metóniumion képződése során). Miért teheti ezt meg a hidrogénion?

8. Köztudott, hogy a szervezetünk sejtjeiben lejátszódó „energiatermelő”, pontosabban ATP szintetizáló folyamatok során szerves savak keletkeznek (a glükolízis során piroszőlősav, tejsav, a citrát-ciklusban pl. citromsav, borostyánkősav, almasav). Mivel energiaigényes élettani folyamataink akkor is működnek, amikor alszunk, a szerves savak (egész nap, sőt egész életünkben) megállás nélkül termelődnek. Normális körülmények között miért nem savasodik el szervezetünk? Hányféle módon védekezik szervezetünk az elsavasodás ellen?

Feladatok kezdőknek

Alkotó szerkesztő: Dr. Igaz Sarolta

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2005. január 4-ig:

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

Magyar Kémikusok Egyesülete

Budapest

Fő u. 68.

1027

K16. Egy elemi gáz és monoxidjának 2:3 mólarányú keveréke szobahőmérsékleten oxigén hatására átalakul és a monoxidból dioxid lesz. Az oxidáció hatására az átalakult gázkeverék tömege 32,9 %-al nő.

Melyik elemi gázzal van szó?

(Tóth Judit)

K17. A sav oldatok sűrűségét tartalmazó táblázatra ráfolyt egy kis tömény kénsav, és annak rendje és módja szerint a papír kilyukadt, pont ott, ahol a sav neve szerepelt. A táblázat a sűrűség értékek mellett a tömeg %-os és a mol/dm³-ben kifejezett koncentrációt tartalmazza. Vajon melyik savról lehet szó, ha például a táblázat egyik sora így néz ki?

sűrűség (g/cm ³)	tömeg %	molaritás
1,320	50,71	10,625

(Tóth Judit)

K18. Hány gramm vízben kell feloldani 20,0 gramm Na₃PO₄·10H₂O-t és hány cm³ 0,500 mol/dm³ koncentrációjú, 1,076 g/cm³ sűrűségű trisó oldatot kell ehhez hozzáadni, hogy a keletkezett 800 gramm oldatban 25,0 gramm nátrium-foszfát legyen oldott állapotban.

(Igaz Sarolta)

K19. Mekkora tömegű az a 10,0 tömeg %-is NiBr_2 oldat, amelyben ismeretlen mennyiségű kristályvízmentes nikkél-bromidot feloldva az oldat koncentrációja 20,0 tömeg %-ra nő? 112,5 g víz hozzáadására a 20,0 tömeg %-os oldat eredeti töménységére hígul.

Hány gramm szilárd NiBr_2 oldódott fel a 10,0 tömeg %-os oldatban?

(Igaz Sarolta)

K20. 50,0 gramm kristályvizes vas(II)-szulfátot 500,0 gramm vas(II)-szulfát oldatban feloldva az oldat tömegszázalékos koncentrációja 4,06 egységgel nő. A keletkezett oldathoz 996,6 gramm vizet adva az oldat tömegszázalékos koncentrációja fele lesz az eredetinek..

a) Hány mól vízzel kristályosodik a vas(II)-szulfát?

b) Mekkora a tömeg %-os koncentrációja az 500,0 gramm oldatnak?

(Igaz Sarolta)

Feladatok haladóknak

Alkotó szerkesztő: Dr. Magyarfalvi Gábor

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2005. január 4-ig:

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Általános és Szervetlen Kémiai Tanszék

Budapest 112

Pf. 32

1518

Nem mindenki tartotta magát az elvárt formához, ezért most megismételjük kéréseinket. Aki nem adott nevezési lapot az első fordulóban, az most még következmények nélkül pótolhatja.

Minden egyes megoldás külön lapra kerüljön. A lapok A4 méretűek legyenek. Minden egyes beküldött lap bal felső sarkában szerepeljen: a példa száma, a beküldő teljes neve, iskolája és osztálya. Minden egyes megoldást - feladatonként külön-külön - négyrét hajtsanak össze (több lapból álló dolgozatokat egybe) úgy, hogy a fejléc kívülre kerüljön. Törekedjenek az olvasható írásra és a rendezett külalakra! A feltüntetett határidők azt jelentik, hogy a dolgozatot legkésőbb a megadott napon kell postára adni.

H16. Egy $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, FeCO_3 és NaCl keverék 420,0 grammjának hevítése során keletkező gázt megszáritották, majd lehűtötték. Így térfogata $124,0 \text{ dm}^3$ lett 22°C -on és 1020 hPa nyomáson.

A keverék megegyező tömegű mintáját híg sósav feleslegével kezelték. A kapott oldat század részét $0,100 \text{ M}$ kálium-dikromát oldattal titrálva, a fogyás $27,2 \text{ cm}^3$ lett.

Mi volt a keverék tömegszázalékos összetétele?

német feladat

H17. Egy folyékony halmazállapotú szerves vegyület $39,12 \%$ szenet és $52,11 \%$ oxigént tartalmaz. Erős vízelvonó szerrel (kénsav, SO_3) hevítve egy illékony, kellemetlen szagú vegyület távozása figyelhető meg. Ez utóbbi vegyület $0,2651 \text{ g}$ -ja $1,020 \text{ g}$ ezüstöt választ le ammóniás ezüst-

nitrát-oldatból. Ha a vegyület levegőn áll, akkor csak számottevően kevesebb ezüst leválása volt megfigyelhető. A második vegyület jellegzetes szaga bizonyos élelmiszerek túlhevítésekor is észlelhető. *Milyen vegyületekről volt szó? Reakcióegyenletekkel magyarázza a megfigyeléseket!*

H18. A klorid-ionok meghatározásának egyik eljárása szerint az ismeretlen koncentrációjú oldatot AgNO_3 oldattal titrálják. A végpont jelzésére pl. kromát-ionokat lehet használni, mert ezek a feleslegben levő Ag^+ ionokkal vöröses Ag_2CrO_4 csapadékot adnak. Az oldhatósági szorzatok: AgCl , $1,8 \cdot 10^{-10}$; Ag_2CrO_4 , $1,0 \cdot 10^{-12}$; AgI , $1,0 \cdot 10^{-16}$.

- Mekkora lesz az ezüstionok koncentrációja a titrálás ekvivalenciapontjában?*
- Milyen kromátkoncentráció mellett kezdődik a színes csapadék leválása ebben a pillanatban?*
- Az oldhatósági adatok alapján használható lenne-e a kromát indikátor jodid mérésére?*

H19. Egy fém 6,714 g-os mintáját 25,0 %-os salétromsavban oldva 1500 ml normál állapotú gáz keletkezett, ami 39,0 % (53,81 m/m %) nitrogén-monoxidot, 21,0 % dinitrogén-oxidot tartalmazott még egy komponens mellett.

Mi volt a harmadik összetevő? Mi volt a gázkeverék tömegszázalékos összetétele és sűrűsége? Milyen fémből állt a minta?

orosz feladat

H20. Egy fehér, kristályos anyag 9,00 g-os mintáját 20,00 ml felforrósított desztillált vízben feloldották. Miután szobahőmérsékletre hűlt, egy fehér csapadék 9,75 g-ját tudták kiszűrni az oldatból. A szűrletként kapott oldat sűrűsége $1,03 \text{ g / cm}^3$, pH-ja 13,28 volt.

Mi lehetett a fehér anyag? Mekkora volt a szűrlet koncentrációja? Mire használják a kapott oldatot?

belorusz feladat

HO3. Stirling András előző fordulóban kitűzött feladatára érkeztek jó sejtések és egy majdnem teljes megoldás is (Halász Gábor, ELTE Radnóti

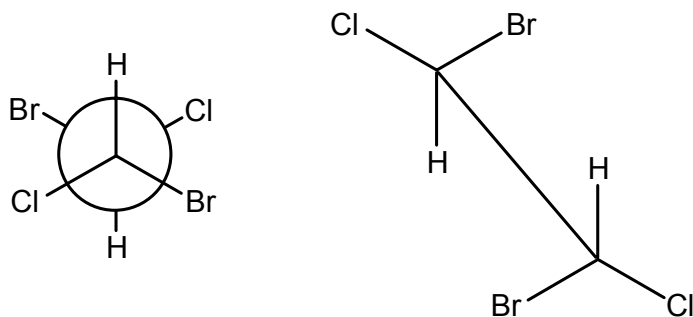
Gimm.), ezeket értékeltünk is. A feladat megérdemli a további fejtörést, ezért néhány megjegyzéssel kiegészítve újra kitűzzük.

Egy kis matematikai logika: Ha egy állítás szükséges feltétele nem teljesül, akkor az állítás nem lehet igaz. Ha egy állítás elégséges feltétele teljesül, abban az esetben az állítás biztosan igaz. Ha szükséges és elégséges feltétel teljesül, akkor az állítás igaz, minden egyéb esetben pedig nem igaz.

A molekulák szimmetriaelemei által meghatározott szimmetriaműveletek a molekula azonos helyzetű és minőségű atomjait egymás helyére viszik át. A szimmetriaművelet végrehajtva a molekula és összes tulajdonsága is változatlan lesz.

tükörsík: pl. a vízmolekulában kettő van. Az egyik átmegy az oxigénatomon, és egyenlő távolságra van a két hidrogénatomtól. A másik tükörsík a vízmolekula síkja. Az erre végzett tükrözés minden atomot saját magára képez le.

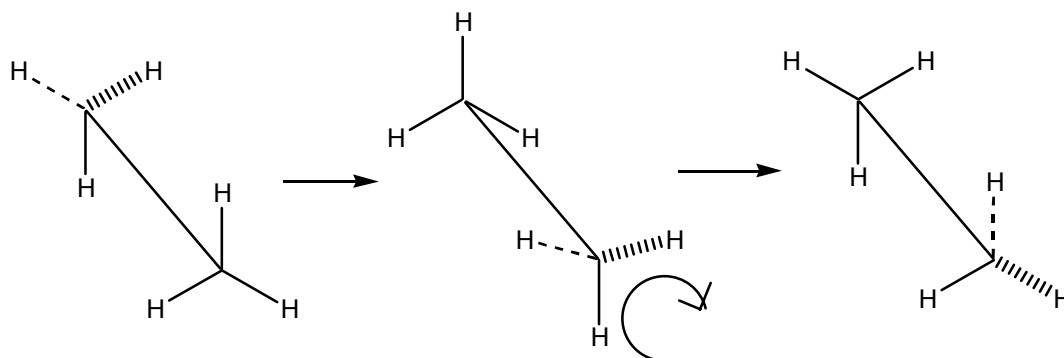
tükörközepont: pl. az 1,2-dibróm-1,2-diklór-etán legstabilabb nyitott konformerének ez az egyetlen szimmetriaeleme. Bármely atomnak található egy párja, ami a C-C kötés felezőpontjától, a középponttól ugyanakkora távolságban van az ellenkező irányban.



forgási tengely: a megfelelő művelet a tengely egyenesese körül forgatja a molekulát. A benzol gyűrűjének közepét merőlegesen metsző tengely pl. hatfogású, mert egy teljes körbefordulás során hatszor kerülnek az atomok az eredetivel egyező helyzetbe. A vízmolekula tükörsíkja metszete is egy forgási tengely, de csak kétfogású.

forgatva tükrözési tengely: ehhez az elemhez tartozó művelet összetett: a tengely körüli forgatást a tengelyre merőleges síkra való tükrözés egészíti ki. Ilyen tengely megy át egy nyitott! (az előző verzióban hibásan fedő szerepelt) konformációjú etán C-C kötésén. A tengely felezősíkjára

tükrözve és a tengely körül 60° -kal elforgatva az eredeti szerkezetet kapjuk.



Többen próbálkoztak hiábavalóan az elektronegativitás-különbségekről, illetve a kötések polaritásokról valamit megállapítani. Két kötés polaritása nem fog pontosan megegyezni, ha az őket alkotó atomok minősége és helyzete nem azonos. Ezért pl. egy elágazó alkánnak is lesz dipólusmomentuma, még ha nagyon kicsi is.

Királisnak azt a molekulát tekintjük, ami tükörképével nem hozható fedésbe. Nem csak az egy központi atomhoz kapcsolódó 4 különböző ligandum eredményezhet királis szerkezetet!

Az érvelését egészítse ki példákkal (molekulaszerkezetekkel), ahol lehet!

a) *Figyelembe véve egy molekulaszerkezet szimmetriáját adjon szükséges, elégséges, valamint szükséges és elégséges feltételt arra, hogy a molekulának ne legyen dipólusmomentuma!*

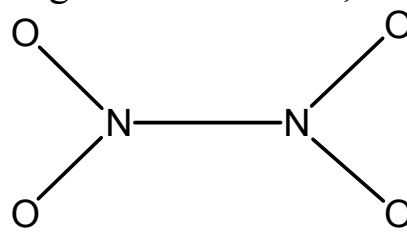
A feltételek megadásakor érdemes felhasználni a molekulák szimmetriaelemeit.

b) *Mutassa meg, hogy ha egy molekulaszerkezet középpontosan szimmetrikus, akkor nem lehet királis!*

c) *Lehet-e egy molekulaszerkezet királis, ha nincs dipólusmomentuma?*

HO4. a) *Rajzolja fel a komplex ionok térszerkezetét és döntse el, hogy melyeknek királis a szerkezete!* A felsoroltak között a Cu(II) és a Pt(II) vegyületek kivételével mindegyik komplex tetraéderes, illetve oktaéderes szerkezetű. A KÖKÉL (<http://www.kokel.mke.org.hu>) 2004/1 számában található egy cikk, ami segít a feladat megoldásában.

Az áttekinthetőség érdekében a felsorolt ligandumok teljes képlete helyett csak a fématomhoz kapcsolódó atomokat rajzolja be vonalakkal összekötve: bpy = 2,2' bipiridin = N—N, gly = glicinát = N—O, oxalát



= O—O, EDTA = etilén-diamin-tetraacetát =

A rajzolás során törekedjenek arra, hogy egyértelműen látszódjon a szerkezetek térbelisége!

- i) transz-[Cu(gly)₂]
- ii) [Zn(gly)₂]
- iii) [Ca(EDTA)]²⁻
- iv) [Cu(bpy)₂]ClO₄
- v) K₃[Fe(C₂O₄)₃]
- vi) K₂[Cu(C₂O₄)₂]
- vii) [Co {cisz-Co(NH₃)₄(μ-OH)₂}₃]⁶⁺, a μ jelölés azt mutatja, hogy a külső Co ionok a OH⁻ ionokon, mint hidakon keresztül kapcsolódnak a központi Co ionhoz.
- viii) [Pt(mezo-1,2-(NH₂)₂C₆H₁₀)BrCl], a ligandum az 1,2-diaminociklohexán.

b) Legkevesebb hányféle egyfogú, akirális ligandum szükséges ahhoz, hogy a ligandumokkal képzett oktaéderes fémkomplex királis legyen?

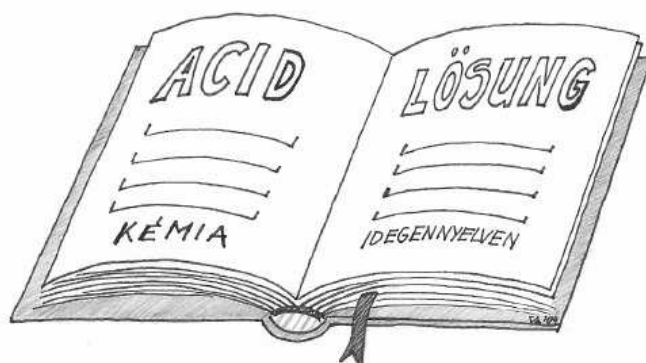
c) Vázolja fel az így kapott komplex összes lehetséges szerkezetét! Jelölje meg, hogy melyik szerkezet királis és melyik nem az!

német feladat

HO5. A NaHA egy kétértékű sav savanyú sója. Egy vizes oldatának pH-ja 10,0. Mennyi az oldatban a disszociálatlan savmolekulák koncentrációja? A következő állandó értékét ismerjük:

$$K = \frac{[\text{H}^+]^2 [\text{A}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{A}]} = 10^{-21} \text{ mol/dm}^3.$$

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kedves Diákok!

Rovatunkban megtalálhatjátok a 2004./3 számban közölt angol szakszöveg helyes fordítását, a beérkezett fordítások értékelését, néhány kiegészítő megjegyzést és pontszámot a 2004./1 számban megjelent szakszöveg fordításával és utólagos értékelésével kapcsolatban, továbbá a két forduló összesített pontszámait és az új angol nyelvű szakszöveget.

Sztáray Judit rovatvezető

A 2004./3 számban közölt szakszöveg fordítása: Szénhidrátok és lipidek

A fotoszintézis során keletkező, energiatárolásra alkalmas vegyületek két fő csoportját a szénhidrátok és a lipidek alkotják. Az egyik, biológiai úton hasznosítható fontos energiaforrást a monoszacharidok, pl. a glükóz lebomlása szolgáltatja (ld. a 4. 19. egyenletet). Oxigén jelenlétében a glükóz szén-dioxiddá és vízzé történő teljes lebomlása a fotoszintézis során felhalmozódott maximális energia (2880 kJ/mol) felszabadulásával jár. Ennek az energiának a nagy részét az ATP azon 38 molekulája továbbítja a szervezetben, amely az aerob légzés során keletkezik. A glükóz oxidációja során az első lépések a piroszőlősav ($\text{CH}_3\text{-COCOOH}$) és két ATP molekula keletkezéséhez elegendő energia felszabadulásához vezetnek. Eddig a fázisig nincs szükség oxigén jelenlétére, a reakciólépések ugyanazok aerob légzésre (oxigéntől függő) és anaerob légzésre, vagyis erjedésre (oxigéntől független). Az aerob légzés szén-dioxid és víz képződéséhez vezet, de az anaerob légzésnél nincs alkalmas elektron akceptor, így a piroszőlősavban lévő szénatomok

közül az összes nem alakítható át szén-dioxiddá. Az olyan szervezetek, mint pl. az élesztőgombák etanolt (etil-alkoholt C_2H_5OH) és szén-dioxidot termelnek a leginkább ismert erjedési folyamatban. A tej megsavanyodása is erjedési folyamat, amelyben tejsav ($CH_3CH(OH)COOH$) képződik. Azok a szervezetek, amelyek az erjedési folyamat során jutnak energiához, nagy hátrányban vannak azokhoz képest, amelyek az aerob körülmények között fejtik ki hatásukat, hiszen az erjedés során viszonylag kis mennyiségű energia szabadul fel. Glükóz esetében az erjedés során 220 kJ/mol, aerob légzés során 2880 kJ/mol keletkezik.

A glikogén az a poliszacharid, amelyet az állatok használnak tápanyagtartalékként. A növényekben az ennek megfelelő vegyület a keményítő, amely vagy gumós gyökérben tárolódik, pl. burgonyában, vagy magvakban, pl. búzában, rizsben és kukoricában. A másik fontos poliszacharid a cellulóz, amely a növényzetben lévő szén 30-90 %-át tartalmazza, és az olyan fő vázszerkezetet szolgáltatja, mint a fa vagy a rostanyag. A glikogént és a keményítőt az emberi szervezet tápanyagként tudja hasznosítani, a cellulózt viszont nem. A poliszacharidokat először monoszacharidokra kell bontani, hogy energiájuk felszabaduljon. Az emberek és sok állatfaj nem rendelkezik a szükséges celluláz enzimekkel, amelyek az emésztés során lebontják a cellulózt. A cellulóz glükóz egységeket tartalmaz, amelyeket β -kötések tartanak össze (ld. a 4.6 ábrát), míg a glikogénben és a keményítőben levő glükóz egységek α -kötéssel kapcsolódnak. Ez a nagyon kis eltérés elegendő ahhoz, hogy jelentős különbséget okozzon az emészthetőségben és rámutat a sztereokémiai tényezők fontosságára a reakció-utak meghatározásában.

A második fordulóban elért pontszámok:

Dálnoki Anna (Ady Endre Gimnázium 10.C, Debrecen)	95 pont
Fekete Győr Albert (Árpád Gimnázium 8.B, Bp.)	61 pont
Fekete Lilla (Jurisich Gimnázium 10/1/D , Kőszeg)	79,5 pont
Herner András (Táncsics Mihály Gimnázium 12.B, Kaposvár)	68 pont
Hüse Renáta (Ady Endre Gimnázium 10.C, Debrecen)	84 pont

Pesti Viktória (Ady Endre Gimnázium 10.C, Debrecen)	89,5 pont
Szabó Áron (Eötvös Gimnázium 9.D, Bp.)	96 pont
Szabó Nándor (Ady Endre Gimnázium 10.C, Debrecen)	85,5 pont
Takács Judit (Kenyeri, Arany J. u. 18)	95,5 pont
Verdes Péter (Ady Endre Gimnázium 10.C, Debrecen)	94,5 pont

A 2004./3 szám 280. oldalán található angol szakszövegfordításhoz a következő megjegyzéseket fűzzük:

1) az eredeti angol szövegben szereplő „*molten soap*” kifejezést „*nyersszappan*”-nak fordítottuk. Ennek „*olvadt szappan*”-ként való szószerinti fordítása tulajdonképpen helyes, de a kémiai szaknyelvben nem használatos. A *nyersszappan* kifejezés talán jobban kifejezi azt a tényt, hogy a szappanfőzés első lépéseként nagy víztartalmú nyerstermék keletkezik.

