

CÍMLAPFOTÓ PÁLYÁZAT

A KÖKÉL szerkesztősége pályázatot hirdet a kémiához kötődő fényképek, grafikák beküldésére. A nyertes pályamunkák lapszámról lapszámra változva jelennek majd meg a címlapon.

Bármiféle érdekes, látványos vagy dekoratív képet várunk, csak szerepeljen rajta olyan jelenség, anyag, kísérlet, vagy akár esemény, ami a kémiához kapcsolódik. A képet legalább néhány szavas képaláírás kísérje, de szívesen veszünk a képhez kapcsolódó rövid magyarázatokat, cikkeket is legfeljebb két A5 oldal terjedelemben. Ez utóbbi kísérő anyagokat a lap közli majd.

A színes képeket minél nagyobb, de legalább 1200×1100 képpontos méretben várjuk a hozzájuk tartozó szöveggel együtt a kokel@mke.org.hu e-mail címen. Középiskolás diákok munkáira számítunk elsősorban, de minden kedves olvasónktól szívesen fogadunk el pályamunkákat. A pályázatban értelemszerűen szerepeljen az alkotók neve és iskolája is.

A jelentkezés folyamatos. A megjelenő szám mindig az addig beérkezett legjobb pályamunkát közli.

a KÖKÉL Szerkesztőbizottsága

Nemes Sándor

adjunktus

Debreceni Egyetem,

Alkalmazott Kémiai Tanszék

nemes.sandor@science.unideb.hu

Az ammóniagyártás történetének néhány tanulsága

Bevezetés

Harsány, rohanó, felületes világban élünk. Ez a világ nem kedvez a hosszas tudománytörténeti vizsgálódásoknak. Pedig a vegyipar és a kémia történeti megközelítése sok, más módon föl nem tárható tanulság levonására ad lehetőséget. Ebben a sietős, rövidségre törekvő világban a tudománytörténet-írás művelői, illetve azok, akik szakmájuk történetének fontosságára fel akarják hívni a figyelmet, gyakran használnak olyan összeállításokat, amelyekben időbeli sorrendben rendezik el az adott szakterület történetének legfontosabb eseményeit. [1-5] Abban bíznak, hogy ezek felkeltik az olvasó érdeklődését a szakterület története iránt. Az elkövetkező oldalakon megmutatjuk, hogy a valóság sokkal bonyolultabb annál, semhogy egy történeti kronológia megfelelően tükröznék azt. Érdemes időt áldozni a történelemre, mert „a történelem az élet tanítómestere” mondás igazsága nem dőlt meg.

Az ammóniagyártás története a vegyipar és a kémia történetének területét érinti. A vegyipar és a kémia világtörténetének kapcsolata magától értetődő. Ugyanakkor persze vannak a kémia történetében olyan események, amelyek a vegyipart érintetlenül hagyják, és fordítva. A vegyipar története a felfedezések és találmányok története; termékek kereskedelmi forgalomba kerülésének és onnan való kiszorulásának története; vállalatok megalakulásának, átalakulásának és eltűnésének a története.

A kezdetektől az I. világháború végéig

Az ammónia ma az egyik legnagyobb mennyiségben gyártott vegyület a világon. Az ammóniaszintézis minden bizonnyal a legfontosabb gyártási eljárás, amit a 20. században kifejlesztettek. A vegyiparnak azt a részterületét, ahová az ammóniagyártás tartozik, szokás nitrogéniparnak nevezni. A nitrogénipar közbelső és végtermékei: N_2 , NH_3 , HNO_3 , $CO(NH_2)_2$, NH_4NO_3 , $(NH_4)_2SO_4$, $(NH_4)(H_2PO_4)$, trinitro-toluol, glicerin-trinitrát, cellulóz-nitrát stb.

A vegyipar és a kémia történeti megközelítése általában, és az ammóniagyártás történeti megközelítése konkrétan megmutatja, hogy a mindenkori tudás a múlt ismereteire épül, még akkor is, ha meghaladja azt. A történeti megközelítés megmutatja, hogyha vannak is a felfedezések során a „megtaláltam” felkiáltással jellemezhető pillanatok, a jelentős eredményekkel járó felfedezések sok ember hatalmas erőfeszítései nyomán születnek. Egy alkotóképes, rugalmas gondolkodású, szenvedélyes kutató-felfedező sok olyan ember eredményeiben látja meg az előreívő mozzanatot, akiknek aztán a nevét esetleg csak a régi könyvekben találhatjuk meg. Legtöbbször a felületes, leegyszerűsítésre törekvő utódoknak köszönhető, hogy méltatlanul merülnek feledésbe a feltaláló, felfedező munkatársai vagy a felfedezés megszületéséhez feltétlenül szükséges ismereteket feltáró elődök. Az után, hogy a 18. században ismertté vált, hogy a nitrogén elem (D. Rutherford, 1772), és hogy az ammónia összetétele NH_3 (C. L. Berthollet, 1785), számosan megkísérelték a nitrogén és a hidrogén egyesítését ammóniává – sikertelenül.

1902-re C. Linde Németországban megalkotja a cseppfolyósított levegő szétválasztására alkalmas berendezést, amely lehetővé tette a tiszta (nitrogénmentes) oxigén ipari előállítását, majd a berendezés módosításával 1910-ben lehetővé vált a cseppfolyósított levegő rektifikációja, azaz az ammóniaszintézishez szükséges tiszta (oxigénmentes) nitrogén ipari előállítása. Nagyjából ugyanebben az időszakban, Franciaországban, G. Claude más módon, de szintén megoldja a levegő cseppfolyósítását és rektifikálását. A hidrogén ipari előállítása F. Fontana 1780-ban, és T. S. C. Lowe 1873-ban tett felfedezése nyomán, ásványi szeneket felhasználva, már ismert volt a 19. és 20. század fordulójára.