2) a 18. sorban a „...*during the two world wars*, „ szövegrész helyes fordítása természetesen „...*két világháború alatt...*” és **nem** „...*két világháború között...*”, ahogy figyelmetlenségből a fordításba került.

Utólagos értékelések:

Mizsei Réka (Bolyai János Gimnázium 12. évf., Lajosmizse)	89,5 pont
Papp Zsuzsa (Görög Katolikus Gimnázium 11.A, Hajdúdorog)	78,5 pont

A két forduló összesített pontszámai:

Dálnoki Anna (Ady Endre Gimnázium 10.C, Debrecen)	95 pont
Fekete Győr Albert (Árpád Gimnázium 8.B, Bp.)	124 pont
Fekete Lilla (Jurisich Gimnázium 10/1/D , Kőszeg)	79,5 pont

Herner András (Táncsics Mihály Gimnázium 12.B, Kaposvár)	68 pont
Hüse Renáta (Ady Endre Gimnázium 10.C, Debrecen)	84 pont
Kovács Zsigmond (Eötvös Gimnázium 11., Bp)	82 pont
Mizsei Réka (Bolyai János Gimnázium 12. évf., Lajosmizse)	89,5 pont
Papp Zsuzsa (Görög Katolikus Gimnázium 11.A, Hajdúdorog)	78,5 pont
Pesti Viktória (Ady Endre Gimnázium 10.C, Debrecen)	89,5 pont
Szabó Áron (Eötvös Gimnázium 9.D, Bp.)	188,5 pont
Szabó Nándor (Ady Endre Gimnázium 10.C, Debrecen)	85,5 pont
Takács Judit (Kenyeri, Arany J. u. 18)	95,5 pont
Verdes Péter (Ady Endre Gimnázium 10.C, Debrecen)	94,5 pont

Vöcsey Zsuzsa

Chemistry in English (angol szakszöveg fordítás)

What is Acid Rain and What Causes It?

"Acid rain" is a broad term used to describe several ways that acids fall out of the atmosphere.

Natural rainfall is slightly acidic due to dissolved carbon dioxide, picked up in the atmosphere. Organisms and ecosystems all over the planet have adapted to the slightly acidic nature of normal rain, and thus it poses no environmental problems. It is an increase in the acidity of rain, caused by human activities such as the combustion of fossil fuels that has turned acid rain into a problem.

The actual term "acid rain" was first used over one hundred years ago by British chemist Robert Angus Smith. At that time, he realized that smoke and fumes from human activities could change the acidity of precipitation. Despite this awareness, acid rain was not considered an environmental

concern until the 1950's. Since that time, much research has gone into identifying the sources of acid rain and the damage that it causes. As research continued, the situation reached crisis proportions in the late 1970's. By this time, thousands of lakes in Canada and Scandinavia had been declared dead, devoid of life, while emissions of acid gasses continued to increase.

A more precise term for acid rain is acid deposition, which has two parts: wet and dry.

Wet deposition refers to acidic rain, fog, and snow. As this acidic water flows over and through the ground, it affects a variety of plants and animals. The strength of the effects depend on many factors, including how acidic the water is, the chemistry and buffering capacity of the soils involved.

Dry deposition refers to acidic gases and particles, dust. About half of the acidity in the atmosphere falls back to earth through dry deposition. The wind blows these acidic particles and gases onto buildings, cars, homes, and trees. Dry deposited gases and particles can also be washed from trees and other surfaces by rainstorms. When that happens, the runoff water adds those acids to the acid rain, making the combination more acidic than the falling rain alone.

Acid rain occurs when these gases react in the atmosphere with water, oxygen, and other chemicals to form various acidic compounds. Sunlight increases the rate of most of these reactions. The result is a mild solution of sulfuric acid and nitric acid.

Rain from an unpolluted atmosphere has a pH close to 6.0 which is due to the reaction of water vapour and carbon dioxide (CO₂) in the atmosphere forming dilute carbonic acid (H₂CO₃):

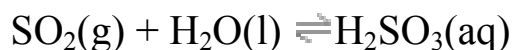
$$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$$

Since carbonic acid is a weak acid it partially dissociates:

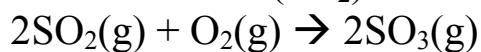


Acid rain has a pH below 5.6 due mainly to the reaction of water vapour with sulfur dioxide and the oxides of nitrogen.

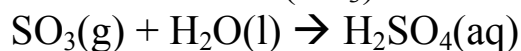
Sulfur dioxide reacts with water to form sulfurous acid (H₂SO₃):



Sulfur dioxide (SO₂) can be oxidised gradually to sulfur trioxide (SO₃):



Sulfur trioxide (SO₃) reacts with water to form sulfuric acid (H₂SO₄):



Oxides of nitrogen, particularly nitrogen dioxide (NO₂) react with water to form nitrous acid (HNO₂) and nitric acid (HNO₃):



As of the year 2000, the most acidic rain falling in the world has a pH of about 4.3.

Acid rain causes acidification of lakes and streams and contributes to damage of trees at high elevations and many sensitive forest soils. In addition, acid rain accelerates the decay of building materials and paints, including irreplaceable buildings, statues, and sculptures that are part of our nation's cultural heritage. Acid rain damages these by reacting with the calcium carbonate to form soluble calcium hydrogen carbonate (calcium bicarbonate, Ca(HCO₃)₂): CaCO₃ + acid rain → Ca(HCO₃)₂(aq)
Prior to falling to the earth, SO₂ and NO_x gases and their particulate matter derivatives, sulfates and nitrates, also contribute to visibility degradation and harm public health.

Forrás:

<http://www.usetute.com.au/acidrain.html>;

http://www.policyalmanac.org/environment/archive/acid_rain.shtml

Minden egyes beküldött lap bal felső sarkában tüntessétek fel a beküldő teljes nevét, iskoláját és osztályát. Törekedjete az olvasható írásra és a rendezett külalakra.

Beküldési határidő: 2005. január 31.

A fordítást a következő címre küldjétek (Figyelem!!! A cím megváltozott):

KÖKÉL Kémia idegen nyelven

ELTE Általános és Szervetlen Kémiai Tanszék

Sztáray Judit

1518 Budapest 112., Pf.: 32

Sztáray Judit

VERSENYHÍRADÓ



36. Kémiai Diákolimpia

Elméleti feladatok (5 óra)

1. feladat: Termodinamika

(24 pont)

Péter kitalálta, hogy a 18. születésnapjára a szülei kertjében lévő vityillóban mesterséges tengerpartot és úszómedencét alakít ki (februárban). Kiderítette a földgáz összetételét és árát, hogy a víz és a bódé fűtési költségét megbecsülje.

1.1 Írd fel azokat a kémiai egyenleteket, amelyek a földgáz fő komponenseinek, a metánnak és az etánnak a tökéletes égését írják le! Tételezzük fel, hogy az adott körülmények között a nitrogén nem változik.

Számítsd ki a fenti két reakció reakcióhőjét, az entrópia- és szabadentalpia-változását standard körülmények között ($1,013 \cdot 10^5$ Pa, $25,0^\circ\text{C}$)! Tételezzük fel, hogy az összes termék gáz-halmazállapotú.

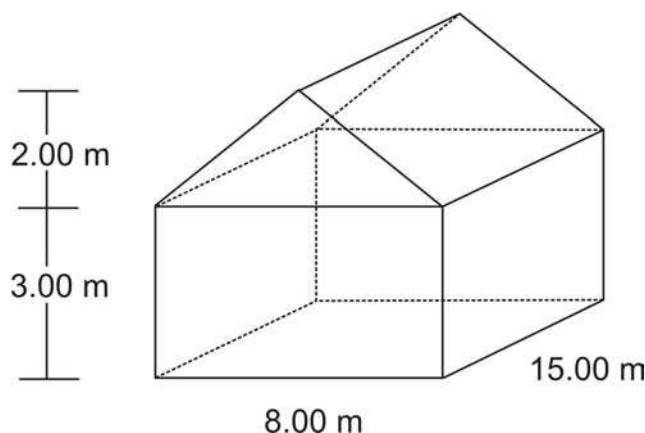
A földgáz összetételét és termodinamikai jellemzőit az 1. táblázatban találod.

1.2 A földgáz sűrűsége a szolgáltató szerint $0,740 \text{ g l}^{-1}$ ($1,013 \cdot 10^5$ Pa, $25,0^\circ\text{C}$).

- Számítsd ki $1,00 \text{ m}^3$ földgázban a metán és az etán anyagmennyiségét mólokban (a földgáz, a metán és az etán nem ideális gáz!).
- Számítsd ki, hogy mennyi hő szabadul fel standard körülmények között $1,00 \text{ m}^3$ földgáz elégetésekor, ha feltételezzük, hogy minden termék gáz-halmazállapotú! (Ha esetleg nem lenne meg a gáz anyagmennyisége 1.2.a)-ból, akkor tételezd fel, hogy $1,00 \text{ m}^3$ földgáz $40,00 \text{ mol}$!)

A szolgáltató szerint a földgáz égéshője m^3 -enként $9,981 \text{ kWh}$, ha minden termék gáz-halmazállapotú. Hány százalékkal tér ez el a b) kérdésben kiszámítottól?

Az házban levő úszómedence $3,00 \text{ m}$ széles, $5,00 \text{ m}$ hosszú és $1,50 \text{ m}$ mély (a padlószint alatt). A csapvíz hőmérséklete $8,00^\circ\text{C}$, a házban a levegő hőmérséklete $10,00^\circ\text{C}$. A ház méreteit az ábra mutatja. Tételezzük fel, hogy a víz sűrűsége: $\rho = 1,00 \text{ kg dm}^{-3}$ és a levegő ideális gázként viselkedik.



- 1.3 Számítsd ki MJ-ban, mennyi hő szükséges ahhoz, hogy a medence vizét $22,0^\circ\text{C}$ -ra, illetve a kiinduláskor a házban levő levegőt ($21,0\% \text{ O}_2$, $79,0\% \text{ N}_2$) $30,0^\circ\text{C}$ -ra felmelegítse $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomáson!

Februárban a külső hőmérséklet Észak-Németországban átlagosan $5,0^\circ\text{C}$. Mivel a ház betonfalai és teteje viszonylag vékonyak (20 cm vastagok) hőveszteség lép fel. Ez a hő a környezetnek adódik át (a víz és/vagy a talaj által elnyelt hőt elhanyagoljuk). A fal hővezetési tényezője átlagosan $1,00 \text{ W K}^{-1} \text{ m}^{-1}$.

- 1.4 Számítsd ki MJ-ban, hogy mennyi energia szükséges a ház belső hőmérsékletének $30,0^\circ\text{C}$ -on tartásához egy 12 órás buli alatt!

A szolgáltatótól vásárolt $1,00 \text{ m}^3$ földgáz $0,40 \text{ €}$, 1 kWh elektromos áram pedig $0,137 \text{ €}$. A gázfűtéshez szükséges felszerelés bérlése $150,00 \text{ €}$ -ba kerül, viszont az elektromos melegítő árak csak $100,00 \text{ €}$.

- 1.5 Mekkora energia szükséges összesen (MJ-ban) Péter "téli uszodájához" az 1.3-ban és 1.4-ben kiszámítottak alapján? Mennyi földgázra van szüksége, ha a gázfűtés hatásfoka $90,0\%$? Mekkora lenne a földgáz, illetve az elektromos fűtés költsége? A

számításaidnál a szolgáltató által megadott értékeket használd és vedd az elektromos fűtés hatásfokát 100%-nak!

1. táblázat: A földgáz összetétele

Összetevő	móltört x	$\Delta_k H^0$ (kJ mol ⁻¹) ⁻¹	S^0 (J mol ⁻¹ K ⁻¹) ⁻¹	C_p^0 (J mol ⁻¹ K ⁻¹) ⁻¹
CO ₂ (g)	0,0024	-393,5	213,8	37,1
N ₂ (g)	0.0134	0,0	191,6	29,1
CH ₄ (g)	0.9732	-74,6	186,3	35,7
C ₂ H ₆ (g)	0.0110	-84,0	229,2	52,5
H ₂ O (f)	-	-285,8	70,0	75,3
H ₂ O (g)	-	-241,8	188,8	33,6
O ₂ (g)	-	0,0	205,2	29,4

Egyenlet:

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

J a hőáram a hőmérsékletkülönbség irányában A felületen át Δt idő alatt
 d a falvastagság

λ_{fal} a hővezetési tényező

ΔT a külső és a belső hőmérséklet közti különbség.

2. feladat: Kinetika katalizátorok felületén

(23 pont)

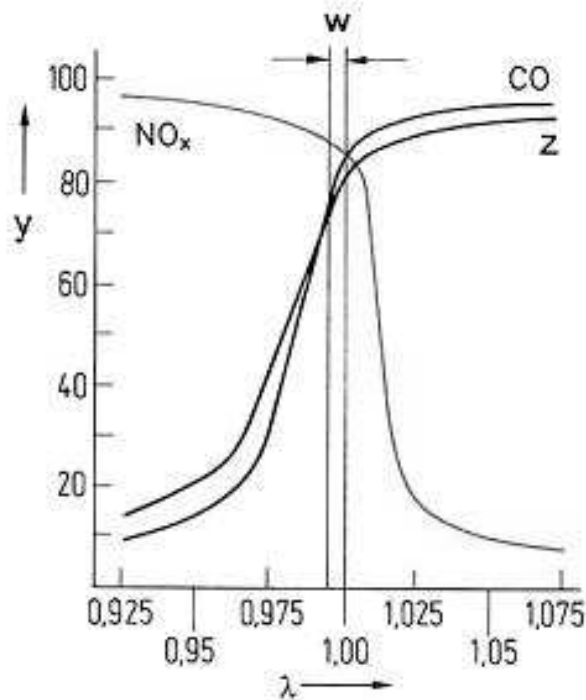
Az Ottó-motorok kipufogógázában a fő környezetszennyező a szén-monoxid, a nitrogén-monoxid és az elégtelen szénhidrogének, mint például az oktán. A szennyezés csökkentésére egy háromfunkciós katalitikus konverterben szén-dioxidá, nitrogéné és vízzé alakítják ezeket.

2.1 Egészítsd ki a fő szennyezőknek a katalizátorban lejátszódó átalakulásait leíró kémiai egyenleteket!

Egy elektrokémiai elem, az úgynevezett lambda-szonda méri a motor és a háromfunkciós katalitikus konverter között a kipufogógázban a λ -értékeket. Az Ottó-motor által kibocsátott gáz fő szennyezőinek minél jobb eltávolításához ezt az értéket kell szabályozni.

A lambda értéket a következőképpen definiáljuk:

$$\lambda = \frac{\text{a bemenő levegő anyagmennyisége}}{\text{a teljes elégetéshez szükséges levegő anyagmennyisége}}$$



w: λ optimális tartománya
 y: a konverzió hatásfoka (%)
 z: szénhidrogének

2.2 *Dönts az λ szondával kapcsolatos állításokról (I:igaz /H:hamis / N:nem lehet eldönteni)!*

- Ha a λ -érték az optimális tartományba esik, akkor a szén-monoxid és a
- szénhidrogének oxidálhatók a háromfunkciós katalitikus konverterben.
- Ha $\lambda > 1$, akkor a szén-monoxid és a szénhidrogének oxidálhatók a háromfunkciós katalitikus konverterben.
- Ha $\lambda < 0,975$, akkor a nitrogén-oxidok rosszul redukálhatók.

Egy szilárd felületen a gázmolekulák adszorpcióját egy egyszerű modellt használva a Langmuir izoterma írja le:

$$\theta = \frac{K \cdot p}{1 + K \cdot p}$$

ahol θ a felület borítottsága (a foglalt kötőhelyek aránya), p a gáz nyomása és K egy állandó.

Egy gáz adszorpcióját 25 °C-on a Langmuir izoterma a következő állandóval írja le:

$$K = 0,85 \text{ kPa}^{-1}.$$

2.3 a) Határozd meg a felület θ borítottságát 0,65 kPa nyomás esetében!

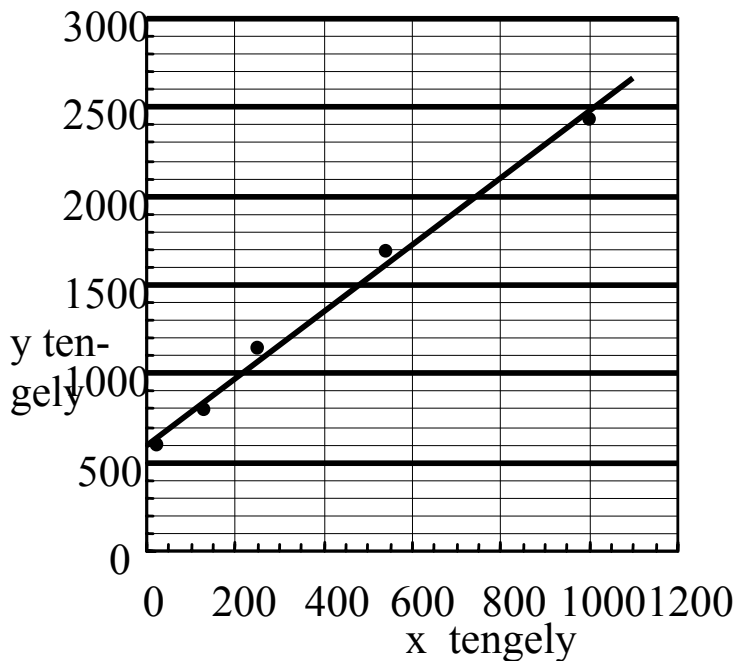
b) Határozd meg azt a p nyomást, amelyen a felületi borítottság 15 %-os!

2.3 c) A gázmolekulák r bomlási sebessége egy szilárd felületen a θ felületi borítottságtól függ (ha a visszaalakulást elhanyagoljuk):

$$r = k \cdot \theta$$

Vezesd le a bomlási reakció rendűségét alacsony és magas gáznyomásnál! Tételezd fel, hogy az előzőekben megadott Langmuir izoterma érvényes (a termékeket pedig figyelmen kívül hagyjuk!).

2.3 d) Egy másik gáz fémfelületen való adszorpciójának adatai (25 °C-on) a következők:



$$x: p \cdot (\text{Pa})^{-1}$$

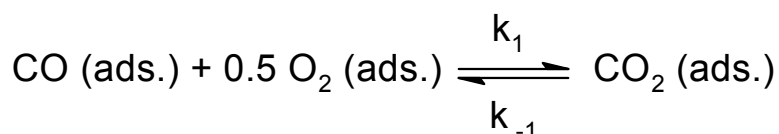
$$y: p \cdot V_a^{-1} \cdot (\text{Pa cm}^{-3})^{-1}$$

V_a az adszorbeált gáz térfogata.

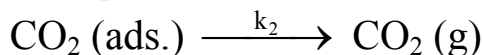
Ha a Langmuir-izoterma használható, határozd meg a fémfelület teljes fedettségének eléréséhez szükséges gáz térfogatát $V_{a,max}$ és a $K \cdot V_{a,max}$ szorzatot! Segítség: legyen $\theta = V_a / V_{a,max}$.

Tételezzük fel, hogy a CO katalitikus oxidációja egy egységes Pd felületen a következő módon megy végbe:

Első lépésben az adszorbeált CO és az adszorbeált O₂ egy gyors egyensúlyi reakcióban adszorbeált CO₂-dá alakul,



Azután egy lassú második lépésben a CO₂ deszorbeálódik a felületről:



2.4 *Vezesd le a CO₂(g)-képződés sebességének képletét a reaktánsok és termékek parciális nyomásának függvényében!*

Segítség: használd a Langmuir-izotermát a megfelelő számú gázkomponensre:

$$\theta(i) = \frac{K_i \cdot p_i}{1 + \sum_j K_j \cdot p_j} \quad \text{j: a különböző gázkomponensek}$$

3. feladat: Egyvegyértékű alkáliföldfém-vegyületek? (21 pont)

Többször számoltak már be az egyvegyértékű kalcium vegyületeinek előállításáról. Eddig ezeket a "vegyületeket" még nem tudták leírni, de a szilárdtest kémikusokat még mindig érdeklik.