Az ammónia elemeiből való szintézisének megoldását számos kutató korábbi, kezdeti eredményei alapozták meg, de még ezek a korábbi eredmények sem biztosították, hogy az ipari megvalósításhoz „királyi út” vezessen. A 19. század végére ismertté vált a tömeghatás törvénye (C. M. Guldberg és P. Waage, 1867), a Le Chatelier–Braun-féle elv (H. L. Le Chatelier és K. F. Braun, 1887), a heterogén (kontakt) katalízis és a katalizátormérgeződés jelensége. A 20. század első éveiben már több szabadalom létezett, amely az ammónia elemeiből való szintézisének heterogén katalitikus megvalósításáról szólt. [6] A szabadalmaztatott eljárások az ipari megvalósítás számára nem voltak elfogadhatóak, mert a levegő nitrogénjét csak nagyon kis konverzióval alakították át ammóniává.

A 20. század első éveire a szintézisreakcióra, illetve annak egyensúlyi voltára vonatkozóan már fontos adalékok voltak J. W. Döbereiner, H. S.-C. Deville, W. Donkin, W. Ramsay, S. Young, H. L. Le Chatelier és W. Ostwald munkáiban. [6] (Közüllük, a témánkhöz valamelyest hozzátartozó kutatásaiért, „a katalízis terén végzett munkájáért, valamint a kémiai egyensúly és reakciósebesség alapelveinek kutatásáért” W. Ostwald kapott Nobel-díjat 1909-ben.)

Az ammónia elemeiből való szintézisének megoldása során felmerülő nehézségek és kudarcok a mai ismereteink fényében már megérthetőek. Az egy térfogatnyi nitrogénből és három térfogatnyi hidrogénből megvalósítandó szintézis termodinamikailag lehetséges, hőfelszabadulással és térfogatcsökkenéssel járó gázreakció; közönséges körülmények között erősen az ammóniaképződés irányába van eltolódva:



Közönséges hőmérsékleten és nyomáson azonban mérhetetlen kis sebességgel megy végbe a reakció. A hőmérséklet emelése jelentősen növeli a reakciósebességet, azonban az ammónia elemeiből történő szintézisének reakciója exoterm, magas hőmérsékleten az ammónia bomlásának irányába van eltolódva. Atmoszférikus nyomáson és 27 °C-on az egyensúlyi elegy számított ammóniatartalma 98,5 térfogatszázalék, míg atmoszférikus nyomáson és 600 °C felett az egyensúlyi reakcióelegyben – mérések alapján – kevesebb, mint 0,05 térfogatszázalék ammónia van. [7] A katalizátorok reakciósebességet növelő hatása már a 19. században ismert volt, valamint az is, hogy a katalizátorok aktivitásában nagy különbségek vannak. (A katalizátorok aktivitása az időegység alatt egységnyi mennyiségű katalizátorral átalakított reaktáns mennyisége. Ha jó az aktivitás, akkor kis reaktortérfogat szükséges és alacsony hőmérsékleten megvalósítható a reakció.) A katalizátorkutatás és -készítés azonban nagyon összetett feladat. A katalizátorok tulajdonságait számos tényező befolyásolja; nem véletlenül mondták még az 1980-as években is, hogy a katalíziskutatás „az alkímia utolsó fellegvára”. [8] Szinte mindent ki kell próbálni, mert csak akkor dönthetjük el, hogy valamilyen anyag katalizátor-e vagy sem. Ma már számos példa alapján tudjuk, hogy a katalizátorkészítés módja gyakran sokkal nagyobb mértékben befolyásolja az aktivitást, mint az összetétel. A katalizátor nem fogy el abban a reakcióban, amelyet katalizál, de elfogyhat, vagy elveszítheti aktivitását mellékreakciók eredményeképpen. Ha a megfelelő katalizátorok megtalálásának céljából folytatott hajdani kísérletek kudarcra végeztek, a következő kérdések merülhettek fel: vajon a katalizátor valóban nem aktív, vagyis a vizsgált anyag nem katalizátor; vagy katalizátor ugyan, de szerkezetének gyors megváltozása miatt vagy a reakcióelegyben található katalizátormérgek miatt gyorsan elveszítette az aktivitását; vagy a katalizátor elkészítésének módja nem megfelelő és más módon elkészítve aktív lesz; vagy a reakció végbemenetele egyszerűen nem lehetséges.

1901-ben, H. L. Le Chatelier kis konverzióval sikeresen állított elő ammóniát hidrogénből és nitrogénből vaskatalizátor jelenlétében. A konverzió növelése érdekében folytatott nagynyomású kísérletek során azonban robbanás történt, és

Le Chatelier abbahagyta a kísérleteket. (A robbanást, minden bizonnyal, a nagynyomású készülékben maradt levegő okozta.)

1904-től F. Haber kutatócsoportja a bécsi Österreichische Chemische Werke megbízásából és pénzügyi támogatásával foglalkozott az ammónia szintézisének ipari megvalósításával. Az akkori eredmények alapján az eljárás termelékenysége olyan alacsony volt, hogy a támogatók elveszítették az érdeklődésüket, a kapcsolat megszakadt. Később Haber visszatért az ammóniaszintézis megvalósításának problémájához, és a BASF-fel kutatási szerződést kötve folytatta kutatásait. A közlemények és a szabadalmak szerzőségének alapján Haber legjelentősebb munkatársai ezekben az években G. van Oordt, R. Le Rossignol és H. C. Greenwood voltak. Haber és munkatársainak eredményei nyomán körvonalazódtak azok a megoldások, amelyek a mai ammóniaszintézis jellegzetességei is. Az $N_2 + 3 H_2$ kiindulási összetételű gázelegyenben, az akkori kísérleti körülmények között, a katalizátoron való egyszeri áthaladásakor, 6-8 térfogatszázalék ammónia volt. Az át nem alakult szintézisgázt visszavezették. A keletkezett ammóniát cseppfolyós állapotban távolították el a szintézisgázból. Hőcserét alkalmaztak a reaktorba be- és a kilépő gázra. (A katalizátor ozmium volt, de a javaslatok között volt az urán, a mangán, a vas, a molibdén és a platina is.) Haber 1909 júliusában karlsruhei laboratóriumában mutatta be a BASF-nek az ammóniaszintézis eljárását.