A CaCl₂-ot a következő módon próbálták redukálni CaCl-dá:

(a) kalciummal (b) hidrogénnel (c) szénnel

3.1 *Add meg azokat az egyenleteket, amelyekben elvileg a CaCl képződhetne!*

Ha CaCl₂-ot sztöchiometrikus mennyiségű (1:1) Ca-mal próbáljuk redukálni, akkor egy inhomogén szürke anyagot kapunk. A mikroszkópos

vizsgálat során ezüstös fémszemcséket és szintelen kristályokat figyelhetünk meg.

3.2 *Mi a fémes szemcsék, illetve a szintelen kristályok anyaga?*

Amikor a CaCl_2 -ot elemi hidrogénnel próbáljuk redukálni, egy fehér terméket kapunk. Elemi analízise szerint a minta 52,36 tömeg% kalciumot és 46,32 tömeg% klórt tartalmaz.

3.3 *Határozd meg a képződött vegyület tapasztalati képletét!*

Ha a CaCl_2 -ot elemi szénnel próbáljuk meg redukálni, egy vörös, kristályos anyag képződik. Az elemi analízis szerint benne a Ca és Cl anyagmennyiségének aránya:

$$n(\text{Ca}):n(\text{Cl}) = 1,5 : 1.$$

A vörös kristályok hidrolízise során ugyanaz a gáz fejlődik, mint amikor a Mg_2C_3 hidrolizál.

3.4 a) *Írd fel a két aciklikus konstitúciós izomerét annak a gáznak, amely a hidrolízis során képződik!*

b) *Melyik vegyület képződik a CaCl_2 -nak szénnel történő redukciója során? (Egyvegyértékű kalcium nem létezik.)*

Mint ahogy mindezen próbálkozások nem eredményeztek CaCl -ot, el kell gondolkodnunk a CaCl hipotetikus szerkezetéről. Fel lehet tételezni, hogy a CaCl egy egyszerű kristályszerkezetben kristályosodik.

A sók kationjának $r(\text{M}^{m+})$ és anionjának $r(\text{X}^{x-})$ sugáráránya gyakran meghatározza az adott vegyület kristályszerkezetét, ahogy azt az MX összetétel esetében a következő táblázat mutatja:

M koord. száma	X környezete	Sugárárány r_M/r_X	Szerkezet típusa	A CaCl becsült $\Delta_{\text{rács}}H^0$
3	Háromszöges	0,155-0,225	BN	$-663,8 \text{ kJ mol}^{-1}$
4	Tetraéderes	0,225-0,414	ZnS	$-704,8 \text{ kJ mol}^{-1}$
6	Oktaéderes	0,414-0,732	NaCl	$-751,9 \text{ kJ mol}^{-1}$
8	Köbös	0,732-1,000	CsCl	$-758,4 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta_{\text{rács}}H^0(\text{CaCl})$ a $\text{Ca}^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g}) \longrightarrow \text{CaCl}(\text{sz})$ reakcióhoz kapcsolható.

3.5a) *Várhatóan milyen típusú lenne a CaCl szerkezete?*

$$[r(\text{Ca}^+) \approx 120 \text{ pm (becsült)}, r(\text{Cl}^-) \approx 167 \text{ pm}]$$

A CaCl-nak nemcsak a rácsenergiája ($\Delta_{\text{rác}s}H^0$) fontos annak eldöntéséhez, hogy a vegyület termodinamikailag stabilis. Akkor dönthetjük el, hogy a vegyület elemeire való bomlása szempontjából stabil, ha ismerjük a CaCl standard képződéshőjét $\Delta_{\text{k}}H^0$.

3.5b) Számítsd ki a CaCl képződéshőjének $\Delta_{\text{k}}H^0(\text{CaCl})$ értékét egy Born–Haber-körfolyamat segítségével!

olvadáshő	$\Delta_{\text{olv}}H^0(\text{Ca})$		9,3 kJ mol ⁻¹
1. ionizációs entalpia	$\Delta_{1. \text{IE}}H(\text{Ca})$	$\text{Ca} \longrightarrow \text{Ca}^+$	589,7 kJ mol ⁻¹
2. ionizációs entalpia	$\Delta_{2. \text{IE}}H(\text{Ca})$	$\text{Ca}^+ \longrightarrow \text{Ca}^{2+}$	1145,0 kJ mol ⁻¹
párolgáshő	$\Delta_{\text{pár}}H^0(\text{Ca})$		150,0 kJ mol ⁻¹
disszociációs energia	$\Delta_{\text{dissz}}H(\text{Cl}_2)$	$\text{Cl}_2 \longrightarrow 2 \text{Cl}$	240,0 kJ mol ⁻¹
képződéshő	$\Delta_{\text{k}}H^0(\text{CaCl}_2)$		-796,0 kJ mol ⁻¹
elektronaffinitás	$\Delta_{\text{EA}}H(\text{Cl})$	$\text{Cl} + \text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}^-$	-349,0 kJ mol ⁻¹

Ahhoz, hogy eldöntsük, stabil-e termodinamikailag a CaCl, ki kell számolni a vegyület Ca-má és CaCl₂-dá történő diszproporciójának standard entalpiaváltozását! (Az entrópiaváltozás ΔS ebben az esetben nagyon kicsi, így hatását elhanyagolhatjuk.)

3.6 Termodinamikailag stabil-e a CaCl a diszproporció tekintetében? Számítással indokold döntésed!

4. feladat: Atomtömegek meghatározása

(20 pont)

Az X elem és a hidrogén reakciójában a szénhidrogénekkal analóg vegyületek keletkeznek. 5,000 g X-ből 5,628 g elegy keletkezik, amely a metán és az etán X-analógját 2 : 1 anyagmennyiség-arányban tartalmazza.

4.1 Számítsd ki ebből az X moláris tömegét! Add meg X vegyjelét, és rajzold fel a két termék térbeli szerkezetét!

A következő bonyolultabb eset történelmileg érdekes.

Az argirodit nevű ásvány egy sztöchiometrikus vegyület, amely ezüstöt (oxidációs száma +1), ként (oxidációs száma -2) és egy ismeretlen Y elemet (oxidációs száma +4) tartalmaz. Az ezüst és az Y tömegaránya az argiroditben $m(\text{Ag}) : m(\text{Y}) = 11,88 : 1,00$. Az Y-nak létezik egy vörösesbarna alacsonyabb (+2) és egy fehér, magasabb oxidációs számú (+4) szulfidja. A színes, alacsonyabb oxidációs számú szulfid keletkezik az argirodit hidrogénáramban való hevítésekor. A vegyületből ezen kívül Ag_2S és H_2S keletkezik. 10,0 g argirodit teljes átalakításához 0,295 liter hidrogén szükséges 400 K-en és 100 kPa-on.

4.2 Ezen információk alapján határozd meg az Y moláris tömegét! Add meg Y vegyjelét és az argirodit tapasztalati képletét!

Az atomtömegek befolyásolják a spektroszkópiai tulajdonságokat.

A Hooke-törvény használható a kémiai kötések IR spektrumában megjelenő rezgési frekvenciáinak meghatározásához. A törvény ezen alakjában a rezgési hullámszámot, $\tilde{\nu}$ fejezi ki: (figyeljete a mértékegységekre!)

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{2\pi c} \cdot \sqrt{\frac{k}{\mu}}$$

$\tilde{\nu}$ a kötés rezgési frekvenciája, hullámszámban megadva (cm^{-1})

c fénysebesség

k erőállandó, amely a kötés erősségére utal ($\text{N m}^{-1} = \text{kg s}^{-2}$)

μ a redukált tömeg az AB_4 típusú molekulákban:

$$\mu = \frac{3m(\text{A})m(\text{B})}{3m(\text{A}) + 4m(\text{B})}$$

$m(\text{A}), m(\text{B})$ a két kapcsolódó atom tömege

A metán C–H kötésének rezgési frekvenciája ismert: $3030,00 \text{ cm}^{-1}$. A metánnal analóg Z-vegyületé $2938,45 \text{ cm}^{-1}$. A metánban a C–H kötés entalpia $438,4 \text{ kJ mol}^{-1}$. A Z-analógból a Z–H kötés entalpia $450,2 \text{ kJ mol}^{-1}$.

4.3 A Hooke-törvény segítségével határozd meg a metánban a C–H kötés erőállandóját (k)!

Becsüld meg a Z–H erőállandót azt feltételezve, hogy lineáris arányosság van az erőállandó és a kötés entalpia között!

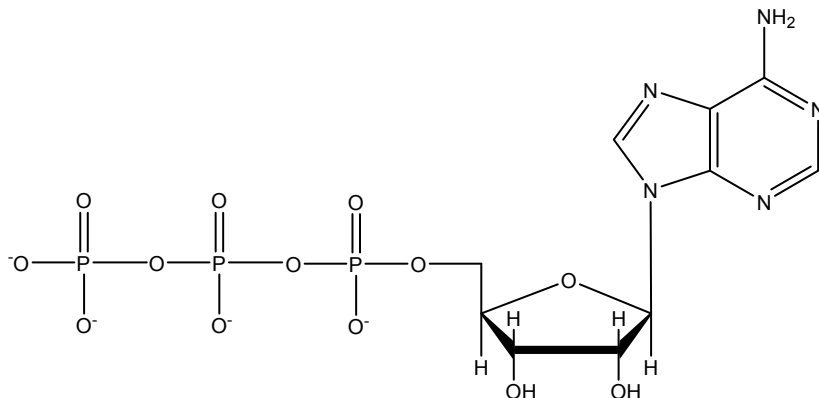
Ezen információk alapján határozd meg a Z atomtömegét!

Add meg Z vegyjelét!

5. feladat: Biokémia termodinamikával

(18 pont)

Az ATP⁴⁻ szerkezete a következő:



A kémiai egyensúly eltolása ATP-vel:

Az állatok a táplálékuk oxidációjából származó szabadenergiát használják arra, hogy az ATP, ADP és a foszfát koncentrációját az egyensúlyi értéktől távol tartsák. Vörösvérsejtekben a következő koncentrációkat mérték:

$$\begin{aligned} c(\text{ATP}^{4-}) &= 2,25 \text{ mmol l}^{-1} \\ c(\text{ADP}^{3-}) &= 0,25 \text{ mmol l}^{-1} \\ c(\text{HPO}_4^{2-}) &= 1,65 \text{ mmol l}^{-1} \end{aligned}$$

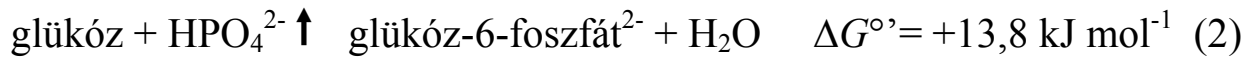
Az ATP-ben raktározott szabadenergia a következő reakció útján szabadulhat fel:



Mint hogy a pH a legtöbb élő sejtben 7-hez közeli, a biokémikusok a ΔG° helyett a $\Delta G^{\circ'}$ -t használják. A $\Delta G^{\circ'}$ standard állapota a definíció szerint az állandó 7-es pH. A $\Delta G^{\circ'}$ -t és K'-t tartalmazó egyenletekben ezért 7-es pH-n nem szerepel a H⁺ koncentrációja. A standard koncentráció 1 mol l⁻¹.

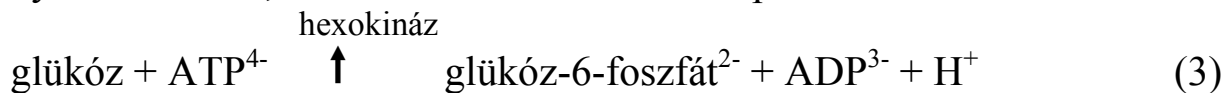
5.1 Számítsd ki az (1) reakció aktuális $\Delta G'$ értékét (1) a vörösvérsejtekben 25°C-on és pH = 7 esetében!

Az élő sejtekben úgynevezett "anabolikus" reakciók mennek végbe, amelyek első pillantásra termodinamikailag előnytelenek, mivel hogy a ΔG -jük pozitív. A glükóz foszforilációja egy példa erre:



5.2 Számítsd ki először a (2) reakció K' egyensúlyi állandóját, majd a $c(\text{glükóz-6-foszfát}) / c(\text{glükóz})$ hányadost a vörösvérsejtben kémiai egyensúly esetében, 25°C -on és $\text{pH} = 7$ -nél!

A (2) reakció egyensúlya a nagyobb glükóz-6-foszfát-koncentráció irányába eltolható, ha az ATP hidrolíziséhez kapcsolódik:



5.3 Számítsd ki a (3) reakció $\Delta G^{\circ'}$ és K' értékét! Mennyi a $c(\text{glükóz-6-foszfát}) / c(\text{glükóz})$ hányados a vörösvérsejtben kémiai egyensúly esetében, 25°C -on és $\text{pH} = 7$ -nél!

ATP szintézis:

Egy felnőtt napi 8000 kJ energiát ($\Delta G'$) vesz fel a táplálékkal.

5.4 a) Mekkora tömegű ATP képződik naponta, ha ennek a felvett energiának a fele használandik ATP szintézisére? Tételezzük fel, hogy a $\Delta G' = -52 \text{ kJ mol}^{-1}$ az (1) reakcióban és az ATP moláris tömege 503 g mol^{-1} .

b) Átlagosan mekkora tömegű ATP-t tartalmaz az emberi test, ha egy ATP-molekula közepes élettartama (amíg el nem hidrolizál) 1 perc?

c) Mi történik a maradék szabadenergiával, ami nem az ATP-szintézisre fordítódik? Jelöld meg a helyes választ!

- A test entrópiájának csökkentésére fordítódik.
- A vízmolekulák O–H és a szén-dioxid-molekulák C=O kötéseiben eltávozik a szervezetből.
- Az ATP termelésében szereplő enzimek állapotának regenerálására fordítódik.
- Felmelegíti az ember testét.

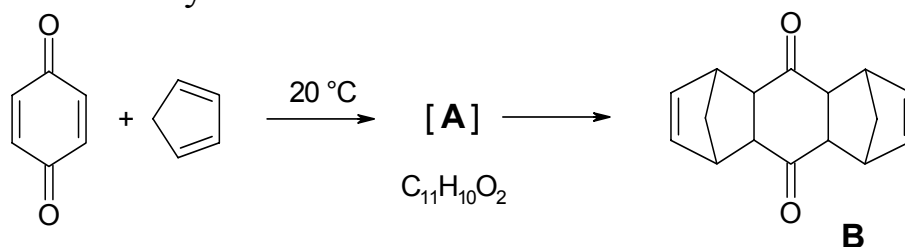
Az állatokban a táplálék oxidációjából származó energia arra fordítódik, hogy a mitokondriumokból hidrogénionokat pumpáljon ki. Az ATP-szintetáz nevű enzim a visszaengedi a protonokat a mitokondrium belsejébe, ami közben ATP szintetizálódik ADP-ből és foszfátból.

- 5.5 a) Hány proton (H^+) van egy $1 \mu m$ átmérőjű, gömb alakú mitokondriumban, ha a $pH = 7$?
- b) Egy májsejtben 1000 mitokondrium van. Hány protonnak kell belépni egy-egy mitokondriumba az ATP-szintetázon keresztül, hogy sejtenként összesen $0,2 \text{ fg}$ tömegű ATP képződjön? Tételezzük fel, hogy egy ATP-molekula szintéziséhez 3 protonnak kell belépnie!

6. feladat: Diels-Alder reakciók

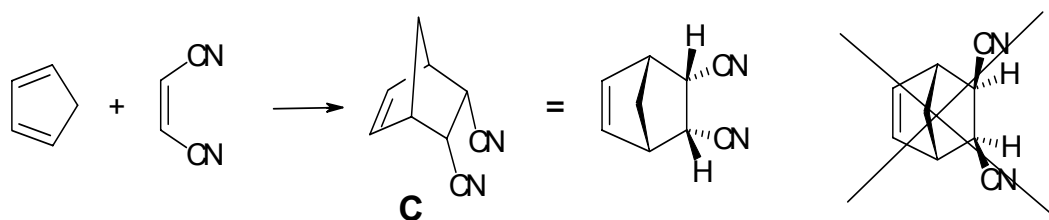
(20 pont)

A Diels-Alder reakciót – egy dién és egy olefin közt végbemenő, ciklohexént eredményező szinkron $[4+2]$ -cikloaddíciót – 1928-ban itt Kielben fedezték fel. Otto Diels professzor és munkatársa, Kurt Alder *p*-benzokinont feleslegben vett ciklopentadiénnel kevert, aminek a következő lett az eredménye:



6.1 Rajzold fel A szerkezetét (sztereokémiai információk nélkül)!

A Diels-Alder reakció egy lépéses szinkron reakció, amely nagy sztereospecifitást mutat. Például csak egyetlen sztereoizomer, C keletkezik a következő reakcióban:

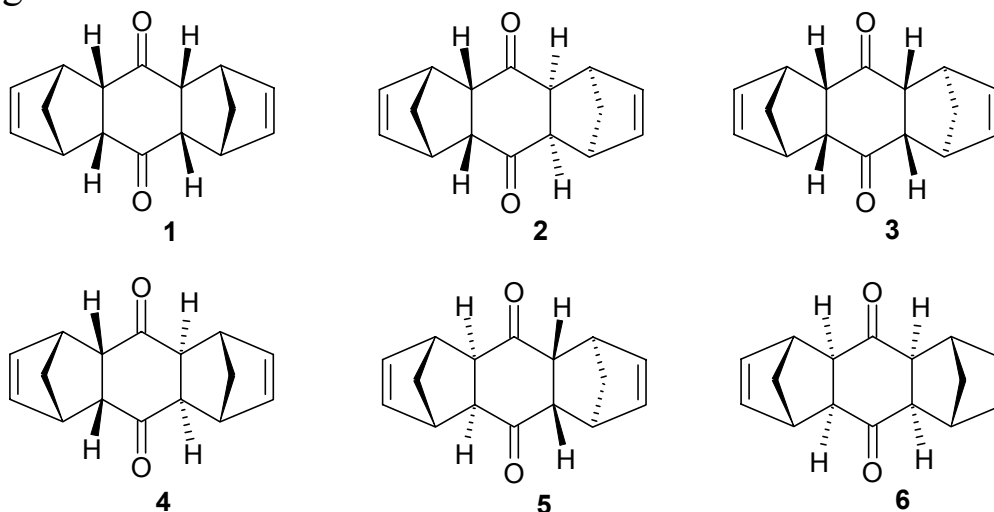


Nem keletkezik.

Ha viszont az alkén *E*-izomerjét használjuk, két másik sztereoizomert (**D1** és **D2**) kapunk.

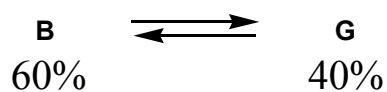
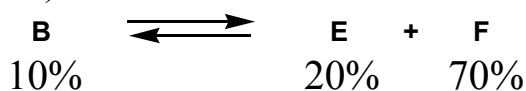
6.2 Add meg D1 és D2 szerkezetét!

Ennek megfelelően az eredeti reakcióban (**B** képződése ciklopentadiénből és benzokinonból) Diels és Alder csak egyet kapott a **B** itt felsorolt hat lehetséges sztereoizomere közül.



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.

Az eredetileg izolált **B** sztereoizomer (olvadáspontja: 157°C) hosszas hevítése (15h, 120°C) után Diels és Alder két új sztereoizomert **E**-t (op: 153°C) és **F**-et (op: 163°C) kapott. Katalitikus mennyiségű erős bázissal történő egyensúlyi reakcióban, 25 °C-on **B**-ből egy tovább izomer, **G** képződik (op: 184°C).



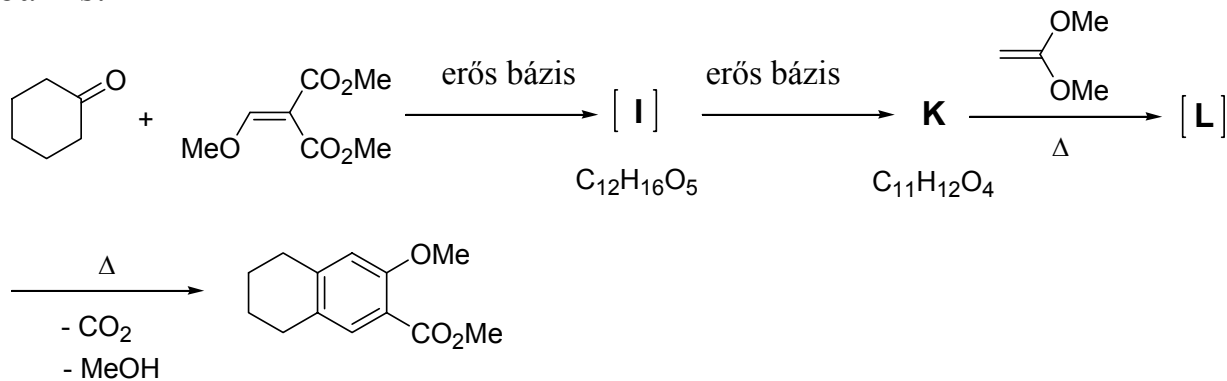
6.4 *Dönts a Diels-Alder reakcióval kapcsolatos állításokról (I:igaz /H:hamis /N:nem lehet eldönteni)*

Segítség: A kérdések megválaszolásához nem szükséges tudnod, hogy a hat sztereoizomer (1–6) közül melyik felel meg **E**-nek, **F**-nek vagy **G**-nek.

- A Diels-Alder reakció reverzibilis (megfordítható)
- Az eredeti reakcióban **B** képződése termodinamikailag kontrollált.

- **B** termodinamikai szempontból stabilabb, mint **E**.
- **E** termodinamikai szempontból kevésbé stabil, mint **F**.
- **G** enantiomerje **B**-nek.
- **G** termodinamikai szempontból stabilabb **F**-nél.

A Diels-Alder reakció fontos szerepet játszik a következő reakciósorozatban is:



6.5 Rajzold fel I, K és L szerkezetét!

Segítség:

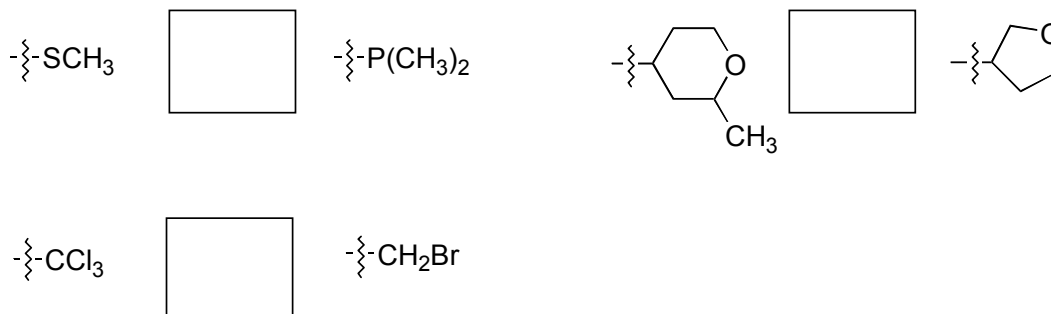
- **K**-ban csak egy metilcsoport van.
- **L** a Diels-Alder adduktja **K**-nak és az ábrán jelölt alkénnek.

7. feladat: Gyógyszerek sztereokémiája

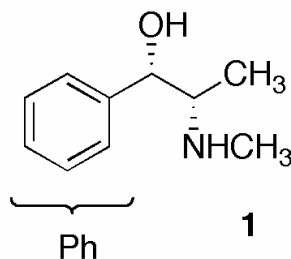
(21 pont)

A Cahn-Ingold-Prelog (CIP) szabályt használják molekulák sztereokémiájának meghatározására.

7.1 Rangsorold a csoportokat a CIP-rendszer szerinti prioritásuk szerint!



Pseudoefedrint (**1**) sok ismert meghűlés elleni gyógyszer, pl. az orr spray-k is tartalmazzák.

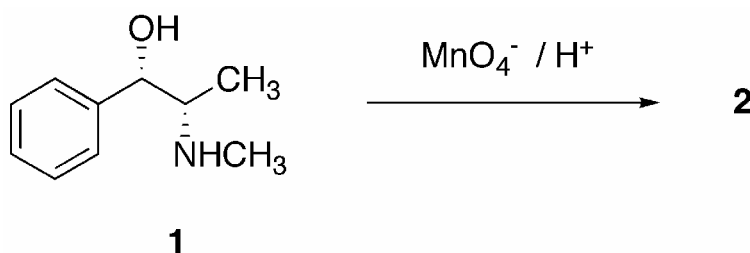


7.2 Jelöld *-gal az (1) molekulán a kiralitáscentrumokat (a válaszlapon)!

Rangsorold a kiralitáscentrumokon a szubsztituenseket prioritásuk szerint és határozd meg mindkét esetben az abszolút konfigurációt (*R* vagy *S*).

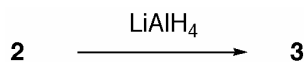
7.3 Rajzold fel az (1) molekula Newman vagy fűrészbak projekcióját!
Rajzold fel az (1) molekula Fischer projekcióját!

Ha az (1)-t óvatosan savas permanganáttal kezeljük, akkor az élénkítő metkatinont (2) kapjuk:



7.4 Rajzold fel a (2) vegyület sztereokémiai szempontból is helyes szerkezetét! Írd fel a redoxireakció rendezett egyenletét is! Jelöld az egyenletedben minden egyes olyan atomnak az oxidációs számát, amelynek a folyamat során változik az oxidációs száma!

Ha a 2-t LiAlH_4 -del kezeljük, akkor kizárólag 3 keletkezik, amely 1-től olvadáspontjában különbözik.



7.5 a) Rajzold fel a (3) vegyület sztereokémiai szempontból is helyes szerkezetét!

7.5 b) Dönts az izomerekkel kapcsolatos állításokról! (igaz /hamis)

- 1 és 3 sztereoizomerek.
- 1 és 3 enantiomerek.

- 1 és 3 diasztereomerek.
- 1 és 3 konformációs izomerek.

7.5 c) Rajzolj fel egy szerkezeti ábrát a reakcióról, amivel megmagyarázod, hogy miért csak a 3 vegyület keletkezik 2-ből!

8. feladat: Kolloidok

(22 pont)

Egy szervetlen és egy szerves alkotórész nanométeres mérettartományban történő összekapcsolása különleges sajátságú anyagokat eredményez. Ezért mutatkozik nagy érdeklődés a hibrid nanorészecskék szintézise iránt.

Az A-oldat CaCl_2 $1,780 \text{ g dm}^{-3}$ koncentrációjú vizes oldata.

A B-oldat Na_2CO_3 $1,700 \text{ g dm}^{-3}$ koncentrációjú vizes oldata.

$\text{p}K_{s1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 6,37$

$\text{p}K_{s2}(\text{HCO}_3^-) = 10,33$

($T = 298,15 \text{ K}$ az egész feladat során!)

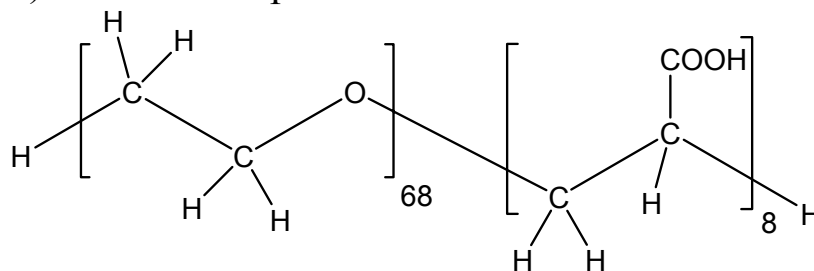
8.1 Számítsd ki a megengedhető elhanyagolásokkal a B-oldat pH-ját!

100 ml A-oldatot és 100 ml B-oldatot elegyítve C-oldatot kapjuk. A C-oldat pH-ját 10-re állítjuk. Csapadék képződik.

$K_{sp}(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 6,46 \cdot 10^{-6} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}$ $K_{sp}(\text{CaCO}_3) = 3,31 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$

8.2 Számítással mutasd meg a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ről és a CaCO_3 -ról, hogy jelen van-e a csapadékban!

Egy hasonló kísérletben a 100 ml A-oldat még 2 g olyan kopolimert is tartalmaz, amely két vízoldható egységből, poli(etilén-oxid) blokkokból és poli(akrilsav) blokkokból épül fel:



A polimer nem vesz részt kémiai reakciókban (kivéve a savcsoport protolízisét) és mégis erős hatása van: a két oldat (A+B) összekeverésekor nem képződik csapadék. Kis kalcium-karbonát szemcsék alakulnak ki, amelyeknek felszínéhez a polimer láncai kapcsolódnak. A hozzátapadt polimer megakadályozza a kristályok további növekedését, és a hibrid szemcsék az oldatban maradnak.

8.3. *Karikázd be a polimernek azt a blokkját, amelyik a növekvő kalcium-karbonát kristály felületéhez kapcsolódik!*

A hibrid szemcséket tulajdonságaik megállapítására elválasztották az előállításukra használt oldattól és átvitték őket 50 ml vizes NaOH oldatba ($c(\text{NaOH}) = 0,19 \text{ mol dm}^{-3}$). Az oldatot 200 ml vizet hozzáadva felhígították. Tétélezzük fel, hogy az új oldat csak hibrid szemcséket tartalmaz, és nincs benne további kalcium- vagy karbonátion. A sav-bázis egyensúlyban a polimer összes savcsoportja részt vesz.

- Az új oldatban a pH-t 12,30-nak mérték.
- Elektronmikroszkóppal megvizsgálva a szemcséknek csak a szerves részét lehetett megfigyelni (a polimer nem látszott): ezek 100 nm-es, gömb alakú szemcsék voltak.
- A hibrid szemcsék moláris tömege (a szerves és a szervetlen rész együttesen) $M = 8,01 \cdot 10^8 \text{ g mol}^{-1}$ volt.
- A szemcsék töltését is megmérték, értéke $Z = - 800$ elemi egység volt.

$$(\text{p}K_s(\text{COOH, kopolimer}) = 4,88)$$

8.4 *A kezdeti (2 g) polimerből mennyi található még meg a hibrid szemcsékben?*

8.5. *Számítsd ki, hogy a kalcium-karbonátnak melyik módosulata képződött!*

módosulat	sűrűség
kalcit	$2,71 \text{ g cm}^{-3}$
vaterit	$2,54 \text{ g cm}^{-3}$
aragonit	$2,95 \text{ g cm}^{-3}$

Gyakorlati feladatok (5 óra)

Az eredményekben az értékes jegyek számának meg kell felelni a mérési hibáknak. Ha ebben hibázol, büntetőpontokat kapsz, még akkor is, ha a mérésed tökéletes.

Felszerelések

2 főzőpohár (100 ml)	rezsó mágneses keverővel
2 főzőpohár (üresen lemérve)	keverőbaba
főzőpohár (400 ml)	Pasteur pipetta (2 ml, osztott)
1 pár "gumiujj" a forró edényekhez	pipetta (25 ml) és pipettalabda
deszt. vizes flaska (500 ml)	dugó (csiszolathoz)
2 fogó a hűtőhöz és a lombikhoz	védőszemüveg
büretta (25 ml) és bürettafogó	1 doboz pH papír
szívótölcsér (90 mm)	2 agyaglap (2.5 cm x 2.5 cm)
visszafolyós hűtő (csiszolatos)	2 dió
Erlenmeyer-lombik (100 ml, csisz.)	spatula
4 Erlenmeyer-lombik (300 ml)	mikrospatula
1 g üvegyapot	2 állvány
6 - 6 szűrőpapír a két feladathoz	szívópalack (500 ml)
szűrőállvány	Teflon közdarab (csiszolathoz)
2 redős szűrőpapír	4 kémcső
2 tölcsér	kémcsőállvány
rövid szárú portölcsér	mérőlombik (100 ml)
3 üvegbot	mérőlombik (250 ml)
mérőhenger (10 ml)	75 cm üvegcső
mérőhenger (100 ml)	csipesz
3 olvadáspontmérő kapilláris	gumi vakaró

Saját vegyszerek az asztalodon

No	Vegyszer	Képlet	konc.	menyiség
1	polikarbonát (Makrolon)	-	szilárd	2,54 g
2	etanol	C ₂ H ₅ OH	96 %	150 ml
3	sósav	HCl	25 %	60 ml
4	nátrium-klóracetát	ClCH ₂ COONa	szilárd	5 g
5	nátrium-hidroxid	NaOH	szilárd	4 g
6	nátrium-hidroxid-oldat	NaOH	10%	100 ml
7	dinátrium-EDTE oldat	Na ₂ -EDTA	0,1000 mol l ⁻¹	100 ml
8	nátrium-acetát	CH ₃ COONa	szilárd	10 g

9	nátrium-jodid-oldat	NaI	10 %	80 ml
10	nátrium-tioszulfát-oldat	Na ₂ S ₂ O ₃	0,01000 mol l ⁻¹	100 ml
11	keményítőoldat	-	-	20 ml
12	Kénsavoldat	H ₂ SO ₄	2 mol l ⁻¹	50 ml
13	szupravezető oldata	La _x M _(2-x) CuO ₄	-	-
14	szilárd szupravezető	La _x M _(2-x) CuO ₄	szilárd	250 mg
15	xilenolnarancs indikátor	-	szilárd	500 mg
27	biszfenol A kristálymag	C ₁₅ H ₁₆ O ₂	szilárd	
28	biszfenol A a második részhez	C ₁₅ H ₁₆ O ₂	szilárd	

Közösen használt vegyszerek (a fülkék alatt)

No	Vegyszer	Képlet	konc.
16	Ecetsavoldat	CH ₃ COOH	2 mol l ⁻¹
17	Ammóniaoldat	NH ₃ (aq)	25 %
18	ammónium-karbonát-oldat	(NH ₄) ₂ CO ₃	2 mol l ⁻¹
19	ammónium-oxalát-oldat	(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	0,25 mol l ⁻¹
20	ammónium-szulfát-oldat	(NH ₄) ₂ SO ₄	1 mol l ⁻¹
21	kalcium-szulfát-oldat	CaSO ₄	telített
22	Perklórsavoldat	HClO ₄	10 %
23	kálium-dikromát-oldat	K ₂ Cr ₂ O ₇	0,05 mol l ⁻¹

A felügyelőtől kaphatsz tiszta anyagokat a reakciókat kipróbálni:

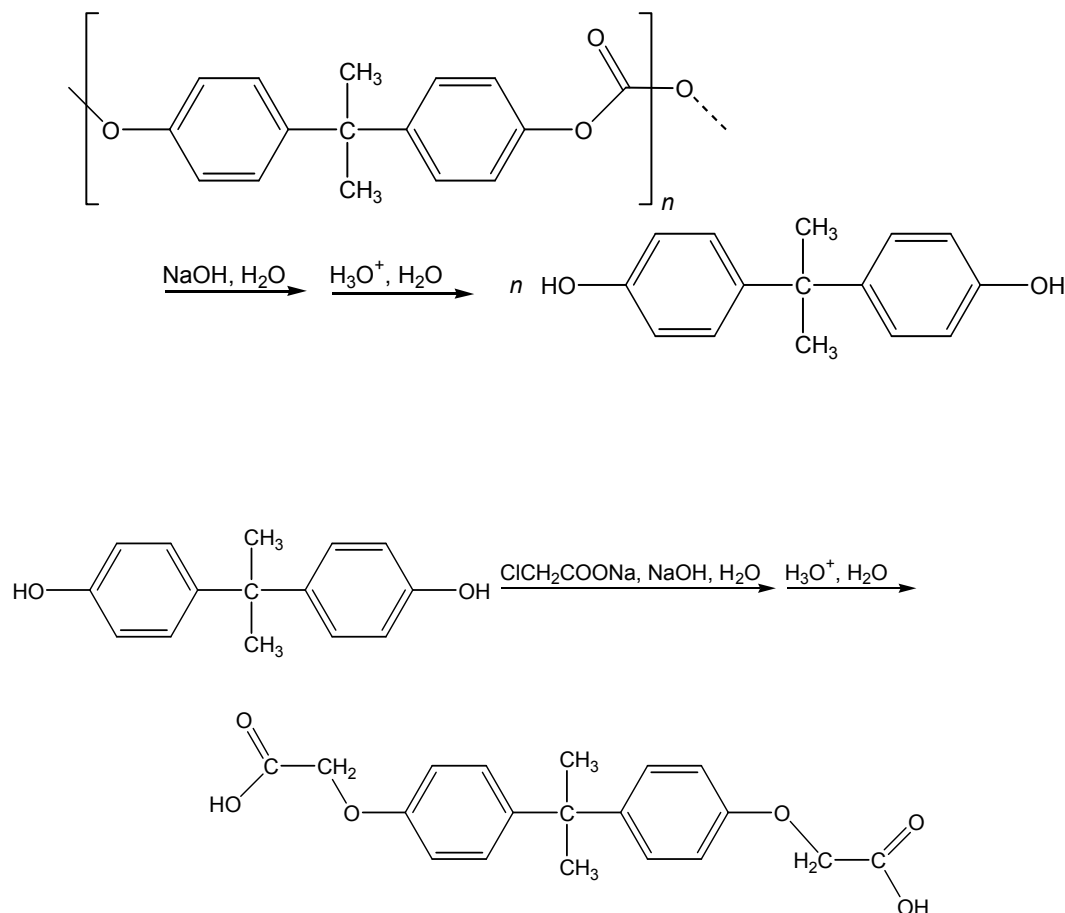
No	Vegyszer	Képlet
24	bárium-klorid dihidrát	BaCl ₂ · 2 H ₂ O
25	kalcium-klorid hexahidrát	CaCl ₂ · 6 H ₂ O
26	stroncium-klorid hexahidrát	SrCl ₂ · 6 H ₂ O

1. Kétlépéses szintézis a 2,2-bisz(*p*-fenilénoxiecetsav)propán [biszfenol A–bisz-(karboximetil)-éter] előállítására (100 pont)

- Bevezetés

Az első lépésben a biszfenol A nátriumsóját egy polikarbonát lúgos hidrolíziséből kapjuk meg. Sav hozzáadásakor ez a só a szabad 2,2-bisz(4-hidroxifenil)propánná (biszfenol A-vá) alakul.

A második lépésben a biszfenol A reagál nátrium-klóracetáttal, és egy fenoléter, a biszfenol A-bisz(karboximetil)éter keletkezik.



- A terméket mindkét lépésben izolálni kell.
- Amikor beadod az első lépés után az A jelű főzőpohárban a terméket, akkor kapsz 2.00 g biszfenol A-t, amivel elkezdheted a második lépést.

•

- Recept

1. lépés: A biszfenol A előállítása egy polikarbonát lúgos hidrolízisével

- Tedd a 100 ml-es csiszolatos Erlenmeyer lombikba az előre kimért 2,54 g polikarbonátot (No. 1), 4,0 g nátrium-hidroxidot (No. 5) és 3 ml deszt. vizet!
- Zárd le a műanyag dugóval a lombikot és óvatosan lötyögtetve keverd, de úgy, hogy az oldat ne menjen a csiszolatra! Időnként nyisd ki

a dugót! A nátrium-hidroxid részleges oldódása miatt erőteljesen fel fog melegedni az edény.

- 4 perces kevergetés után vedd ki a dugót, rakd a lombikba a keverőbabát és tedd a rezsóra! A teflon közdarab segítségével csatlakoztasd a vízzel hűtött visszafolyós hűtőt a lombikhoz! Rögzítsd az állványhoz biztonságosan az egészet!
- Végül kevertetés közben adj hozzá 20 ml etanolt (No. 2) a hűtőn keresztül!
- A rezsó fűtését állítsd maximumra! Ha elkezd a keverék forni, csökkentheted a melegítést, de a forrás maradjon! Forrald a reakcióelegyet 60 percig reflux alatt!

A várakozások közben állj neki az analitikai feladatnak!

- A forralás közben fehér csapadék válik ki.

Izolálás:

- Egy óra eltelte után kapcsold ki és távolítsd el a fűtést! Hagyd az elegyet szobahőmérséklet közelébe hűlni, majd vedd le a hűtőt! Adj hozzá 25 ml deszt. vizet és vidd át a reakcióelegyet a 400 ml-es pohárba! Öblítsd át az Erlenmeyert újabb 25 ml deszt. vízzel, amit szintén a pohárba öntesz!
- Egészítsd ki 150 ml-re az egészet deszt. vízzel!
- Ha a reakcióelegy nem tiszta, üveggyapoton keresztül szűrd át egy Erlenmeyer-lombikba!
- Üvegbottal folyamatosan kevergetve, lassan adj hozzá 15 ml sósavat (No. 3)! Olajos jellegű, esetleg kristályos csapadék válik le.
- Adj hozzá biszfenol A (No. 27) kristálykákat, amivel a kristályosodás meggyorsítható!
- Alaposan keverd át az elegyet az üvegbottal! Akkor lesz a kristályosodás kvantitatív, ha a keverést időről-időre addig ismételed, amíg a felülúszó vizes oldat majdnem teljesen tiszta lesz.
- Vákuumszűrőn gyűjtsd össze a nyers terméket! Mosd át kétszer 10 ml deszt. vízzel és kvantitatíve vidd át az előre lemért tömegű pohárba!