Az ammóniaszintézis ipari megvalósításának megalapozásán ebben az időben máshol, mások is dolgoztak: többek között E. P. Perman, W. Nernst és munkatársa F. Jost. Nernst és Haber között ezekben az években pereskedésben kicsúcsosodó szakmai rivalizálás folyt. Nernst, ma a termodinamika III. főtételeként ismert, a nevéhez fűződő hőtételének ellenőrzésével foglalkozott. Ezekhez az ellenőrzésekhez a mások által közzétett kísérleti adatokat használta. Nernst nyilvánosságra hozta azt a véleményét, hogy a Haber és munkatársa, van Oordt által közölt adatok, az ammónia egyensúlyi koncentrációjára vonatkozóan, túlságosan nagy értékek. Azzal is érvelt, hogy más kutatók más reakciókra vonatkozó kísérleti adatai nem mutatnak ilyen nagy eltéréseket a hőtétele alapján számított értékekhez viszonyítva. A vita nyomán Nernst laboratóriumában is végeztek méréseket az ammóniaszintézis vizsgálatára, illetve Haber laboratóriumában megismételték a vitatott kísérleteket. A viták, egymásnak kölcsönös engedményeket téve, és a BASF közreműködésével, 1912-ben simultak el. (F. Haber 1918-ban kapott Nobel-díjat az „ammónia elemeiből történő szintéziséért”.)

A BASF a Habertől megvásárolt szabadalmaztatott eljárás [9] ipari méretekben történő megvalósításával és további tökéletesítésével C. Bosch bízta meg. A méretnöveléssel és a nagy nyomások alkalmazásával járó mérnöki feladatok

megoldásában legfontosabb munkatársa F. Lappe volt. A katalizátorkészítést és -tesztelést végző csoportot pedig A. Mittasch vezette; a problémák megoldásához jelentősen hozzájáruló munkatársai voltak: G. Stern és H. Wolf.

A mérnökök csoportjának meg kellett oldania mindazokat a feladatokat, amelyek az akkor úttörőnek számító nagynyomású gyártási eljárás kidolgozásakor felmerültek. Meg kellett építeni a nagynyomású reaktort (konvertert), a folyamatosan megbízhatóan működő kompresszorokat, a nagy nyomáson is jól működő csőszerelvényeket. Az első kísérleti konverterek szénacélból készült cső alakú reaktorok voltak. Azonban kiderült, hogy a hidrogén, a szintézishez szükséges magas hőmérsékleten és nagy nyomáson, káros a széntartalmú acélokra, mert a szénnel reagál, ezzel az acél szerkezete megváltozott, és ebből kifolyólag szilárdsága csökkent. Ezért a konvertert Cr-Ni- vagy Cr-Mo-acélból készítették és lágyvas bélésrel látták el, mert ezt a hidrogén nem támadja meg. Védtek a reaktor belső falát az erős felmelegedéstől is (magasabb hőmérsékleten a szilárdsága kisebb), részben azzal, hogy a belépő hideg gázelegyet a reaktor belső fala mentén vezették végig, részben pedig azzal, hogy a katalizátort tartalmazó csőköteget hőszigetelő köpennyel burkolták. A konverterbe hőkicserélőt is építettek, melyben a katalizátortérből kilépő gázelegy átadja hőjének egy részét a belépő hideg gázelegynek. Mindezen megoldásokat szabadalmaztatták. [10]

Mittasch csoportja kísérletek ezreit végezte el. A kísérletek az ammóniaszintézis legjobb katalizátorának megtalálását (a korábban javasolt ozmium katalizátor lecserélését) célozták. (Az ozmium ritka és drága elem, ezenkívül még mérgező is.) Kísérletek folytak a katalizátort mérgező vegyületek azonosítására és a katalizátorok működésére kedvező hatású adalékok (promotorok) felfedezésére. Mittasch csoportja 1911-re megoldotta a katalizátorproblémát: a katalizátor prekurzora Fe_3O_4 (magnetit) volt, Al_2O_3 és K_2O promotorokat tartalmazott. [11] A katalizátor redukció után vált aktív vaskatalizátorrá. A kutatást tovább folytatták, amelynek eredménye volt néhány év múlva a CaO , mint harmadik promotor felfedezése. A katalitikus ammóniaszintézis ipari megvalósításának feladata tehát – a BASF nyújtotta lehetőségek birtokában – kevesebb mint egy évtized alatt megoldódott. (C. Bosch 1931-ben kapott Nobel-díjat: „a nagynyomású kémiai eljárások feltalálásáért és kidolgozásáért”.)

1913-ban Oppauban már 10 ezer tonna/év gyártási kapacitású ammóniagyár működött, amelynek gyártási kapacitását 1916-ra 90 ezer tonna/évre növelték.

A vegyipar világtörténete példákat ad arra, hogy vannak időszakok, amikor a politika, a kormányok jelentős befolyást gyakorolnak a vegyiparra, és ezen keresztül a kémiára. Amikor a valóban fontos kutatások gyors és eredményes lezárására van szükség, színre lépnek a vegyipari vállalatok és a kormányok. Az ammónia hidrogénből és nitrogénből való szintézise problémájának megoldása

kevesebb, mint egy évtized alatt azt is példázza, hogy egy ország háborúra való készülődése gyorsítja pl.: a kémia és a vegyipar fejlődését. A háborús készülődés a felfedezések szülőanyja? A példák azt mutatják, hogy a háborús készülődés időszakában nem szoktak fölvetni gazdaságossági kérdéseket; teremtenek pénzt arra, amire a háborúban szükség lehet. (A 19. és 20. század fordulójára Németország gazdaságilag és katonailag olyan erős lett, hogy elérkezettnek látta az időt, hogy a fennhatósága alá tartozó területek nagysága arányban álljon gazdasági erejével. Az I. világháború előtti évtizedeket Németország már a háborús készülődésnek szentelte.)