- Ekkor kapsz egy kis edényt, amiben 2,00 g of biszfenol A (No. 28) van, amivel elkezdheted a második lépést.

2. lépés A 2,2-bisz(*p*-fenilénoxiecetsav)propán [biszfenol A–bisz(karboximetil)éter] előállítása biszfenol A és klórecetsav reakciójával

- Öntsd a 100 ml csiszolatos Erlenmeyer-lombikba a kapott összes biszfenol A-t (No. 28)!
- Adj hozzá 10 ml nátrium-hidroxid-oldatot (No. 6) és 1 ml deszt. vizet! Tedd bele a keverőbabát!
- Tedd a lombikot a rezsóra! A teflon közdarab segítségével csatlakoztasd a vízzel hűtött visszafolyós hűtőt a lombikhoz! Rögzítsd az állványhoz biztonságosan az egészet!
- Melegítsd az elegyet enyhe kevertetés közben addig, amíg tiszta oldatot nem kapsz!
- Távolítsd el a rezsót és a hűtőt! Töltsd az elegybe az 5.0 g nátrium-klóracetátot (No. 4)!
- A hűtőt visszahelyezve erőteljes keverés közben forrald a keveréket 30 percig!
- A melegítés hatására kezdetben tiszta oldat alakul ki. Néhány esetben fehér csapadék válik ki. Ha az egész elegy megszilárdulna, a fűtést **le kell állítani!**
- A forralás befejeztével nagyon óvatosan (a hirtelen beinduló forrásra számítva!) csurgass az elegybe a hűtőn keresztül 50 ml etanolt (No. 2)! Kevertesd és forrald az elegyet 5 percig! Eközben fehér csapadék válik le, vagy a már megkezdődött kristályosodás fejeződik be.

Izolálás:

- Miután 5 percig hagytad hűlni az elegyet, kvantitatív módon vidd át a főzőpohárba egy újabb 50 ml etanol (No. 2) segítségével! Az elegyet jól fel kell keverni!
- Szedd ki a keverőbabát és vákuumszűrőn szűrd át az elegyet! A szűrletből kiváló anyaggal nem kell foglalkozni. A poharat 10 ml etanollal

(No. 2) öblítsd át! Mossad a csapadékot kétszer 10 ml etanollal (No. 2)! (A szűrletet a szerves gyűjtőbe kell önteni!)

- Kvantitatív módon vidd vissza a csapadékot a főzőpohárba, rakd bele a keverőbabát és oldjad fel 150 ml deszt. vízben! Az elegyet erőteljesen kevertetni kell. A nagyobb darabokat a spatulával kell szétnyomni.
- Ha az oldat nem tiszta, redős szűrőn kell egy Erlenmeyer-lombikba szűrni.
- A kevertetett elegyhez lassan 5 ml sósavat(No. 3) adva fehér csapadék keletkezik.
- Vákuumszűrőn gyűjtsd össze a nyers terméket! Mossad kétszer 10 ml deszt. vízzel és kvantitatív módon vidd át az előre lemért tömegű pohárba!
- A mikrospatulával tegyél ki egy kis részletet a termékből a fehér nyersanyag lapra, nyomkodd szét, hogy megszáradjon! Tölts meg három olvadáspontmérő kapillárist a homogenizált szárított mintával! A csövecskéket 5 mm magasan, jó tömörre kell tölteni. Ehhez használd a 75 centis üveg ejtőcsövet!

1.1. *Kiindulásként 2,54 g polikarbonátot kaptál. Határozd meg az elméletileg kapható biszfenol A mennyiségét g-ban! (2 pont)*

1.2. *Határozd meg a 2,00 g biszfenol A-ból elméletileg kapható biszfenol A-bisz(karboximetil)éter mennyiségét g-ban! (2 pont)*

1.3. *A második lépés során nem kívánt melléktermékek képződése lehetséges. Írd fel a két legvalószínűbb melléktermék szerkezeti képletét! (6 pont)*

1.4. *Az 1. lépés termelése: (30 pont)*

1.5. *Az 1. lépés termékének olvadáspontja: (10 pont)*

1.6. *A 2. lépés termelése: (30 pont)*

1.7. *2. lépés termékének olvadáspontja: (20 pont)*

2. Egy szupravezető kvalitatív és kvantitatív analízise (113 pont)

- Bevezetés

A lantán-kuprát (La_2CuO_4) alapú szupravezetők általános képlete:

$\text{La}_x\text{M}_{(2-x)}\text{CuO}_4$ (M = Ca, Sr, Ba).

A feladat két részből áll, amelyeket tetszés szerinti sorrendben végezhetsz:

- az alkáliföldfém(ek) kvalitatív azonosítása
- a lantán és réz kvantitatív meghatározása.

- Eljárás

2.1 Az alkáliföldfém(ek) kvalitatív azonosítása (Ha a fülke foglalt, belekezdhetsz a titrálásba is: 2.2)

Ebben a részben a szilárd szupravezető mintát ($\text{La}_x\text{M}_{(2-x)}\text{CuO}_4$; No. **14**) kell használnod.

Először a lantánt kell oldhatatlan csapadék formájában elválasztanod.

Mindent a fülke alatt kell csinálni!

Egy kis főzőpohárban oldd fel a teljes mintát 5 ml perklórsavoldatban (No. **22**) melegítve! Ha megvan, adj hozzá 5 ml deszt. vizet! Hűtsd langyosra az oldatot!

Adj hozzá kb. 5 ml deszt. vizet és annyi ammóniaoldatot (No. **17**), hogy az oldat lúgos legyen! A lantán hidroxid formájában leválik, a réz pedig mélykék tetrammin komplexet képez. Szűrd ki a csapadékot és mossad egy picike deszt. vízzel!

A szűrlethez adj ammónium-karbonát-oldatot (No. **18**) feleslegben és forrald néhány percre! Az alkáliföldfém(ek) karbonát formájában kiválnak. Szűrd ki a csapadékot és mossad párszor egy kis deszt. vízzel!

A csapadékot oldjad fel ecetsavban (No. **16**)! Adj hozzá nátrium-acetátot (No. **8**) és feleslegben kálium-dikromát-oldatot (No. **23**)! Bárium jelenlétében leválik a sárga BaCrO_4 . Egy percre forrald a keveréket és szűrd ki a bárium-kromátot! Mossad kis deszt. vízzel!

(Ha nem lenne bárium-kromát csapadék, akkor folytasd úgy, mintha lett volna!)

Adj a tiszta szűrlethez annyi ammóniaoldatot (No. 17), hogy lúgos legyen! Adj hozzá feleslegben ammónium-karbonát-oldatot (No. 18) és forrald a keveréket pár percig! Stroncium és/vagy kalcium jelenlétében fehér karbonát csapadék(ok) válnak le.

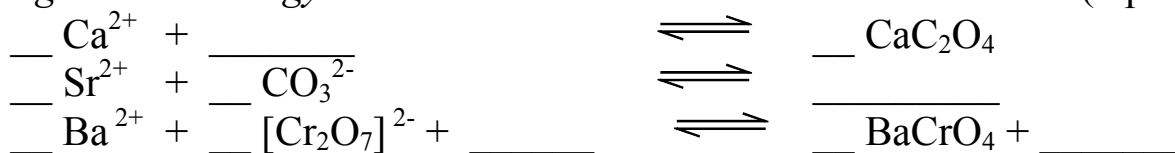
Szűrd ki a csapadékot és mosd párszor deszt. vízzel!

Aztán oldjad fel kb. 2 ml deszt. víz és néhány csepp sósav (No. 3) keverékében! A kapott oldatot osszad ketté két kémcsőbe!

- Az egyikhez adj telített kalcium-szulfát-oldatot (No. 21)! Stroncium jelenlétében egy kevés stroncium-szulfát válik le. A csapadék leválását siettetheted, ha a kémcső falát üvegbottal vakargatod.
- A másik kémcsőhöz adj ammónium-szulfát-oldatot (No. 20)! Stroncium és/vagy kalcium jelenlétében leválik a fehér szulfátcsapadék. Szűrd ki és nagyon kevés deszt. vízzel mossad!
A szűrlethez adj 1 ml ammónium-oxalát-oldatot (No. 19). Kalcium jelenlétében néhány perc után leválik a fehér kalcium-oxalát.

Milyen alkáliföldfém(ek) található(ak) a szupravezetőben? (30 pont)

Egészítsd ki az egyenleteket! (2 pont)



Szupravezető törzsoldat készítése

A szupravezető oldatát ($\text{La}_x\text{M}_{(2-x)}\text{CuO}_4$ perklórsavban oldva; No. 13) az egyik mérőlombikban találod. Töltsd jelre (250,0 ml) deszt. vízzel! Ez lesz a törzsoldat.

2.2 A lantán és réz együttes mérése

A törzsoldat 25.00 ml-es részletét vidd át egy Erlenmeyer lombikba! Adj hozzá 5-6 púpozott spatula nátrium-acetátot (CH_3COONa ; No. 8) és 2 mikrospatula xilenolnarancs indikátort (No. 15), majd az oldat térfogatát deszt. vízzel egészítsd ki kb. 75 ml-re.

A meghatározás közben a pH 6 körül kell, hogy legyen, ha nem annyi, adj hozzá még nátrium-acetátot!

Titráld az oldatot Na₂-EDTA-val (No. 7). Az oldat színe halvány ibolyából élénk világoszöldre vált. (Közben a szín többször változik.)
Ismételd az eljárást, ahányszor szükséges!

A 0,1000 mol l⁻¹ EDTA átlagfogyása: (35 pont)

2.3 A réztartalom meghatározása

A törzsoldat (No. 13) 25,00 ml-es részletét vidd át a 100 ml-es mérőlombikba és töltsd jelre deszt. vízzel!

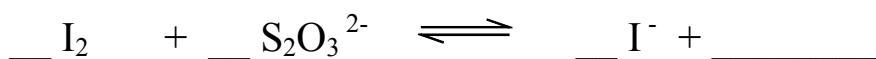
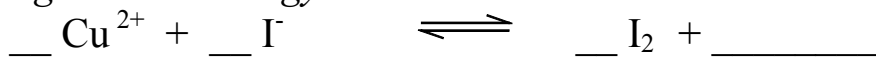
Minden titráláshoz mérj be ebből az oldatból 25,00 ml-t egy Erlenmeyer lombikba és adj hozzá annyi nátrium-hidroxid-oldatot (No. 6), hogy lúgos legyen. Eközben kék csapadék képződik. Adj hozzá kénsavoldatot (No. 12), amíg fel nem oldódik a kék csapadék. Az oldatnak savasnak kell lennie (pH 1–2) és kis mennyiségű fehér csapadék lesz benne.

Adj hozzá 10 ml nátrium-jodid-oldatot (No. 9), és rázogasd kb. 1 percig az Erlenmeyer lombikot! Titráld nátrium-tioszulfát oldattal (No. 10)! A titrálás végpontja közelében adj hozzá keményítőoldatot (No. 11)! A titrálás végpontján az oldatnak legalább 60 másodpercig színtelennek kell maradnia.

Ismételd az eljárást, ahányszor szükséges!

A 0,01000 mol l⁻¹ Na₂S₂O₃ átlagfogyása : (35 pont)

Egészítsd ki az egyenleteket! (3 pont)



A törzsoldatban található réz és lantán tömege (mg-ban): (3 pont)

A következő fogyásokat használva: 39,90 ml-t a 0,1000 mol l⁻¹ EDTA oldatból és 35,00 ml-t a 0,01000 mol l⁻¹ Na₂S₂O₃ oldatból számítsd ki a La_xM_(2-x)CuO₄ (M = Ca és/vagy Sr és/vagy Ba) képletben szereplő x értékét és add meg a szupravezető pontos képletét! (5 pont)

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: o319tz@tigris.unideb.hu (az első karakter o-betű, nem pedig 0!), Telefon: 06 30 313 9753.

Tóth Zoltán, Kiss Edina és Búzásné Nagy Gabriella

Egy térszemlélet mérésére alkalmas teszt hazai adaptációja*

Bevezetés

A kémia oktatása során az anyagok tulajdonságait és átalakulásait három szinten tárgyaljuk, értelmezzük (Tóth, 2000, 2002a, 2002b):

- (1) az érzékelhető valóság szintjén (makroszinten);
- (2) a szemmel nem látható, az anyagot felépítő részecskék (atomok, molekulák, ionok) szintjén (szubmikroszinten);
- (3) és a kémia jellemző szimbólumrendszerének (vegyjelek, képletek, reakcióegyenletek, kémiai mennyiségek) felhasználásával (szimbólumszinten).

Mivel a makro- és a szubmikroszintű értelmezés különbözik egymástól, ez a háromszintű tárgyalásmód sok problémát okoz a kémia tanítá-

* A *Magyar Pedagógia* című folyóiratban (103. évfolyam, 4. szám, 2003) megjelent Tóth Z., Kiss E. és H.-D. Barke: „Egy kémiatanításban használható térszemléleti teszt hazai adaptációja” című tanulmány rövidített változata.

sában és tanulásában (Brosnan, 1999; Tóth, 2002a, 2002b). Ugyancsak nehézséget okoz, ha azt a hibát követjük el, hogy a három szintet egyszerre akarjuk tanítani (Johnstone, 2000; Tóth, 2000, 2002a). A legnagyobb baj azonban - ahogy erre Gabel (1999) utal cikkében -, hogy a „modern” kémiaoktatás a makroszintű tulajdonságokat és jelenségeket főként a legelvontabb szinten, a szimbólumok szintjén igyekszik tárgyalni és értelmezni. Barke (1997) szerint a makroszintű tárgyalást a szubmikroszintű értelmezésnek kell követni, és csak ezután térhetünk át a szimbólumok szintjére. Szerinte a különböző szerkezeti modellek, mint közvetítők szerepelnek a makroszint és a szimbólumszint között (1. táblázat).

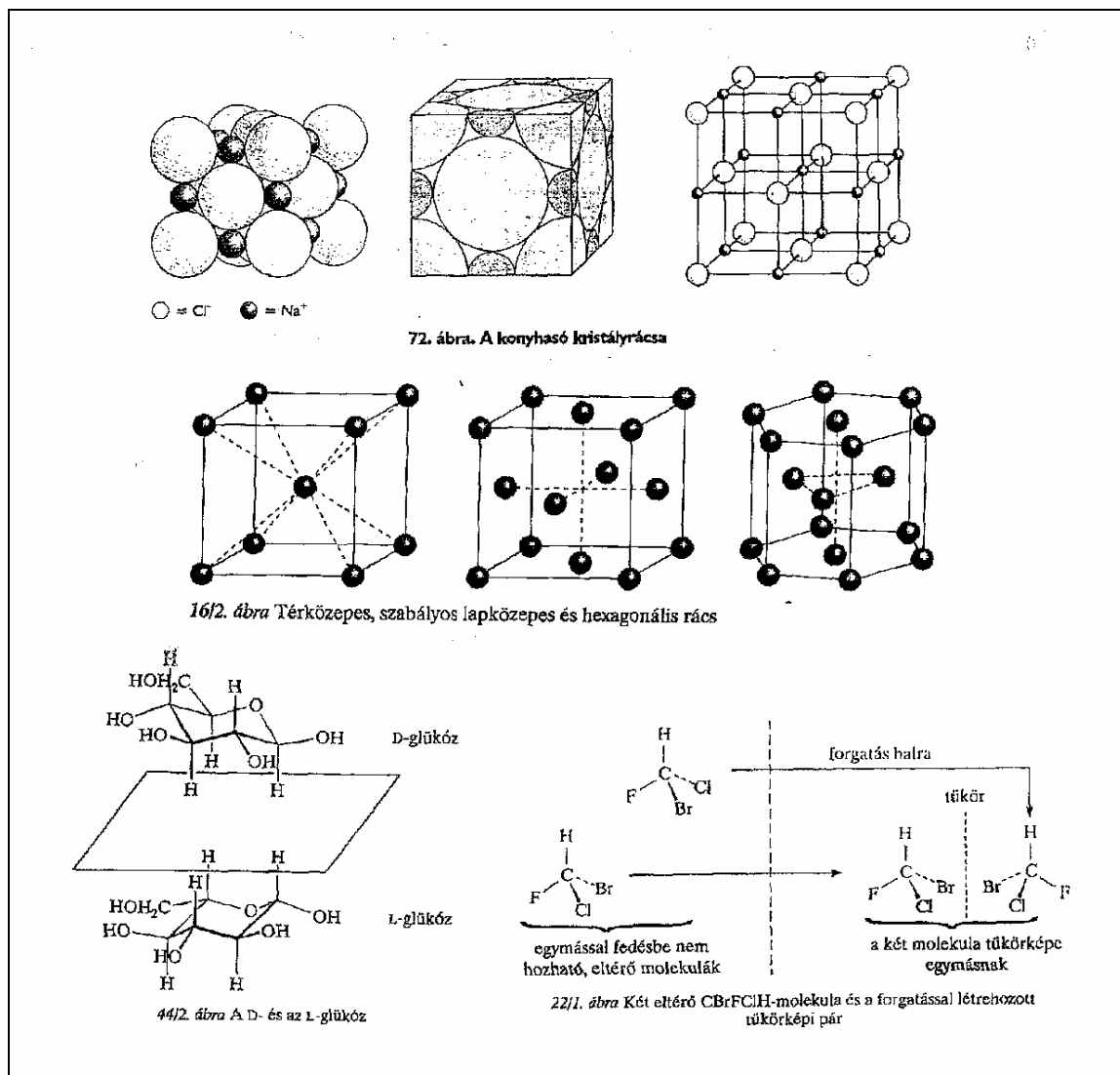
1. táblázat: A szerkezeti modellek, mint közvetítők a makroszint és a szimbólumszint között (Barke, 1997. 379. o.)

<i>MAKROSZINT</i>	<i>Az anyag és tulajdonságai</i>	<i>Az anyag átalakulásai</i>
↓	↓	↓
<i>SZUBMIKROSZINT</i> Szerkezeti modellek	Az anyag szerkezeti modellje, a szerkezet legkisebb egységei	Az anyag szerkezeti modellje az átalakulás előtt és után
↓	↓	↓
<i>SZIMBÓLUMSZINT</i> Kémiai szimbólumok	A legkisebb szerkezeti egység szimbóluma, a kémiai képlet	Szerkezeti képlettel, majd kémiai képlettel felírt reakcióegyenlet

A kémiában leggyakrabban használt szerkezeti modellek a kristályrács-modellek és a molekulamodellek (Mojzes, 1984). Ezek rajzaival és fényképeivel gyakran találkozhatunk a kémiatankönyvekben. (Egy ilyen összeállítás látható az 1. ábrán.)

A közismereti kémia tanítása általában 12-16 éves kor között történik. A térbeli modellek és különösen síkbeli reprezentációjuk helyes értelmezése megfelelő szintű térszemléletet igényel a tanulóktól. Irodalmi adatok (Kárpáti, 2002, 2003; Séra, Kárpáti és Gulyás, 2002) bizonyítják,

hogyan ebben a korban még fejleszthető a tanulók térszemlélete. A kémia eredményes tanulásához szükséges térszemléletet, a térbeli alakzatok két-dimenziós reprezentációjának helyes értelmezését elsősorban gondosan megtervezett modellezési feladatokkal fejleszthetjük. Ezt támasztják alá *Kárpáti Andrea* és munkatársai vizsgálatai is, akik azt találták, hogy „a leghatásosabb fejlesztő eljárások mindegyike valós térben végzett művelet: plasztika, modellezés, tárgyalkotás” (*Kárpáti, 2003. 103. o.*).



1. ábra. Néhány példa a kémia tankönyvekben található szerkezeti modellekre

Eredményt csak a következő lépésekből álló modellezési gyakorlatoktól remélhetünk:

1. modellépítés leírás alapján;

2. ábrarajzolás modell alapján;
3. modellépítés ábra alapján;
4. ábrarajzolás ábra alapján (*Mojzes*, 1984).

Ilyen jellegű és célzatú modellezési feladatok a magyar kémiaoktatásban ismertek (*Soltész*, 1988-2003). Ezek elsősorban szerves vegyületek (cukrok, ciklikus szénhidrogének) molekulamodelljeire épülnek. Bár a modellezési gyakorlatok során gyakran számoltak be a – többnyire egyetemista korosztályhoz tartozó – résztvevők eredményességének lényeges javulásáról (*Kiss és Németh*, 2002; *Kiss és Soltész*, 2000; *Németh és Soltész*, 2002; *Németh, Kiss és Soltész*, 2002; *Soltész*, 2003; *Soltész és Kiss*, 2000), megfelelő mérőeszköz híján ez nem bizonyítja a térszemlélet fejlődését. Így legfeljebb a hasonló típusú modellezési feladatok megoldásában való jártasság minősíthető.

A kémia eredményes tanulásához tehát megfelelően fejlett térszemlélet szükséges. Ennek szintjét, illetve a fejlesztési gyakorlatok eredményességét csak alkalmas mérőeszköz birtokában ellenőrizhetjük. *Munkánk célja egy olyan térszemléleti teszt kiválasztása volt, amely alkalmas a kémia tanulásához szükséges térszemlélet mérésére.*

A térszemlélet fogalmáról, összetevőiről és mérésének lehetőségeiről részletes magyar nyelvű tanulmányok (*Kárpáti*, 2002, 2003; *Séra, Kárpáti és Gulyás*, 2002) állnak rendelkezésünkre, ezért itt csak a számunkra legfontosabb ismereteket foglaljuk össze.

Térszemléleten vagy más néven téri képességen „két- és háromdimenziós alakzatok észlelésének és az észlelt információk, tárgyak és viszonylatok megértésének és problémák megoldására való felhasználásának képességét értjük” (*Séra, Kárpáti és Gulyás*, 2002. 19. o.). Az első térszemléletet mérő papír-ceruza tesztet 1915-ben publikálták, és azóta számos tesztet fejlesztettek ki a térszemlélet különböző komponenseinek mérésére (lásd pl. *Séra, Kárpáti és Gulyás*, 2002. 29-30. o.). Ezek között találunk mind téri orientációt (kocka összehasonlítás, kártyaforgatás), mind vizualizációt (forma összeillesztés, papírhajtogatás, felületkialakítás) mérő tesztek.

Magyarországon *Kárpáti Andrea, Gulyás János* és *Séra László* dolgoztak ki térszemléletet mérő tesztek az elmúlt tíz évben (*Kárpáti*, 2002, 2003; *Séra, Kárpáti és Gulyás*, 2002). A tesztfeladatok elkészítésekor a térszemlélet két képességfaktorát, a felismerést és a manipulációt feltételezték (*Kárpáti*, 2002. 103. o.). A tesztek elsősorban az alap- és középfokú rajzpedagógiai témakörökhöz és a geometriai tananyaghoz kapcsolódó

feladatokat tartalmaztak (Kárpáti, 2003. 101. o.). A bemért feladatokból álló feladatbankot két korcsoport, hetedik osztályosok és tizenegyedik osztályosok számára állították össze.

Szintén az elmúlt évtizedben jelent meg a nemzetközi kémiadidaktikai szakirodalomban egy kémiai tartalmú feladatokat is tartalmazó, *Hans-Dieter Barke* nevéhez fűződő térszemléleti teszt (továbbiakban *Barke-féle teszt*) (*Barke és Kührke*, 1992). Ennek a tesztnek az itemjei elsősorban a képzeleti munkát, a manipulációt mérik, melynek kitüntetett szerepe van a kémiában használatos térszerkezeti modellekkel való műveletekben. A *Kárpáti Andrea* és munkatársai által kidolgozott tesztekkel ellentétben *Barke* ugyanazokat a feladatokat használta különböző korosztályokhoz (7-12. évfolyamokhoz) tartozó tanulók térszemléletének mérésére. A kémiai tartalom, a különböző korú tanulóakra alkalmazható itemek, valamint a főleg manipulációs képességet (más térszemléleti modellek terminológiájában: a vizualizációt) mérő feladatok miatt úgy döntöttünk, hogy idehaza is kipróbáljuk ezt a tesztet. Alkalmazása ráadásul lehetőséget nyújt eredményeink más, külföldi mérések eredményeivel való összevetésére is.

Mivel a tesztnek csak angol nyelvű változata állt rendelkezésünkre, ezért először lefordítottuk magyarra, majd próbamérések során ellenőriztük a teszt használhatóságát különböző korú magyar tanulók körében.

Közleményünk első részében

- (1) összefoglaljuk a nemzetközi szakirodalomban a teszt felhasználásával kapcsolatos eredményeket;
- (2) és ismertetjük a teszt hazai adaptációjával kapcsolatos tapasztalatainkat.

Közleményünk második részében közzé tesszük az átdolgozott *Barke-féle tesztet* válaszlappal és megoldó kulccsal.

A *Barke-féle térszemléleti teszt felhasználásával kapcsolatos irodalmi adatok*

Az irodalmi eredmények összefoglalása előtt szükséges megjegyeznünk, hogy a most következő vizsgálatokban a minta kiválasztása általában egy-egy iskolára, sokszor néhány osztályra korlátozódott, tehát egyáltalán nem tekinthető reprezentatívnak.

A térszemlélet és az életkor kapcsolata

A térszemlélet és az életkor kapcsolatának vizsgálatát célozták azok a kutatások, amelyek során párhuzamosan vizsgálták hetedik ($N =$

125 fő), nyolcadik (N = 71 fő) és kilencedik osztályos (N = 59 fő) német diákok térszemléletét és IQ-ját (Barke, 1978, 1993). A kapott eredmények szerint az egyes évfolyamok térszemléleti teszten elért átlageredményei (27,3%, 30,0%, illetve 36,9%) egyre nőttek. Különösen nagy fejlődés volt megfigyelhető a nyolcadik és a kilencedik évfolyam között. A lányok teljesítménye valamennyi évfolyamon a fiúké alatt maradt. A térszemléleti teszten elért eredmény és az IQ között csak nyolcadik és kilencedik osztályban volt szignifikáns korreláció, és ez a fiúk esetén erősebbnek bizonyult, mint a lányoknál.

Egy későbbi, 7-12. osztályos német (N = 762 fő) és etióp tanulókkal (N = 743 fő) végzett vizsgálat is megerősítette, hogy a két eltérő kultúrában, különböző iskolatípusokban különböző mértékben ugyan, de a tanulók térszemlélete egyértelmű fejlődést mutatott az életkorral (Barke és Engida, 2001).

Ezek az eredmények az jelzik, hogy **hetedik osztályban a tanulók többségétől még nem várható el, hogy tankönyvi ábrák alapján helyes képet alkosson különböző térbeli szerkezetekről.** Nyolcadik és kilencedik osztályban a térszemlélet az intelligenciával párhuzamosan fejlődik. **Mint hogy a tanulók többsége ebben az életkorban még a konkrét gondolkodási műveletek szintjén van, ezért az anyagi halmazok és a molekulák térszerkezetét modellezéssel, modellépítéssel célszerű tanítani. Fokozatosan át lehet térni a térszerkezeti modellek kétdimenziós ábráinak alkalmazására, de csak úgy, ha az ábrák használatát megfelelő magyarázattal egészítjük ki.**

A térszemlélet fejlesztése szerkezeti modellekkel

Nem vezettek egyértelmű eredményre azok a kutatások, amelyek arra a kérdésre keresték a választ, hogy vajon a térszerkezeti modellek használatával fejleszthető-e a tanulók térszemlélete.

Az egyik vizsgálatba nyolcadik osztályos német diákokat (N = 71 fő) vontak be. A diákokból három csoportot (egy-egy osztály) képeztek (Barke, 1982, 1983, 1993). A kísérleti csoport a számukra kidolgozott négyhónapos tanítási program elején és végén írta meg ugyanazt a térszemléleti tesztet. Az egyik kontrollcsoport térszemléletét a négyhónapos, hagyományos tanítási program előtt és után, a másik kontrollcsoportét pedig csak a négyhónapos, hagyományos tanítási program után mérték. A tanítási program valamennyi csoport esetén a kémiai képlet volt, azonban

a kísérleti csoport a kémiai képlet megállapításához minden esetben szerkezeti modelleket és 3D-sztereoképeket használt.

A kutatás a következő eredménnyel zárult: A tanulás során szerkezeti modelleket használó kísérleti csoport mindkét kontrollcsoportnál jobb teljesítményt ért el a térszemléleti tesztben. Az első kontrollcsoport teljesítménye szignifikánsan jobb volt, mint azé a kontrollcsoporté, amelyik nem írt tesztet a tanítási program elején. Ezek az eredmények azt bizonyítják, hogy a kísérleti csoport teljesítményének növekedése nemcsak annak következménye, hogy a tanulók már ismerték a tesztet, illetve a tudásuk gyarapodott, hanem a szerkezeti modellekkel való munka fejlesztette térszemléletüket is.

Ugyanakkor egy későbbi, tantárgyi tesztel, attitűdvizsgálattal és interjúval kibővített kutatás során egy három hónapos, szerkezeti modelleken alapuló tanítás növelte ugyan a kísérleti csoport (két osztály) tantárgyi tesztben elért eredményét, valamint a tanulók kémiával kapcsolatos attitűdjét, de érdemben nem fejlesztette a térszemléletet a kontrollcsoport-hoz (2 osztály) képest (*Barke és Wirbs, 2002*). Ezt a szerzők úgy magyarázzák, hogy egy három hónapos tanítási program nem elegendő a térlátás fejlesztéséhez.

A fiúk és a lányok térszemlélete, a lányok térszemléletének fejlesztése

Valamennyi, a *Barke*-féle térszemléleti tesztel végzett kutatás során azt találták, hogy a lányok térszemlélete nem éri el a hasonló korú fiúékét. A térszemlélet fejlesztési vizsgálatok pedig azt a meglepő eredményt hozták (*Barke, 1982, 1983, 1993*), hogy a szerkezeti modellekkel végzett manipuláció a lányok térszemléletét nem fejlesztette. Egy, az előzőhöz hasonló, de csak lányok részvételével megvalósított fejlesztési kísérlet eredménye azonban bizonyította, hogy modellezéssel a lányok térszemlélete is fejleszthető. A tanítás során ugyanis **figyelni kell arra, hogy az osztályban, kiscsoportokban megvalósított tanulói modellezések során a fiúk tevékenysége dominál, és általában nem hagyják, hogy a lányok is aktív részesei legyenek a modellekkel való munkálatoknak.**

A fiúk lányokénál fejlettebb térszemléletének különböző okai lehetnek. A két különböző kultúrában (Németországban és Etiópiában) végzett *Barke*-féle vizsgálat (*Barke és Engida, 2001*) a gyerekkori játékok különbözőségének jelentőségére hívja fel a figyelmet. Míg a német iskolások körében - iskolatípustól függetlenül -, valamint az elit számára elérhető etióp magániskolákban tanulók közül mindig a fiúk értek el jobb telje-

sítményt a lányokhoz képest, addig az állami iskolába járó, szegény etióp diákok körében nem volt kimutatható különbség a fiúk és a lányok térszemléletében. A szerzők szerint ennek az a magyarázata, hogy a nyugati típusú kultúrákban a gyerekeknek számos játéka van, és a fiúk és a lányok kedvenc játékaik jellegükben különböznek egymástól. A nyugati kultúrákhoz hasonló a helyzet a gazdag etióp családok gyermekeinél is: a szülők anyagi helyzetüknél fogva meg tudják venni azokat a játékokat gyerekeiknek, amelyek a nyugati kultúrában divatosak. Ezzel szemben a szegény családok gyermekei játék helyett a ház körüli teendőkben tevékenykednek, és ez nem teszi lehetővé, hogy a fiúk és a lányok térszemlélete egymástól eltérően fejlődjen.

Az iskolai oktatás hatása a térszemléletre

A Németországban és Etiópiában különböző iskolatípusban tanuló diákok körében végzett vizsgálat során kiderült, hogy a tanulók térszemlélete évfolyamról évfolyamra fejlődik, és valamennyi iskolatípus esetén megfigyelhető egy ugrásszerű fejlődés is (*Barke és Engida, 2001*). Ez az ugrás a német gimnazisták esetén a kilencedik és a tizedik, az egyéb német középiskolások és az elit iskolában tanuló etióp diákok esetén pedig a tizedik és a tizenegyedik évfolyamok között észlelhető. A tantervek elemzése azt mutatta, hogy ezeken az évfolyamokon (a kilencedik, illetve a tizedik évfolyamon) a matematika, a fizika és a kémia tananyaga különösen sok olyan részt tartalmaz, amely hozzájárulhat a térszemlélet fejlesztéséhez. (Ugyanakkor a szerzők megjegyzik, hogy ez egyelőre csak munkahipotézis, igazolása további vizsgálatokat igényel.)

Az eltérő kultúra hatása a térszemléletre

Az eddigiekben már szót ejtettünk annak a kutatásnak néhány eredményéről, amelynek során két különböző iskolatípusban tanuló 7-12. évfolyamos diákok térszemléletét hasonlították össze Németországban és Etiópiában a *Barke*-féle térszemléleti teszt segítségével (*Barke és Engida, 2001*). A vizsgálatok azt mutatják, hogy a két különböző kultúrában kapott eltérő térszemléleti mutatók elsődleges oka a két ország életszínvonalának nagymértékű különbözősége.

A Barke-féle térszemléleti teszt hazai adaptációjával kapcsolatos eredmények

A teszt angol nyelvű változatát 2003. nyarán fordítottuk le magyarra. A kémiai szempontból előzetesen lektorált változatot használtuk méréseinkhez, amelyeket két, egymástól korösszetételben különböző mintán végeztünk el.

A felmérés célja

A teszt kipróbálásának, a két mintán elvégzett felmérésnek a következő céljai voltak:

- (1) Az alapvető tesztparaméterek meghatározása, összevetése más térszemléleti tesztek paramétereivel, illetve más mintákon kapott paraméterekkel.
- (2) A térszemlélet fejlettségét befolyásoló legfontosabb tényezők (pl. kor, nem) vizsgálata, illetve összevetése korábbi tapasztalatokkal.
- (3) A térszemléleti feladatok megoldása során alkalmazott stratégiák és háttértudás felderítése.

A tesztfelvétel körülményei

A tesztet két mintán próbáltuk ki. Az *1. minta* a Debreceni Egyetem Természettudományi Karának kémia- és nem kémia szakos hallgatóiból, összesen 81 főből állt. A mérést 2003. őszén végeztük. A *2. minta* a Sárospataki Református Kollégium Gimnáziumának 7-12. osztályos tanulóiból, összesen 228 diákból állt. A tesztfelvétel 2004. tavaszán történt. Háttérváltozóként a felmérésben résztvevők korát, nemét, szakját/osztályát, a középiskolások esetén a félévi matematika és kémia osztályzatát rögzítettük. A minták összetételét a *2. táblázat* tartalmazza.

A tesztfelvétel időtartamát és módját közleményünk második részében mutatjuk be a térszemléleti teszt szerkezetével, a feladatokkal, és a válaszlehetőségekkel együtt.

2. táblázat. A térszemléleti teszt hazai kipróbálásában résztvevők

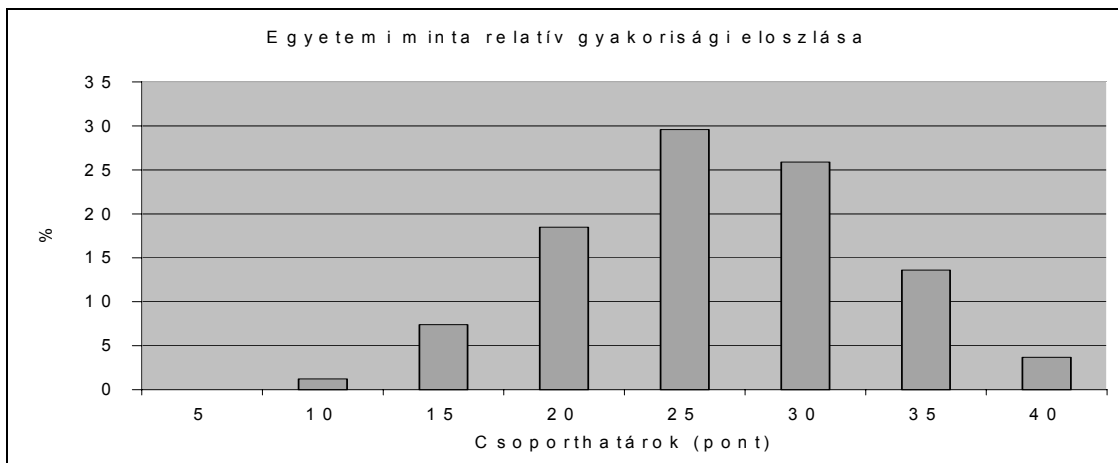
	Férfi	Nő	Összesen
Az 1. minta összetétele			
Egyetemi hallgatók (TTK-s, nem kémia szakos)	21	39	60
Egyetemi hallgatók (kémia szakos)	5	16	21
1. minta összesen	26	55	81
A 2. minta összetétele			
7. osztályos gimnáziumi tanulók	9	14	23
8. osztályos gimnáziumi tanulók	13	8	21
9. osztályos gimnáziumi tanulók	15	15	30
10. osztályos gimnáziumi tanulók	21	39	60
11. osztályos gimnáziumi tanulók	21	28	49
12. osztályos gimnáziumi tanulók	16	29	45
2. minta összesen	95	133	228

Fontosabb tesztmutatók

Az eredmények statisztikai elemzését az SPSS programrendszerrel végeztük el. (A továbbiakban *bármely konkrét feladat*, melyre hivatkozunk, a következő számban tekinthető meg a közzétett, javított teszt feladatai között.)

Az egyes résztesztek (*Pearson-féle*) korrelációs együtthatói 0,605 és 0,837 közöttiek. A teszt megbízhatóságára jellemző reliabilitási együttható (*Cronbach- α*) 0,838. Figyelembe véve, hogy a vizuális-téri képességek mérésére szolgáló ismertebb tesztek reliabilitási együtthatója 0,75 és 0,92 között változott (*Séra, Kárpáti és Gulyás, 2002. 30. o.*), valamint a *Kárpáti Andrea* és munkatársai által kifejlesztett mérőeszköz *Cronbach- α* értéke is 0,7169-0,9268 közöttinek adódott (*Kárpáti, 2002. 108. o.*), az általunk kapott eredmény elfogadhatónak mondható.

A 40 item közül tíz (1. minta), illetve négy (2. minta) feladat teljes teszttel való korrelációjának szignifikancia szintje meghaladta az 1%-ot. Ennek oka az volt, hogy a feladat vagy nagyon könnyűnek (megoldási sikeresség > 90%), vagy nagyon nehéznek (megoldási sikeresség < 27%) bizonyult. (Nagyon könnyű volt például az 5.3., nagyon nehéz volt az 1.5., az 1.6. és a 2.7.) Ezek az itemek tehát azért „rosszak”, mert nem differenciálnak eléggé.



2. ábra. A Barke-féle térszemléleti teszten kapott eredmények eloszlása az 1. minta esetén ($N = 81$)

A 2. és a 3. ábrán látható a felmérés eredményeként kapott két hisztogram. A két eloszlási függvény (különösen a 2. mintáé) kissé aszimmetrikus.



2. ábra. A Barke-féle térszemléleti teszten kapott eredmények eloszlása a 2. minta esetén ($N = 228$)

Amint az a 3. táblázatból kitűnik, legnehezebbnek a „Gömbrendezés”, legkönnyebbnek a „Számolás elemi cellából” és a „Gömbretek egymásra helyezése” című feladatcsoport bizonyult mindkét minta esetén.

Úgy tűnik, hogy a vizsgálatba bevont egyetemi hallgatóknak és középiskolás diákoknak nem okozott nehézséget az utolsó két részteszt kémiai jellege.

3. táblázat. A térszemléleti teszten és résztesztjein kapott eredmények főbb mutatói

Részteszt	Átlagpont (%) ± Szórás	
	1. minta (N = 81)	2. minta (N = 228)
1. Kockarendezés	4,56 (57,0%) ± 1,62	4,60 (57,5%) ± 1,57
2. Gömbrendezés	3,82 (47,8%) ± 1,56	3,89 (48,6%) ± 1,54
3. Gömbrétegek egymásra helyezése	5,21 (65,1%) ± 2,23	5,21 (65,1%) ± 2,12
4. Számolás elemi cellából	5,68 (71,0%) ± 1,77	5,02 (62,8%) ± 2,01
5. Modellek tükrözése és forgatása	4,96 (62,0%) ± 1,86	4,67 (58,4%) ± 1,66
TELJES TESZT	24,2 (60,5%) ± 6,35	23,4 (58,5%) ± 6,43

A térszemlélet és az életkor kapcsolata

A gimnazisták (2. minta) esetén lehetőségünk volt annak vizsgálatára is, hogy milyen kapcsolatban van a Barke-féle térszemléleti teszten elért eredmény az életkorral (pontosabban a tanuló évfolyamával), és mennyire megbízható a teszt a különböző korosztályok esetén, azaz valóban alkalmazható-e ugyanaz a teszt például a hetedikesek és a tizenkettődikesek térszemléletének mérésére.