Az ammóniaszintézis történetének németországi fejleményeiről szólva, eddig csak kevés szó esett a BASF, Haber és az akkori német kormány hármasának viszonyáról. Az akkori német kormány pénzügyi támogatást nyújtott a BASF-nek, és ennek fejében elvárásai voltak; a BASF a német kormány erős befolyása alatt működött. Jóllehet, az ammóniaszintézis fontosságára Haber hívta fel a BASF figyelmét, később a német kormány elvárása volt, hogy a BASF az ammóniaszintézissel kiemelten foglalkozzon. Haber – akinek az ammóniaszintézisre vonatkozó kutatások idején a munkahelye Technische Hochschule Karlsruhe volt, majd 1911-től a Kaiser-Wilhelm-Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie igazgatója lett Berlinben – a BASF fizetett tanácsadója is volt. A BASF cég tizenöt éven keresztül minden kilogramm előállított ammóniáért jutalékot adott Habernek: így az ammóniaszintézis nemcsak hírnevet, hanem gazdagságot is hozott számára. 1916-ban, a német kormány pénzügyi támogatást adott a BASF-nek, hogy Leunában hatalmas ammóniagyár épülhessen fel. 1918-ban már 240 ezer tonna/év gyártási kapacitású gyár termelte az ammóniát. A telephely kiválasztásában az játszott szerepet, hogy az Oppauban lévő gyár a francia határ közelében volt, és így ki volt téve az antanthatalmak légitámadásainak. Leuna azonban Kelet-Németországban biztonságos hely volt. (Az I. világháború 1914. július 28. és 1918. november 11. között zajlott.)

(Zárójelben jegyezzük meg, hogy a kontakt kénsavgyártás fejlődésének is lökést adott a háborús készülődés. Megnövekedett a tömény kénsav iránti szükséglet. A robbanóanyagok előállításához szükséges nitráláshoz, katalizátorként tömény (98%-os) kénsavra volt szükség, amelyet a kontakteljárással közvetlenül elő lehetett állítani. Németországban az I. világháború idején már a kénsav egyharmada kontakteljárásból származott. Ezeknek a fejlesztéseknek a színhelye is a BASF volt, a megvalósítók pedig: R. Knietsch, F. Slama és H. Wolf voltak.) [6]

A két világháború között

Az I. világháború éveiben és azután az ammóniagyártás története sok szálon bonyolódott tovább. Vannak olyan vélemények, hogy a BASF, valamint Haber és Bosch eredményei után az ammóniaszintézisről beszélni annyit jelent, mint az ammóniaszintézis általuk megalkotott eljárásának különböző változatairól beszélni. Ezt az időszakot a szakmai eseményekre szorítkozva röviden is lehetne tárgyalni. Lényeges tanulságok maradnának rejtve azonban, ha az ammóniaszintézis további történetét csak szakmai szempontok alapján tekintenénk át.

Az I. világháború éveiben és azután más országok is felismerik az önálló nitrogéniparuk megteremtésének a fontosságát. A kémiai kutatások irányába és a vegyipari termelés profiljába való állami beavatkozás németországi tapasztalatai alapján, különböző aktivitással ugyan, de megteszi az első lépéseket az ammóniagyártás, a nitrogénipar meghonosítása érdekében az USA, az Egyesült Királyság és Franciaország kormánya. Pénzügyi támogatást nyújtva, politikai befolyást is igénybe véve ösztönzik a vegyipari vállalatokat a feladat megoldására. Felkutatják a megfelelő szakembereket a felsőoktatási intézményekben. Új szereplők ebben a történetben azok a szakemberek, akik valamilyen tapasztalatot szereztek már az ammóniaszintézisre vonatkozóan. Megkezdődik azon szakemberek megkeresése, akik korábban vagy Haber laboratóriumában, vagy a BASF-nél dolgoztak. Az 1920-as évektől jelennek meg azok a cégek, amelyek az ammóniaszintézisre vonatkozó ismereteket összegyűjtve, ammóniagyárak tervezésével és építésével akarnak foglalkozni. Megjelentek a mai mérnökcégek előfutárai. [12]

Németországban az I. világháború idején mindent megtettek, hogy az ammóniagyártó üzemek megépítésére vonatkozó információkat titokban tartsák. Németország azonban vesztes lett a I. világháborúban. Az USA kormánya, látva, hogy a General Chemical vállalat által 1912-ben kezdett tevékenység az ammóniagyártás megvalósítására nem halad megfelelően, 1919-ben külön kutatóintézetet hozott létre („Fixed Nitrogen Research Laboratory” = FNRL) és szakértői bizottságot küldött a BASF, akkor már francia ellenőrzés alatt álló opppai gyárába. A szakértői bizottság által gyűjtött információkat az USA-beli cégek számára hozzáférhetővé tették. Ez a látogatás nem volt más, mint gyárlátogatásnak álcázott ipari kémkedés. Az USA az 1920-as évek elején jutott el az ammóniaszintézis üzemi megvalósításáig. 1919-ben az Egyesült Királyságból is érkeztek ipari szakemberek Opppauba, gyárlátogatásra. Egy kiszivárgott jelentés szerint csak kevés használható információt gyűjtöttek. Ennek ellenére, az Egyesült Királyságban a kormány által 1913-ban kezdeményezett kutatásoknak köszönhetően

1923-ban megépült az első ammóniagyár az ICI-nál. Francia vegyipari vállalatok 1913-ban sikertelenül próbálták rávenni a BASF-et a gyártási eljárás eladására. 1919-ben a francia kormány a versailles-i békeszerződésre hivatkozva kérte, hogy a BASF adjon engedélyt a Haber–Bosch-eljárás használatbavételére. Később a francia kormány, véleményét megváltoztatva, ahhoz ragaszkodott, hogy valamelyik francia vállalat dolgozzon ki saját eljárást, ami az 1920-as évek végére sikerült is. [12-13] Érdemes szólni arról, hogy miért is volt nehéz másoknak a BASF nyomába lépni. A szabadalmak a kiterjedt kísérletek után sokszor évekkel később jelentek meg. Ezenkívül előfordult, hogy a szabadalom benyújtásának időpontja és a szabadalom megadásának időpontja között évek teltek el. Akik tehát a szabadalmi információk nyomán kezdték el kísérleteiket, jelentős késésben voltak. A Haber–Bosch-eljárást nem egy, hanem több mint 200 szabadalommal bástyázták körül. [12] Szabadalmak vonatkoztak az egész ammóniagyártásra, pl. a szintézisgáz N_2 - és H_2 -komponensének előállítására, a szintézisgáz tisztítására, a nagynyomású gyártási eljárás mérnöki megoldásaira. Ezekben a szabadalmakban számos létfontosságú információ nem volt benne, pl.: a katalizátor pontos összetételére, a katalizátor készítésének mikéntjére, a szerkezeti anyagokra vonatkozóan.