A kapott adatokból kiderül, hogy a teszten elért teljesítmény nő az életkorral. A két változó közötti kapcsolatra 0,403-as korrelációs együtthatót kaptunk $p < 0,01$ szignifikancia szinten, ami szoros korrelációra utal. Ez összhangban van azzal a szakirodalmi adattal, amely szerint a térszemlélet 12-16 éves korban még fejlődik és fejleszthető (Barke, 1978, 1993; Barke és Engida, 2001; Kárpáti, 2002).

A Barke-féle térszemléleti teszt megbízhatósága és az életkor között is szoros kapcsolat van: Legkevésbé megbízható a teszt a hetedikeseknél, leginkább megbízható a tizenkettődikesek esetén. A térszemléleti teszt megbízhatóságának életkorral való hasonló változását Kárpáti Andrea és munkatársai (Kárpáti, 2002) is megfigyelték, annak ellenére, hogy ők különböző tesztekkel használták a hetedik és a tizenegyedik évfolyam

vizsgálatára. Feltételezésük szerint az általános iskolában használt tesztek gyengébb megbízhatósága annak tulajdonítható, hogy „ebben az életkorban a térszemlélet kevésbé koherens képesség” (Kárpáti, 2002. 108. o.). A Barke-féle térszemléleti teszt esetében lehetséges okként merülhet fel az is, hogy – mivel a teszt két kémiai jellegű résztesztet (a 4-5. résztesztek) is tartalmaz – az általános iskolások esetén e résztesztek megértéséhez és megoldásához szükséges kémiai háttérismeret hiánya okozza a gyengébb megbízhatóságot. Ennek ellenőrzésére kiszámoltuk a kémiai (4-5. résztesztek) és a nem kémiai jellegű (1-3. résztesztek) itemek eredményességének arányát. Az 4. táblázat negyedik oszlopában feltüntetett arányszámok és a tanulók életkora között azonban nincs korreláció, tehát feltehetően nem a két utolsó részteszt kémiai jellege a felelős a teszt gyengébb megbízhatóságáért. Ugyanakkor a hetedikesek esetén mért 0,71-os reliabilitási együttható még elfogadható, és azt bizonyítja, hogy a Barke-féle teszt valóban alkalmas az általános iskolások térszemléletének mérésére is.

4. táblázat. A teszten elért teljesítmény és a teszt reliabilitási tényezőjének változása különböző évfolyamhoz tartozó részminták esetén

Évfolyam	Átlag (%)	Cronbach- α	A kémiai (4-5) és a nem kémiai (1-3) résztesztek eredményességének aránya
7.	41,8	0,7105	1,12
8.	60,0	0,7449	1,07
9.	52,8	0,7208	1,12
10.	56,1	0,7669	1,00
11.	65,8	0,8344	1,08
12.	66,0	0,8629	1,07

A nemek közötti különbség

Számos irodalmi adat – többek között Kárpáti Andrea és munkatársai (Kárpáti, 2002; Séra, Kárpáti és Gulyás, 200), valamint Barke (Barke, 1982, 1983, 1993; Barke és Engida, 2001) korábban már többször idézett munkája – bizonyítja, hogy a férfiak jobban teljesítenek a térszemléleti teszteken (különösen a manipulációs képességet mérő feladatokban), mint a nők. Az általunk vizsgált mindkét mintában szignifikáns különbség volt a férfiak javára. Ugyanakkor a részminták elemzése során csak a nem

kémia szakos egyetemi hallgatók és a 11. osztályos gimnáziumi tanulók esetén bizonyultak a fiúk szignifikánsan jobbnak, mint a lányok.

A gimnáziumi tanulók esetén kapott adatok elemzése további fontos eredményt szolgáltatott: a 12-18 éves fiúk térszemlélete nagyobb mértékben fejlődik az életkorral (korrelációs együttható: 0,581; $p < 0,01$), mint az ugyanilyen korosztályba tartozó lányoké (korrelációs együttható: 0,328; $p < 0,01$). Hasonló következtetésre jutottak *Kárpáti Andrea* és munkatársai is. Ők a hetedikben még nem, tizenegyedikben viszont jól mérhető különbség okaként feltételezik, hogy „a fiúk valamilyen, a térszemlélettel összefüggő tevékenységet többet vagy hatásosabban végeznek, mint a lányok” (*Kárpáti*, 2002, 112. o.). Hipotézisük szerint ez a tevékenység a számítógépes játék. Megjegyezzük, hogy ennek a hipotézisnek ellentmond azonban a számítógépes játék és a térszemléleti teszt átlaga közötti $-0,02$ -os korrelációs együttható (*Séra, Kárpáti és Gulyás*, 2002. 124. o.).

A matematikai és a kémiai ismeretek hatása a térszemléletre

A matematikai teljesítmények és a térbeli képességek kapcsolata komplex és ellentmondásos annak ellenére, hogy nagyon sokan tanulmányozták (*Séra, Kárpáti és Gulyás*, 2002. 59. o.). *Kárpáti Andrea* és munkatársai az általuk kifejlesztett térszemléleti teszt eredménye és a matematika jegyek között közepes erősségű korrelációt (korrelációs együttható: 0,31) tapasztaltak (*Séra, Kárpáti és Gulyás*, 2002. 124. o.).

Saját vizsgálataink szerint a gimnazisták 12 részmintája közül mindössze négy esetben találtunk szoros korrelációt a matematika jegyek és a teszteredmény között, ezek közül három esetben fiúkból álló részmintákról van szó.

Számunkra különösen fontos kérdés, hogy van-e korreláció a tanulók kémiai háttérismerete és a térszemléleti teszt eredménye között. A vizsgált 12 gimnazista rész minta közül csak két esetben találtunk erős korrelációt a kémia jegyek és a teszteredmény között, az esetek felében a kapott korrelációs együttható kis negatív értéknek adódott. Ezek az eredmények tehát azt sugallják, hogy nincs szoros összefüggés a kémia jegyek és a térszemlélet között. Ez egyrészt azt jelenti, hogy **a kémia tantárgy – jelenleg – nem fejleszti a tanulók térszemléletét**, másrészt azt is jelenti, hogy **a kémiai ismeretek elsajátításának jegyekben kifejezett mértéke kevésbé függ a tanulók térszemléletétől**.

Ezeket a következtetéseket támasztja alá a kémia- és a nem kémia szakos egyetemi hallgatók térszemléleti teszten nyújtott teljesítményének

összevetése is. A 5. táblázat adataiból látható, hogy a nagyjából azonos korosztályhoz tartozó kémia- és nem kémia szakos egyetemi hallgatók közül az utóbbiak átlaga valamivel jobb ugyan a kémia szakosokénál, a kétmintás t -próba szerint azonban a különbség nem szignifikáns.

5. táblázat. A kémia- és nem kémia szakos egyetemi hallgatók teljesítményének összehasonlítása

<i>Az 1. minta részmintái</i>	<i>Átlag</i>	<i>Szórás</i>
Egyetemi hallgatók (kémia szakos)	23,8	6,6
Egyetemi hallgatók (TTK-s, nem kémia szakos)	24,4	6,4

A válaszok tartalmi elemzése

A statisztikai elemzés mellett elvégeztük a válaszok tartalmi elemzését is. Ezt azért is tartottuk fontosnak, mert

(1) a Barke-féle teszttel kapcsolatban megjelent eddigi írások nem taglalták ezt a kérdést;

(2) csak így derülhet fény arra, hogy esetleg néhány feladat megfogalmazása nem egyértelmű, félreérthető; továbbá

(3) szerettünk volna információt kapni arról, hogy a felmérésben résztvevők térszemlélete milyen tipikus téves vonásokat, hiányosságokat tartalmaz, és milyen stratégiákat alkalmaznak térszemléleti problémák megoldásában.

A tartalmi elemzés legfontosabb eredményei a következők:

(a) Az alakzatot felépítő elemek azonosítása számos esetben a (látható) síkbeli ábrán történt, és nem annak elképzelt térbeli megfelelőjén. Így például az 1.5. számú feladatban kevesebben (21%, illetve 27%) jelölték meg a helyes választ, mint az ötödik válaszlehetőséget (35%, illetve 41%), amelyet akkor kapunk, ha az ábrán és nem az elképzelt alakzaton számoljuk meg azokat a kockákat, amelyeknek csak egy oldallapja látszik. Az 1.6. feladat esetén a helyes választ megjelölők részarányával (26%, illetve 27%) nagyjából azonos a második (25%, illetve 25%) és a harmadik (28%, illetve 23%) választ megjelölők aránya. Ebben az esetben a már említett hibás stratégia - az ábrán történő számolás - eredménye – öt olyan kocka látszik, amelynek két oldallapját látjuk – nem szerepel a válaszlehetőségek között, ezért az ilyen hibás eredményre jutott tanulók egy része a 4-et, másik része a 6-ot jelölte meg. Hasonló okokra vezethető vissza az

1.7. feladatra adott tipikusan hibás válasz: a tanulók 24%-a szerint 12 kocka nem látszik.

(b) A „*Modellek tükrözése, forgatása*” című résztesztben a legnagyobb problémát az jelentette, hogy sokan valószínűleg nem tudták, milyen irányt is jelent „az óramutató járásával megegyező irány”. Ezzel magyarázható, hogy például az 5.4. számú feladatban 19%, illetve 14% a „3” számot jelölte meg a többség (56%, illetve 52%) által helyesen megjelölt „4” szám helyett. Ugyancsak ez lehet az oka az 5.8. számú feladat sikertelenségének is. Ennél a feladatnál a helyes választ a tanulók 31%-a, illetve 25%-a találta el, és 36%, illetve 33% jelölte meg azt a hibás (ötödik) választ, amelyhez akkor jutunk, ha fordított irányban végezzük a forgatást.

(c) Elsősorban a „*Számolás elemi cellából*” feladatcsoport esetén tapasztaltuk, hogy a gyakran megjelölt hibás válasz annak következménye, hogy az elemi cellákból az elképzelt kristályrácsot nem a tér három irányában történő kiegészítéssel, hanem csak egy vagy két irányban való építkezéssel hozza létre a megoldók egy része. Ez például a 4.9. feladatnál azt eredményezte, hogy a tanulók 42%-a, illetve 41%-a kapott ebből adódó hibás eredményt (hatodik válasz) a helyes választ adó 48%, illetve 43% mellett.

Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy a *Barke*-féle térszemléleti teszt alkalmas a térszemlélet mérésére, a térszemlélettel kapcsolatos megoldási stratégiák és típushibák feltárására. Ugyanakkor a teszt néhány ponton fejlesztésre szorult. A következő számban már a továbbfejlesztett változatot tekinthetik meg.

Összefoglalás

A kémia tanításában az anyag szerkezetének tárgyalása alapvető fontosságú. Ehhez nyújtanak segítséget a különböző szerkezeti modellek. A térbeli modellek síkbeli reprezentációjának helyes értelmezése azonban megfelelő szintű térszemléletet igényel. A térszemlélet szintjét, illetve fejlesztésének eredményességét csak alkalmas mérőeszköz birtokában ellenőrizhetjük. A nemzetközi kémiadidaktikai szakirodalomban már többször leírt és kipróbált *Barke*-féle térszemléleti teszt öt feladatcsoportban összesen 40 itemet tartalmaz, részben kockákkal és gömbökkel, részben kémiai vonatkozású szerkezeti modellekkel kapcsolatban. A tesztet korábban sikeresen használták a térszemlélet és a tanulók kora, IQ-ja, valamint neme közötti kapcsolat felderítésére; szerkezeti modellekkel történő kémiaoktatási programok térszemlélet-fejlesztésének mérésére; a tananyag és az eltérő kultúra térszemléletre gyakorolt hatásának vizsgálatára. Munkánk során elkészítettük a *Barke*-féle térszemléleti teszt magyar nyelvű változatát és méréseket végeztünk egy 81 fős egyetemi hallgatókból, és egy 228 fős gimnáziumi tanulókból álló mintán. A fontosabb tesztmutatók meghatározása alapján megállapítottuk, hogy a teszt alkalmas a térszemlélet mérésére. A statisztikai elemzés eredménye többnyire összhangban van korábbi hasonló felmérések eredményeivel. E szerint a férfiak térszemlélete fejlettebb a nőkénel, a teszten elért eredmény és az életkor között 12-18 éves korban pozitív korreláció van, és ez a fiúk esetén kifejezettebb. Ugyanakkor nem találtunk pozitív korrelációt a kémia jegyek és a teszteredmény között, valamint nem találtunk szignifikáns különbséget a kémia és nem kémia szakos egyetemi hallgatók térszemléleti tesztben nyújtott teljesítményében. A válaszok részletes tartalmi elemzése rámutatott arra, hogy néhány item esetén pontosítani kell a feladat szövegét, illetve felszínre hozott néhány tipikus, térszemlélettel kapcsolatos hibát. Ilyen például, hogy az alakzatot felépítő egységek azonosítása nem az alakzat elképzelt térbeli képén, hanem a látható kétdimenziós rajzon történik; valamint az, hogy a tesztet írók egy része a kristályrácsot, mint térbeli alakzatot nem az építőegységek háromdimenziós kiegészítésével, hanem csak egy- vagy két dimenzióban történő mozgatásával állítja elő. Figyelemre méltó, hogy a vizsgált minta jelentékeny hányada nincs tisztában azzal, hogy milyen irányt jelent az óramutató járásával megegyező irány. Az egyes itemek formai és tartalmi értékelése után javaslatot tettünk a teszt kisebb mértékű továbbfejlesztésére.

A szerzők köszönetüket fejezik ki Soltész György egyetemi adjunktusnak (Debreceni Egyetem, Kémiai Szakmódszertani Részleg) a térszemléleti teszttel kapcsolatos kritikai észrevételeiért.

A kutatást az OTKA (T-034288) támogatta.

Irodalom

- Barke, H.-D. (1978): *PhD thesis*. University of Hannover, Hannover.
- Barke, H.-D. (1982): Schülerversuche mit Strukturmodellen. *CU*, 13. 4-26.
- Barke, H.-D. (1983): Das Training des Raumvorstellungsvermögens durch die Arbeit mit Strukturmodellen. *MNU*, 36. 352-356.
- Barke, H.-D. (1993): Chemical education and spatial ability. *Journal of Chemical Education*, 70. 12. sz. 968-971.
- Barke, H.-D. (1997): The structure-oriented approach: Demonstrated by interdisciplinary teaching of spatial abilities. In: Graeber, W., Bolte, C. (szerk.): *Scientific Literacy*. IPN, Kiel. 377-390.
- Barke, H.-D. és Engida, T. (2001): Structural chemistry and spatial ability in different cultures. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2. 3. sz. 227-239. (<http://www.uoi.gr/ceerp>)
- Barke, H.-D. és Kuhrke, R. (1992): *Einführung in die Chemie*. Lang, Frankfurt, New York.
- Barke, H.-D. és Wirbs, H. (2002): Structural units and chemical formulae. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3. 2. sz. 185-200. (<http://www.uoi.gr/ceerp>)
- Brosnan, T. (1999): When is a chemical change not a chemical change? *Education in Chemistry*, 36, 2. sz. 56.
- Gabel, D. (1999): Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76, 4. sz. 548-554.
- Johnstone, H. (2000): Teaching of chemistry – Logical or psychological?. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1. 1. sz. 9-17. (<http://www.uoi.gr/ceerp>)
- Kárpáti Andrea (2002): A vizuális műveltség. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai műveltség*. Osiris Kiadó, Budapest. 91-133.
- Kárpáti Andrea (2003): Mérföld a mérhetetlent. Teljesítményértékelés a vizuális nevelésben. *Iskolakultúra*, 13, 8. sz. 95-106.
- Kiss Edina és Németh Ágnes Éva (2002): Gyűrűk jelölése a triciklodekánok perspektivikus ábráiban. Tanulói megoldások értékelése. In: Tóth Zoltán (szerk.): *Módszerek és eljárások*, 12., Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertani Részleg, Debrecen. 150-158.

Kiss Edina és Soltész György (2000): Gyűrűk megkeresése a triciklodekán-izomerek képleteiben. A tanulók megoldási algoritmusai. In: Tóth Zoltán (szerk.): *Módszerek és eljárások, 11.*, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertani Részleg, Debrecen. 29-36.

Mojzes János (1984): *Módszerek és eljárások a kémia tanításában*. Tankönyvkiadó, Budapest.

Németh Ágnes Éva és Soltész György (2002): Triciklodekán pálcikamodellek azonosítása perspektivikus ábrák alapján. In: Tóth Zoltán (szerk.): *Módszerek és eljárások, 12.*, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertani Részleg, Debrecen. 139-144.

Németh Ágnes Éva, Kiss Edina és Soltész György (2002): Triciklodekán izomerek térszerkezetének vizsgálata egyéni modellezéssel. In: Tóth Zoltán (szerk.): *Módszerek és eljárások, 12.*, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertani Részleg, Debrecen. 145-149.

Séra László, Kárpáti Andrea és Gulyás János (2002): *A térszemlélet szerkezete, fejlődése és fejlesztése a közoktatásban*. Comenius Kiadó, Pécs.

Soltész György (1988-2003): Feladatok mindenkinek. Szerves kémiai feladatok. *Középiskolai Kémia Lapok*, 15-30, 1-2. és 4-5. sz.

Soltész György (2003): Térlátással kapcsolatos kémiai gyakorló feladatok. Triciklodekán vázmodellek azonosítása. In: Buda András és Holik Ildikó (szerk.): *III. Országos Neveléstudományi Konferencia. Program. Tartalmi összefoglalók*. MTA Pedagógiai Bizottság, Budapest. 65.

Soltész György és Kiss Edina (2000): Triciklodekán-izomerek szénvázának modellezése. A lehetséges izomerek megkeresése pálcikamodellel. In: Tóth Zoltán (szerk.): *Módszerek és eljárások, 11.*, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertani Részleg, Debrecen. 22-28.

Tóth Zoltán (2000): „Bermuda-háromszögek” a kémiában. *Iskolakultúra*, 10, 10. sz. 71-76.

Tóth Zoltán (2002a): A kémiai fogalmak természete. *Iskolakultúra*, 12, 4. sz. 92-95.

Tóth Zoltán (2002b): A természettudományos fogalmak tanításának problémái. In: Katona András és mtsai (szerk.): *A tanári mesterség gyakorlata. Tanárképzés és tudomány*. Nemzeti Tankönyvkiadó – ELTE Tanárképző Főiskolai Kar, Budapest. 287-292.

NAPRAKÉSZ



II. Középiskolai Környezettudományi Diákkonferencia – Veszprém

A Veszprémi Egyetem Föld és Környezettudományi Tanszéke, Dr. Hlavay József tanszékvezető egyetemi tanár vezetésével, második alkalommal rendezte meg a Környezettudományi Diákkonferenciát a veszprémi várban, a VEAB székházban. Hlavay professzor úr megnyitója után Mészáros Ernő akadémikus, a VEAB elnökének előadását hallgatták meg a diákok és a felkészítő tanárok, majd Padisák Judit, tanszékvezető egyetemi tanár érdekes előadása következett a Balaton vízingadozásairól. A program ezután a tanulók előadásaival folytatódott. A *Természetvédelem* szekcióban 9, a *Környezeti ökológia* szekcióban 10, a *Környezeti kémia, környezetvédelmi technológia* szekcióban 10, a *Környezeti nevelés, környezet-egészségügy* szekcióban 10 tanuló előadását hallgattuk meg. A résztvevők különböző típusú iskolákból – gyakorlóiskolából, gimnáziumból, szakközépiskolából, vegyészeti középiskolából– érkeztek, még 8. osztályosok is voltak közöttük. A témaválasztást is a sokféleség jellemezte. Hallottunk előadást a Beregsíkságról, a barlangvédelemről, a Retyezát Nemzeti Parkról, a ragadozó madarak védelméről, a magyar cifra kankalinról, a Balaton vízminőségéről, a Galga patak revitalizációjáról, a Dráváról, az Arany-patak vízminőség-vizsgálatáról és egy környezetvédelmi szakkör munkájáról is. Váczi Tímea a peremartoni gyártelep vizeinek vizsgálatával, Nagy Eszter a Tisza cianid katasztrófájával, Gelléri Mirtil az ózon réteg elvékonyodásával, Farksi Enikő az üvegházhatással

foglalkozott. Molnár Gellért és Szabó Előd csodálatos számítógépes molekulamodelleket mutatott be. Papp Csaba a Tisza vízvizsgálatáról, Tömböly Benjamin a légszennyező anyagokról, Baranyi Roland egy abszorpciós torony vizsgálatáról beszélt. A diákok ügyesen, színesen adták elő mondanivalójukat. A legtöbb előadást *Power Point*-tal készült bemutató kísérte. Az előadásokat vita követte, amelynek során a szekció résztvevői továbbá a Veszprémi Egyetem hallgatóiból és doktoranduszaiból szerveződött zsűri tagjai kérdéseket is feltehettek az előadóknak, akik így bizonyítást adtak vitakészségükről. A legjobb előadók könyvjutalmat kaptak. A konferencián részt vett az Oktatási Minisztérium küldöttként Szakácsné Nemere Györgyi és a Magyar Kémikusok Egyesülete Tanári Szakosztályának elnöke, Kovácsné Csányi Csilla is.