Ebből a korszakból említést érdemel még három feltaláló: G. Claude, L. Casale és G. Fauser, akik egymástól függetlenül nagynyomású ammóniaszintézis eljárást dolgoztak ki. (A nagyon magas nyomások alkalmazásának az ésszerűségét abban látták, hogy ilyenkor nincs szükség az át nem alakult szintézisgáz recirkulációjára. Például: 200 °C-on és 100 bar nyomáson az egyensúlyi reakcióelegyben már 98,3 térfogatszázalék ammónia van. [14] Claude támaszkodott Le Chatelier korábbi eredményeire. Casale 1912-13 folyamán Nernst laboratóriumában dolgozott, és így fontos információk birtokában volt az ammóniaszintézisre vonatkozóan.) Ezek az eljárások többek között az alkalmazott nyomásban és hőmérsékletben, a katalizátor összetételében, a reaktorok felépítésében tértek el a Haber–Bosch-eljárástól. Claude eljárásának megvalósítását a La Grande Paroisse (francia), Casale eljárásának megvalósítását az Ammonia Casale (svájci), Fauser eljárásának megvalósítását a Montecatini (olasz) vállalat tette lehetővé. Japánban a saját nitrogéniparuk megalapozását a Casale-féle eljárás megvásárlásával indították el 1923-ban.

Később ezeken az eljárásokon kívül is születtek különböző változatok az ammónia gyártási eljárására, ezek már a megvalósító vállalatokról elnevezve maradtak fent a vegyipar történetében: Mont Cenis/Uhde (német, 1925), NEC-Chemico (USA-beli, 1928), TVA (USA-beli, 1940-es évek), M. W. Kellogg (USA-beli, 1940-es évek), Haldor Topsoe (dán, 1940-es évek). Az

ammóniagyártás gyártási eljárásainak ez a burjánzó változatossága azokat a nehézségeket tükrözte, amelyekkel a fejlesztők szembesültek, amikor a megfelelő működési feltételeket keresték a saját nagynyomású eljárásuk számára. Csak a be nem vált megoldásokból van sokféle! 1940 előtt a BASF tulajdonképpen egyeduralgoló helyzetben volt az ammóniagyártás területén. [13] Az itt említett vállalatok között már többnek a tevékenysége főként nem a vegyipari termelés volt, hanem a vegyipari üzemek tervezése, építése, az ezzel összefüggő tanácsadás, az üzemek működtetésének betanítása, valamint a szabadalmaztatott találmányok és *know-how*-k birtokbavételére, illetve használatára vonatkozó licencadás.

A II. világháború után

A történeti megközelítés megmutatja, hogy az egyenlőtlen fejlődés szabályszerűsége nemcsak az emberi társadalmak történetében, hanem a vegyipari vállalatok történetében is megmutatkozik. Vállalatok megalakulnak, átalakulnak, vagy eltűnnek, vagy megmaradnak ugyan, de termelési profiljuk megváltozik. Vannak néhány évtizedig létező vállalatok, és vannak századokon át létező vállalatok. Például a BASF ma azért létezik, mert 1952-ben újra megalapították. Az 1920-as évek elején a világpiactól a békeszerződések szigora miatt gyakorlatilag elzárt és az inflációtól is szenvedő német vegyipari vállalatok elhatározták, hogy összeállnak egy érdekközösséggé. 1925-ben a BASF, a Bayer, a Hoechst, és még három vállalat összeolvadt, és létrejött az I. G. Farbenindustrie vegyipari konszern. (A cégnévben szereplő I. G., vagyis Interessengemeinschaft mit Gewinnausgleich szó szerint azt jelenti: nyereségkiegyenlítéses érdekközösség). 1933-tól az I. G. Farbenindustrie a német kormánnyal szorosan együttműködve szolgálta az újabb háborús készülődést, majd a II. világháborúban a hadigépezet működését. A II. világháborúban győztes szövetséges hatalmak 1945-ben elrendelték az I. G. Farbenindustrie feldarabolását. A háborús pusztítások utáni újjáépítés évekig eltartott. 1952-ben válik a BASF újra önálló vállalattá.

A mai BASF termékei között a különböző katalizátorok fontos helyet foglalnak el. Azonban, ha manapság valahol a világban ammóniagyárat akarnak létesíteni, már más vállalatok kezében van a megoldás kulcsa. Az ammóniagyárak építéséhez szükséges sokrétű tudás ma a vegyipari üzemeket tervező és építő mérnökök birtokában van. Ilyen vállalat ma a Haldor Topsoe (dán), a KBR (USA-beli), a ThyssenKrupp Uhde (német), az Ammonia Casale (svájci), a Linde (német), és a Lurgi (német). A fenti sorrend a csökkenő piaci részesedés sorrendje. A Haldor Topsoe, a KBR és a ThyssenKrupp Uhde uralja ebben a szektorban a piacokat; piaci

részesedésük együtt nagyobb, mint 90 %. A nitrogéniparra vonatkozó tudásnak elképesztő koncentrációja jött létre ezekben a vállalatokban. A fenti vállalatok között a legrégebben (1921-ben) alapított az Ammonia Casale; fennállása óta több mint 200 ammóniagyárat épített fel szerte a világban.

A II. világháború után az ammóniagyártásban az egyik változás a szintézisgáz H_2 -komponensének előállítását érintette. Az ammóniaszintézis kezdeti időszakában a hidrogén a víz izzó szénrel való megbontásából származott. A II. világháború után a hidrogén előállításának forrása fokozatosan a szénhidrogének vízgőzös reformálása lett. Ma a gyártott ammónia 90 %-ában a hidrogén a földgáz vízgőzös reformálásából származik.

A II. világháború utáni évtizedekben a fejlesztések iránya az egyre nagyobb gyártási kapacitású üzemek építése volt. Az elmúlt évtizedekben a fejlesztések az enyhébb reakciókörülmények közötti ammóniaszintézis elérését, a beruházási költségek csökkentését, az ammóniagyárak és a hozzájuk kapcsolódó üzemek fajlagos anyag- és energiafelhasználásának a csökkentését, a környezetvédelmi szempontok fokozottabb figyelembevételét, az üzemek működése megbízhatóságának növelését célozták.

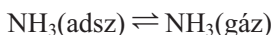
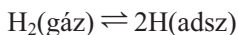
Az alkalmazott katalizátorok aktivitásának növelése érdekében folytatott kutatások eredménye lett a vas-kobalt ötvözet mint katalizátor bevezetése [15], illetve a ruténium katalizátor alkalmazása grafit hordozón (Cs és Ba promotorokkal). [16-17]

Az ammónia katalitikus szintézise - a „soha véget nem érő történet”?

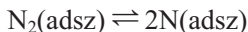
A történeti megközelítés megmutatja, hogy a kémia empirikus tudomány. A kísérletekkel optimalizált gyártási eljárások kifejlesztése után évtizedekkel, amikor az ipar már a kérdéses anyag százezer vagy millió tonnait gyártja évente, még mindig kutatások sokasága foglalkozik a szintézisreakció egyensúlyának, kinetikájának és mechanizmusának a tanulmányozásával. Ezeknek a többsége a korábbi eredmények pontosítását eredményezi, illetve a felhalmozott tapasztalatok alapján a folyamatok jobb megértését szolgáló általánosításokhoz vezet. A gyártási eljárások további tökéletesítéséhez is hozzájárulhatnak ezek az utómunkálatok. A történeti megközelítés megmutatja, hogy ezeknek az utómunkálatoknak, részfeladatok megoldásának, elméletek alkotásának és pontosításának, módszerek kifejlesztésének a színhelyei – néhány kivételtől eltekintve – a felsőoktatási intézmények kutatóhelyei.

Az első használható kísérleti adatok a szintézisreakció egyensúlyának hőmérséklettől és nyomástól való függéséről Haber és munkatársainak munkáiban található. [18-19] Haber Nobel-díjjal történő kitüntetése után öt,

illetve hat évvel jelentek meg az első átfogó, tankönyvbe illő részletességű kísérleti eredmények az egyensúlyi koncentrációk hőmérséklettől és nyomástól való függéséről, A. T. Larson és R. L. Dodge USA-beli szerzőktől. [20-21] (Az ammóniagyár Oppauban ekkor már 10 éve működött.) L. J. Gillespie és J. A. Beattie az 1924-ig megjelent adatokat elemezve empirikus matematikai összefüggéseket adott meg, amelyek a szintézisreakció egyensúlyi állandójának és az ammónia egyensúlyi koncentrációjának a kiszámítását tették lehetővé tetszőleges nyomáson és hőmérsékleten. [22] A szintézisreakció 100-350 MPa nyomástartományban (400 és 450 °C-on) fennálló egyensúlyi viszonyairól számol be 1956-ban írt közleményében L. J. Winchester és B. F. Dodge. [23] Az ammóniaszintézis reakciójának sebességi egyenletéről és reakciómechanizmusáról az 1930-as évektől halmozódtak az információk. Mittasch csoportjának rendkívüli érdeme, hogy ezen információk nélkül jutott el a megfelelő katalizátorhoz, és olyan reakciókörülményekhez, amely alapján az ammóniaszintézis Haber és Bosch nevével jelzett eljárása megvalósulhatott. Az ammóniaszintézis heterogén katalitikus szintézisreakciójának sebességi egyenletére M. I. Temkin és V. Pyzhev 1939-ben adott mindmáig használatos formulát. [24] (Több mint negyed század telt el az első ammóniagyár indulása óta.) Azóta vannak ennek módosított változatai és számos új javaslatot is tettek az eltérő reakciókörülmények között érvényes sebességi egyenletre. [25-35] A heterogén katalitikus szintézisreakció mechanizmusának tisztázásában elért eredményeknek sok gazdája van. [31, 36-40] G. Ertlnek és munkatársainak a hozzájárulása a legismertebb. G. Ertl 2007-ben, „a szilárd felületeken végbemenő kémiai folyamatok tanulmányozásáért” kapott Nobel-díjat. Ennek ellenére nem teljes az egyetértés a sebességmeghatározó lépés kérdésében. A katalizátor felületén történő ammóniaképződés mechanizmusára felírható alábbi séma több évtizede elfogadott (az „adsz” toldalékkal ellátott komponensek a katalizátor felületén adszorbeálódott állapotban, a „gáz” toldalékkal ellátott komponensek a gázfázisban vannak):



Több évtizede tartja magát az a következtetés is, hogy az összreakció sebességét lényegében a disszociatív nitrogénadszorpció sebessége határozza meg:



Úgy tűnik azonban, hogy a szintézisreakció mechanizmusára vonatkozó kutatások olyanok lesznek, mint a „soha véget nem érő történet”. Ennek oka, hogy a katalizátorok felületének vizsgálatára használt műszeres vizsgálatokban a kísérleti körülmények (ultranagy vákuum) messze nem azonosak a katalizátorok működésének ipari (nagy nyomás és magas hőmérséklet) körülményeivel. Tág tere van tehát az eltérő értelmezéseknek, ezért nem véletlen, hogy vannak, akik az ipari szintéziskörülményekre más sebességmeghatározó lépéseket javasolnak. [40]

Mit hoz a jövő?