Az eredményes munkához gratulálunk a szervezőknek és a résztvevőknek egyaránt. Kívánjuk, hogy szeressék a természetet, védjék környezetünket és továbbra is sikerrel műveljék a természettudományokat!

Külföldi ösztöndíjak a világ hat országába

Ha van kedved és merszed egy olyan helyen tanulni, ahol közel nyolcvan nemzet diákjai osztják meg egymással két éven át tapasztalataikat, tudásukat, de a mindennapok gondját és örömét is; ha van kedved és merszed elszakadni otthonról és egy távoli országban, egy új közösségben megtalálni a helyed – és ha erre való rátermettségedet egy háromfordulós pályázási eljárás során bizonyítani tudod, járj utána a **hu.uwc.org** honlapnak.

Egyesült Világ Kollégiumok Magyarországi Egyesülete

foglalkozott. Molnár Gellért és Szabó Előd csodálatos számítógépes molekulamodelleket mutatott be. Papp Csaba a Tisza vízvizsgálatáról, Tömböly Benjamin a légszennyező anyagokról, Baranyi Roland egy abszorpciós torony vizsgálatáról beszélt. A diákok ügyesen, színesen adták elő mondanivalójukat. A legtöbb előadást *Power Point*-tal készült bemutató kísérte. Az előadásokat vita követte, amelynek során a szekció résztvevői továbbá a Veszprémi Egyetem hallgatóiból és doktoranduszaiból szerveződött zsűri tagjai kérdéseket is feltehettek az előadóknak, akik így bizonyítást adtak vitakészségükről. A legjobb előadók könyvjutalmat kaptak. A konferencián részt vett az Oktatási Minisztérium küldöttként Szakácsné Nemere Györgyi és a Magyar Kémikusok Egyesülete Tanári Szakosztályának elnöke, Kovácsné Csányi Csilla is.

Az eredményes munkához gratulálunk a szervezőknek és a résztvevőknek egyaránt. Kívánjuk, hogy szeressék a természetet, védjék környezetünket és továbbra is sikerrel műveljék a természettudományokat!

Külföldi ösztöndíjak a világ hat országába

Ha van kedved és merszed egy olyan helyen tanulni, ahol közel nyolcvan nemzet diákjai osztják meg egymással két éven át tapasztalataikat, tudásukat, de a mindennapok gondját és örömét is; ha van kedved és merszed elszakadni otthonról és egy távoli országban, egy új közösségben megtalálni a helyed – és ha erre való rátermettségedet egy háromfordulós pályázási eljárás során bizonyítani tudod, járj utána a **hu.uwc.org** honlapnak.

Egyesült Világ Kollégiumok Magyarországi Egyesülete

„A Magyar Kémia Oktatásért”-díj

A Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémia Oktatásért 1999-ben a Richter Gedeon Rt. kezdeményezésével jött létre azzal a szándékkal, hogy a társaság a magyarországi kémiaoktatásban és az azzal kapcsolatos ismeretterjesztésben közvetlenül vállalhasson támogató szerepet. Az alapítvány „A Magyar Kémia Oktatásért” - díjjal évente közép- és általános iskolai kémiatanárok kiemelkedő munkáját jutalmazza.

Az idén öt kémia tanár vehette át kiemelkedő munkájáért „A Magyar Kémia Oktatásért”-díjat. A díj átadására az MTA Akadémiai Klubjának termében ünnepélyes keretek között immár hatodik alkalommal került sor. A rangos elismerést a Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért 3 tagú kuratóriuma évente ítéli oda, olyan középiskolai és általános iskolai kémia tanároknak, pedagógusoknak, akik áldozatos munkájukkal járulnak hozzá a magasabb színvonalú képzéshez. Az alapítvány 2004-ben

Kapocsi Margit Katalin középiskolai tanár,

Podobni Lajosné középiskolai tanár,

Dr. Lovas Zoltánné középiskolai tanár,

Martonné Ruzsa Valéria általános iskolai tanár,

Magdó Sándor általános iskolai tanár

kémiaoktatásban és a kémiaoktatásért végzett munkáját ismerte el.

Ezúton is gratulálunk a díjazottaknak, további munkájukhoz sok sikert és jó egészséget kívánunk!

„Rátz Tanár Úr Életműdíj” 2004

Alapítvány a Magyar Természettudományos Oktatásért

Ünnepélyes keretek között vehette át a Rátz Tanár Úr Életműdíjat hat középiskolai tanár pályafutása során nyújtott kiemelkedő teljesítményéért. A díjkiosztó gálaestre a Thália Színházban került sor a hazai szakmai közélet számos jeles képviselőjének részvételével. A díjat a Graphisoft R&D Rt., az Ericsson Magyarország Kft., valamint a Richter Gedeon Rt. által létrehozott Alapítvány a Magyar Természettudományos Oktatásért kuratóriuma évente ítéli oda összesen 6 millió forint értékben. A kitüntetettek olyan középiskolai tanárok, akik az alapítók tevékenységi köréhez kapcsolódó matematika-, fizika- és kémiaoktatásban kimagasló szerepet töltenek be.

A magyar természettudományos oktatás támogatására 2001-ben alapított Rátz Tanár Úr Életműdíjat nyilvánosan meghirdetett pályázat útján a Bolyai János Matematikai Társulat és az Eötvös Loránd Fizikai Társulat díjbizottságainak, valamint a Magyar Kémikusok Egyesületének ajánlásai alapján az Alapítvány a Magyar Természettudományos Oktatásért Kuratóriuma ítéli oda az adott év kitüntetettjeinek összesen 6 millió forint értékben. A díjra a közoktatás 5-12. évfolyamain matematikát, fizikát vagy kémiát tanító aktív, valamint egykor tanító tanárokat terjeszthetik fel írásban a szakmai és társadalmi szervezetek, valamint az ajánlott tanár tevékenységét jól ismerő munkaközösségek. Az egyenként 1 millió forint összegű életműdíjat két matematika, két fizika és két kémia tanár kapja, akik az alapítók tevékenységi köréhez szorosan kapcsolódó középiskolai matematika-, fizika- és kémiaoktatásban, e tantárgyak népszerűsítésében és a tehetséggondozásban kimagasló eredményeket értek el.

A három nagyvállalat közös kezdeményezésének célja, hogy tisztelettel adózzon azon pedagógusok előtt, akik áldozatos szakmai munkájuk révén kiemelkedő eredménnyel képzik a jövő tehetségeit. Az Ericsson, a Graphisoft és a Richter a Rátz Tanár Úr Életműdíjjal kíván hozzájárulni a magyarországi természettudományos oktatásban végzett tanári munka rangjának, erkölcsi és anyagi megbecsülésének növeléséhez.

A három cég azért választotta Rátz Lászlót, a Fasori Evangélikus Gimnázium legendás hírű matematikatanárát az életműdíj névadójául, hogy ne csak a világhírű tudósok neve és teljesítménye, hanem tanáraiké is közismertté válják. Hangsúlyozzák továbbá, hogy a társadalmi szerepvállalás az oktatás területén kiemelkedő fontosságú feladat, ezért felhívással fordulnak a többi magyarországi nagyvállalathoz, hogy lehetőségeikhez mérten ők is támogassák a tevékenységi körükhöz kapcsolódó szakoktatást.

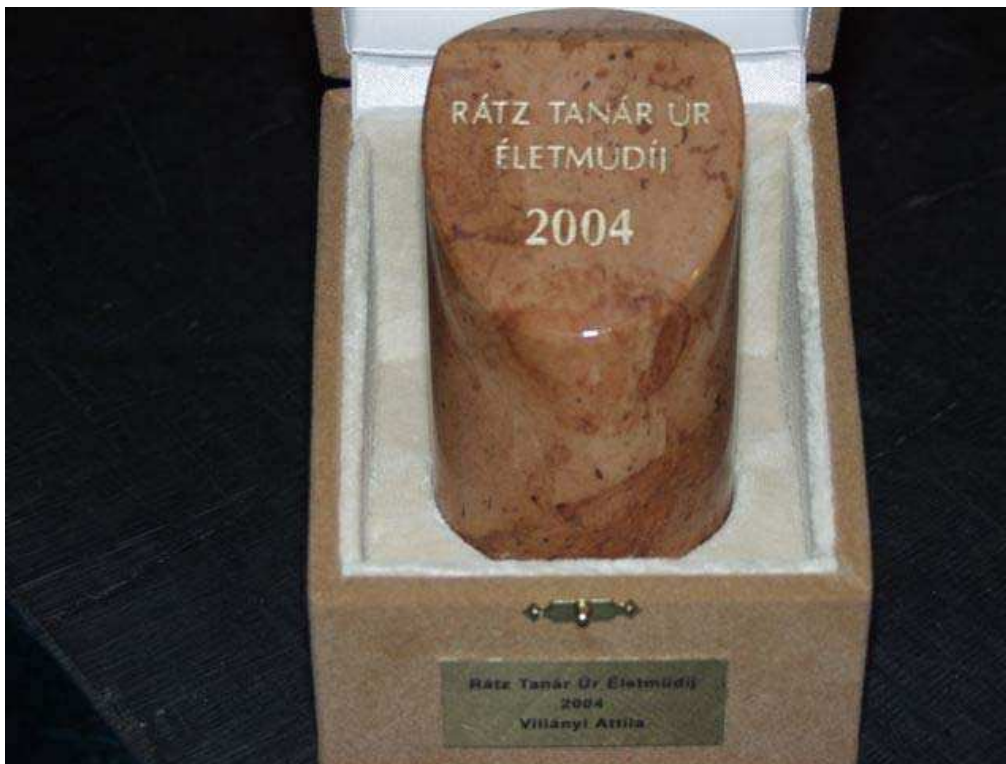
A 2004-es év díjazottjai:

Matematika: **Reményi Gusztávné és Ráczi János**

Fizika: **Sebestyén Zoltán és Dr. Zátonyi Sándor**

Kémia: **Dr. Kecskés Andrásné és Villányi Attila**

Rátz László (1863-1930) a 20. század fordulójának egyik kiváló pedagógiai érzékű és nagy tudományos felkészültségű tanár egyénisége volt. A híres Fasori Gimnázium matematikatanára lett, ahol 35 éven át, nyugdíjazásáig tanított. Egész pályafutása alatt arra törekedett, hogy minden diákja megértse és megszeresse a matematikát, és ezt tanításának érdekességével, lenyűgöző előadásmódjával el is érte. A tanári hivatást mindennél fontosabbnak tartotta. A tehetséges diákokkal külön is foglalkozott. Az ő tanítványa volt többek között Neumann János, az első számítógép megalkotója, és Wigner Jenő is, akiből Nobel-díjas fizikus lett.



Rátz Tanár Úr Életműdíj 2004



Dr. Kecskés Andrásné és Villányi Attila

Dr. Kecskés Andrásné (Budapest)

A középiskolát a Veres Pálné Gimnáziumban végezte, ahol dr. Szereday Évától tanulta a kémiát. Ez meghatározta pályaválasztását: az ELTE-n 1964-ben kémia-fizika középiskolai tanári diplomát szerzett jeles minősítéssel.

Egy tanévet Pápán, majd 1965–77 között Várpalotán, a Thuri György Gimnáziumban tanított. 1969–70-ben elvégezte az ELTE komplex szaktárgyi továbbképzését, kiváló minősítéssel. 1970-től a Thuri György Gimnáziumban az induló kémia tagozatot vezette. Tanítványai az OKTV-n és az Irinyi versenyen többször is sikerrel szerepeltek. 1977-től a budapesti Bem József Óvónői Szakközépiskolában tanított. 1979-ben az Országos Pedagógiai Intézetbe hívták általános iskolai kémia tantárgygondozónak. Az Intézetben fő feladatként a szakfelügyelők szakmai és módszertani továbbképzését vezette a tantárgygondozás aktuális feladatai mellett. Az új tantervet a Virányos úti általános iskolában maga is kipróbálta: két tanévet itt is tanított.

1983-ban bekapcsolódott a JATE Pedagógiai Tanszéke által indított Megtanítási stratégia című kutatási programba.

A kutatási programban elkészült saját munkái összefoglalásaként 1987-ben a *Kritériumorientált feladatrendszer, Kémia 7.* című disszertációval doktorált a JATE Bölcsészkarán, summa cum laude minősítéssel. Még ebben az évben a JATE Pedagógiai Tanszékétől megbízást kapott a *Diagnosztikai vizsgarendszer Kémia 8.* feladatlapjainak elkészítésére.

Eleinte OPI munkatársként, 1985-től pedig előbb a TIT Kémia választmánya, majd 1990-től a Magyar Természettudományi Társulat Kémia Szakosztálya tagjaként irányította és irányítja az általános iskolai országos kémia verseny szakmai munkáját. A versenynek 1986-ban a Hevesy György nevet adták. 1988-tól az OPI-ban a középiskolai kémia tantárgygondozását is végezte. Az érettségi tételek összeállítása, valamint az OKTV versenybizottságának ügyvezető elnöki teendőinek ellátása is a feladatai közé tartozott. 1986–89 között (a lap megszűnéséig) szerkesztette *A kémia tanítása* c. módszertani folyóiratot.

1991-ben az OKI keretében megalakult Közoktatási Szolgáltató Irodában (1992-től önálló Országos Közoktatási Szolgáltató Iroda) az érettségi és OKTV csoport vezetője lett. Eddigi szakértői feladatai mellett az országos vizsgák és versenyek szervezési, illetve a tételek expedíálási munkáit irányította 1995-ig. 1994-től az új módszertani lap, *A Módszertani lapok, Kémia* című folyóiratot szerkesztette 2003-ig.

1995-ben nyugdíjba vonult. Azóta a kémia tantárgy szakértői feladataival foglalkozik (érettségi, OKTV, Hevesy verseny). 2003-tól a KÖKEL szerkesztőbizottságának, valamint az Irinyi verseny versenybizottságának a tagja.

Várpalotai tanári pályafutásom zárásaként az Oktatásügy kiváló dolgozója kitüntetést kapott. A Hevesy versenyben végzett munka elismeréseként 1987-ben emlékérmet, 1990-ben pedig Bugát-Szent-györgyi érmet vehette át a Magyar Természettudományi Társulattól. A (Rozgonyi Jánosnéval közösen írt, közel 80 000 példányszámban használt) általános iskolai 7. osztályos kémiatankönyve 1996-ban elismerő oklevelet, újraírt változata pedig 2003-ban arany díjat kapott.

Villányi Attila (Budapest)

1958-ban született Budapesten. Kémia–biológia szakos középiskolai tanári diplomáját 1981-ben az ELTE TTK-n szerezte meg.

Munkahelyei

1981–1988. Szilágyi Erzsébet Gimnázium, Budapest – tanár

1986–1987. ELTE Általános és Szervetlen Kémiai Tsz. – óraadó gyakorlatvezető

1988–1990. ELTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tsz. Szakmódszertan – tanársegéd

1990- ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium, Budapest – tanár

1994-től biológia vezetőtanár, 1995-től kémia vezetőtanár, 2000-től kémia mk.-vezető

1990–1992. ELTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tsz. Szakmódszertan – óraadó

1992–1996. Fővárosi Pedagógiai Intézet, kémia szaktanácsadó

1996–2000. OKI – Értékelési és Érettségi Vizsgaközpont, - tudományos munkatárs

2001–2003. KÁOKSZI, Vizsgafejlesztő Központ, tudományos munkatárs

Egyéb szakmai tevékenysége

- részvétel nemzetközi kémiatanári konferenciákon:

(1990. ECRICE, 1996. ICCE, 1998. ICCE, 1998. ECRICE–ECCE, Budapest – szervező, 1999. CHEMED, 2000. ICCE, Budapest – szervező, 2001. ECRICE–ECCE, 2004. ICCE,)

- tanulmányutak:

1997. Norvégia – nemzetközi érettségire felkészítő nemzetközi középiskola látogatása

1998. Taipei, Taiwan – Egyetemi Felvételi Vizsgaközpont meghívása

- részvétel a Nemzetközi Kémiai Diákolimpiákon kísérő tanárként, csapatvezetőként, illetve tudományos megfigyelőként: (1994., 1995., 1997., 1998., 1999., 2000., 2001., 2002., 2003., 2004.)
- 1998-tól szerepel az Országos vizsgáztatói és az Országos szakértői névjegyzéken
- Műszaki Kiadó: tankönyvírói tevékenység
- Kemavill Bt.: cégtulajdonos, felvételi előkészítő tanfolyamok, könyvkiadás.
- 2004-ben a kétszintű érettségire felkészítők képzése, a továbbiakban közreműködés képzőként a tanfolyamokon.

Szakmai szervezeti tagság

- MKE – a Kémiatanári szakosztály és az Oktatási Bizottság tagja

Eredmények

- 1981-től csaknem minden évben döntős tanítvány az Irinyi János Kémiaversenyen, összesen kb. 60 tanítvány
- 1986-tól csaknem minden évben döntős tanítvány kémiából az OKTV-n, összesen kb. 45 tanítvány
- 1987-től több alkalommal döntős tanítvány biológiából az OKTV-n, összesen kb. 10 tanítvány
- 1992-től a tanítványok a Nemzetközi Kémiai Diákolimpia csapatának tagjaként eddig 5 arany, 5 ezüst és 2 bronzérmét szereztek

Kitüntetések

1988. Miniszteri Dicséret
1993. Szent-Györgyi Albert Emlékérem a diákolimpiás tanítványokért
1995. ELTE Trefort Ágoston Emléklap a kiemelkedő tanári munkáért
2000. A Magyar Kémia Oktatásért Díj (Richter Alapítvány)
2000. Elismerő Oklevél a Nemzetközi Kémia Diákolimpián sikeresen szereplő tanulók felkészítéséért
2001. Arany Emlékérem a Richter Gedeon Rt. Centenáriumára alkalmából
2001. Elismerő Oklevél a Nemzetközi Kémia Diákolimpián sikeresen szereplő tanulók felkészítéséért
2002. Apáczai Emlékérem az ELTE Apáczai Cs. J. Gimnázium tantestületétől

Publikációk

1. A kémiai számítások módszeres feldolgozása I–IV. A Kémia Tanítása, 1985/6., 1986/2., 1986/3., 1986/5.
2. Kémiai feladatok és megoldásuk mechanizmusa. Módszertani füzetek, FPI, 1986
3. Ötösöm lesz kémiából – példatár és megoldások. Novotrade, Budapest, 1990., Calibra, Budapest 1995., Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1997.
4. Gondolatok a hidrolízis tanításáról. Módszertani füzetek, KLTE, 1992
5. Kémia, összefoglaló középiskolásoknak. Calibra, Budapest, 1992., 1994., Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1997.
6. Kémia, tesztgyűjtemény középiskolásoknak Calibra, Budapest, 1992., 1994., Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1997.
7. Érettségi fífikák, példák, szabályok (társszerzőként), Sűgó Könyvek, Taninfo Kiadó, Budapest, 1994
8. Természettudományos gondolkodást fejlesztő kémiapéldák általános iskolásoknak. Módszertani füzetek, KLTE, 1994
9. Botyánszki János – Villányi Attila: Beszámoló a 26. Kémiai Diákolimpiáról I–II, A Kémia Tanítása, 1994/4., 1995/1.
10. Botyánszki János – Villányi Attila: Beszámoló a 27. Kémiai Diákolimpiáról I–II, Módszertani Lapok – Kémia, OKSZI, 2/2. szám (1995.), 2/3. szám (1996.)
11. Borissza E. - Villányi A. - Zentai G.: Ötösöm lesz genetikából - példatár, tesztgyűjtemény és megoldások. Calibra, Budapest, 1995., Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1997.
12. Biológia feladatgyűjtemény 15–18 éveseknek. Calibra, Budapest, 1996.
13. Kémia I. – Bevezetés a kémiába, tankönyv és munkafüzet, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1998.
14. Kémia II. – Szervetlen kémia, tankönyv és munkafüzet, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999.
15. Kémia III. – Szerves kémia, tankönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2000.
16. Kémia 9. – Általános kémia, tankönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2002.
17. Kémiai Album. Kemavill Bt., Budapest, 2002
18. Kémia 10. – Szerves kémia, tankönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2003.
19. Kémia a kétszintű érettségire. Kemavill Bt., 2003
20. Kémia feladatgyűjtemény a kétszintű érettségire. Kemavill Bt., 2004