Ebben az írásban eddig nem használtuk, de itt megemlítjük, hogy több mint öt évtizede a magyar nyelvben is megjelent a levegő elemi nitrogénjének kötött nitrogénné alakítására a rövid kifejezés – „nitrogénfixálás”. Nyilvánvaló, hogy a nitrogénfixálás terén még igen sok a tennivaló. Az ember „vegkonyhája” csak néhány száz °C-on, és az atmoszférikus nyomás sokszorosán tudja megvalósítani azt, amit a természet egyes mikroorganizmusai közönséges hőmérsékleten és közönséges nyomáson tudnak. Évtizedek óta folynak a kutatások annak érdekében, hogy egy reakcióedényben összeállított, katalizátort tartalmazó, szintetikus (nem-biológiai) rendszer és a levegő nitrogénje közötti, atmoszférikus nyomáson és szobahőmérsékleten lezajló reakció eredményeként ammóniát termeljünk. [41] Azonban ezen a téren nincs olyan áttörő eredmény, amely a közeljövőben befolyásolná a jelenlegi ipari ammóniaszintézis helyzetét.

További tanulságok

A kémia és a vegyipar felfedezései történetének tanulmányozása szerénységre nevel, mert megmutatja az elődök sokszor meglepően jelentős és maradandó eredményeit. A történeti megközelítés a realitások figyelembevételére kényszerít. Ha egy országban a vegyipar vásárolt és/vagy betelepített gyártási eljárásokat üzemeltetve működött és működik, és nincs jele annak, hogy ez ezután másként lesz, akkor miért lenne a jövőben másképpen? A világ országainak többségében kulcsrakész gyárak megvásárlásával kezdték el a vegyiparuk kiépítését. Igaz, ehhez pénz szükséges, amit vagy az állam, vagy a vegyipari vállalatok, vagy a befektetési bankok adhatnak. Az első gyárak megvásárlását követő években a helyi szakemberek jelentős kémiai, műszaki, szervezési, vezetési és gazdasági tapasztalatokat szereztek a gyárak működtetésében, amely az újabb üzemek vásárlásánál alacsonyabb ár kialakítását tette lehetővé. Fejlett gépiparral rendelkező országokban az is

megtörtént, hogy a helyi szakemberek a „fordított mérnöki tevékenység” (angolul: reverse engineering) módszerét alkalmazva, a kulcsrakészen átadott üzemet szétszerelték és mindenből legyártottak egy másolatot.

A kémiát jelentős mértékben a gazdaság, a vegyipar irányítja. A kémiai kutatásokhoz szükséges igazán jelentős forrásokhoz jutni a gazdaságtól, a vegyipartól lehet, amely piacra vihető, profitot ígérő termékeket akar a kutatások eredményeként. A kémia feladata mindenekelőtt szakismeretek gyűjtése a vegyipar, a gazdaság számára. [42] Ahol a gazdaság és a vegyipar a kémiát nem irányítja, ott a kutatóhelyeken folyó kutatások öncélúvá válnak, és nem lesz megfelelő a kutatások finanszírozása. Ha a kutatóhelyeken kutatott témák nem keltik fel a vállalatok érdeklődését, akkor elvesztik érdeklődésüket a kutatott témák finanszírozása iránt. Egy ország gazdagodásának forrása a használatba vett szabadalmakban és *know-how*-kban levő tudás. Az állam, a kormányok a kémiai kutatások irányába és a vegyipari termelés profiljába azért avatkoznak be, hogy országuk javát szolgálják, és nem azért, hogy a tudomány csak úgy általában haladást érjen el.

A vegyipar történeti megközelítése megmutatja, hogy a 20. század első öt évtizedében Európa mellé felzárkózott Észak-Amerika, ami sokban köszönhető az Európából kivándorló kutatóknak és a II. világháború után ott sértetlenül maradt kutatási-fejlesztési infrastruktúrájának. A II. világháború előtt, a háború folyamán és utána, a változó és amúgy is bonyolult nemzetközi viszonyok háttérében folyt az európai és észak-amerikai, illetve a német és angolszász rivalizálás. A kémia és a vegyipar jelentős eredményei azokban az országokban születtek, amelyek a világ gazdaságilag fejlett országai voltak, és ma is a gazdasági nagyhatalmak kutatási eredményei hoznak döntően új irányokat. Gazdasági bajokkal küszködő és/vagy gazdaságilag jelentéktelen országoktól nem is várhatók jelentős eredmények.

A vegyipar világtörténete példákat ad arra, hogy a gazdaságot, a vegyipart jelentősen előrevivő eredmények többségében az ipari laboratóriumokban születtek, és az eredmények megjelenési formája a szabadalom és a *know-how*. Kezdeti, ígéretes eredmények alapján kiindulhat kutatás-fejlesztési kezdeményezés pl. egy felsőoktatási intézményből, de ha nincs érdeklődés a gazdaság, a vegyipar részéről, akkor annak eredménye csak „tudományos kommunikáció” lesz.

A történeti megközelítés megmutatja, hogy a 19. század elmúltával lejárt a tiszteletre méltó egyéni felfedezők kora; véget ért a „kis tudomány” korszaka. A 20. században, a század második felére eljött a „nagy tudomány” időszaka – a nagy költségekkel, nagy laboratóriumokkal, nagy műszerekkel és nagy létszámú kutatóval működő tudomány korszaka. [43-44] A kémia és a vegyipar az „érettség” korszakába lépett, annak minden nehézségével együtt. Nincsenek

könnyen leartható sikerek, az előrehaladás megnehezült. A 20. században a kémiai kutatások új színhelyei nyernek teret; kutatások folynak a kormányok és/vagy alapítványok által finanszírozott intézményekben, a vegyipari vállalatok kutatóközpontjaiban, és a mérnökcégek kutatóhelyein is. Mindezek tükrében állíthatjuk, hogy hamis, és ezért félrevezető, és egyéni emberi csalódásokhoz vezet, ha akár a közoktatásban, akár a felsőoktatásban a 19. századi felfedezők életét, tetteit úgy emlegetik, mintha azok ma útmutatásul szolgálhatnának a kémiai kutatással foglalkozni akarók számára. Nem kevésbé megtévesztő az sem, ha a felsőoktatási intézményeket a tudományos kutatás egyetlen letéteményeseinek állítják be.

Irodalomjegyzék

- [1] Chemical Engineering, Science & Technology Timeline, Compiled by Luis Klemas; <http://combusem.com/CHEHIST.HTM>; <http://combusem.com/CHEHIST.HTM>
- [2] A Chemical Engineering Timeline, http://www.pafko.com/history/h_time.html
- [3] Timeline – Chemistry, <http://www.timelinesdb.com/listevents.php?subjid=282&title=Chemistry>
- [4] A timeline of chemical manufacturing, <http://www.icis.com/Articles/2008/05/12/9122818/a-timeline-of-chemical-manufacturing.html>
- [5] History of the World Petroleum Industry, <http://www.geohelp.net/world.html>
- [6] L. Lloyd, „The First Catalysts”, Chapter 2, pp. 23-71, in Handbook of Industrial Catalysts, Fundamental and Applied Catalysis, Springer, Berlin, 2011.
- [7] G. D. Honti, Ed., The Nitrogen Industry I-II, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1976., Vol. 1, pp. 41-42.
- [8] D. L. Trimm, Design of Industrial Catalysts, Elsevier, Amsterdam, 1980., p.1.
- [9] Német szabadalmak, a BASF tulajdonában: D.R.P., (D.R.P. = Deutsches Reichspatent), 235,421 (1908); D.R.P., 229,126 (1909); D.R.P., 238,450 (1909); D.R.P., 252,275 (1909); D.R.P., 259,996 (1911).
- [10] Német szabadalmak, a BASF tulajdonában: D.R.P., 254,571 (1911); D.R.P., 256,296 (1911); D.R.P., 265,295 (1912); D.R.P., 291,582 (1912); D.R.P., 293,787 (1913); D.R.P., 298,199 (1913); D.R.P., 306,333 (1916).
- [11] Német szabadalmak, a BASF tulajdonában: D.R.P., 249,447 (1910); D.R.P., 254,437 (1910); D.R.P., 258,146 (1910); D.R.P., 261,507 (1910); D.R.P., 262,823 (1910); D.R.P., 286,430 (1912).
- [12] A. van Rooij, *History and Technology*, **21**, 345 (2005).
- [13] L. Lloyd, „Ammonia and Methanol Synthesis”, Chapter 10, pp. 396-426, in Handbook of Industrial Catalysts, Fundamental and Applied Catalysis, Springer, Heidelberg, 2011., p. 400.
- [14] G. D. Honti, Ed., The Nitrogen Industry I-II, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1976., Vol. 1, p. 102.
- [15] Európai szabadalom, az ICI tulajdonában: E. P. A., 78,302,769 (1979).
- [16] USA szabadalom, a BP tulajdonában: U.S.P., 4,163,775 (1979).
- [17] USA szabadalom, az M. W. Kellogg tulajdonában: U.S.P., 4,568,532 (1986).
- [18] F. Haber, R. Le Rossignol, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.*, **40**, 2144 (1907).

- [19] F. Haber, S. Tamaru, C. Ponnaz, *Z. Elektrochem.*, **21**, 89 (1915).
- [20] A. T. Larson and R. L. Dodge, *J. Am. Chem. Soc.*, **45**, 2918 (1923).
- [21] A. T. Larson, *J. Am. Chem. Soc.*, **46**, 367 (1924).
- [22] L. J. Gillespie, J. A. Beattie, *Phys. Rev.*, **36**, 743 (1930).
- [23] L. J. Winchester, B. F. Dodge, *Am. Inst. Chem. Engrs. J.*, **2**, 431 (1956).
- [24] M. I. Temkin, V. Pyzhev, *Zh. Fiz. Khim.*, **13**, 851 (1939).
- [25] R. Brill, *J. Chem. Phys.*, **19**, 1047 (1951).
- [26] D. Annable, *Chem. Eng. Sci.*, **1**, 145 (1952).
- [27] A. K. Mills, C. O. Bennett, *Am. Inst. Chem. Engrs. J.*, **5**, 539 (1959).
- [28] H. Kubota, M. Shindo, *J. Chem. Eng. Jpn.*, **23**, 242 (1959).
- [29] A. Ozaki, H. S. Taylor, M. Boudart, *Proc. Roy. Soc. London*, **258A**, 47 (1960).
- [30] A. Nielsen, J. Kjaer, B. Hansen, *J. Catal.*, **3**, 68 (1964).
- [31] A. Nielsen, *Catal. Rev.*, **4**, 1 (1970).
- [32] G. B. Ferraris, G. Donati, F. Rejna, S. Carrf, *Chem. Eng. Sci.*, **29**, 1621 (1974).
- [33] P. Stoltze, J. K. Norskov, *Surf. Sci.*, **197**, L230 (1988).
- [34] J. A. Dumesic, A. A. Treviño, *J. Catal.*, **116**, 119 (1989).
- [35] M. Bowker, *Catal. Today*, **12**, 153 (1992).
- [36] M. Boudart, *Catal. Rev.*, **23**, 1 (1981).
- [37] G. Ertl, *J. Vac. Sci. Technol. A*, **1**, 1247 (1983).
- [38] G. Ertl, "Elementary Steps in Ammonia Synthesis," Chapter 3, pp. 109-132, in *Catalytic Ammonia Synthesis: Fundamentals and Practice*, Ed., J. R. Jennings, New York, Plenum, 1991.
- [39] G. Gramatica, N. Pernicone, "Kinetics of Ammonia Synthesis and Influence on Converter Design", Chapter 6, pp. 211-252, in *Catalytic Ammonia Synthesis: Fundamentals and Practice*, Ed., J. R. Jennings, New York, Plenum, 1991.
- [40] M. S. Spencer, *Catal. Lett.*, **13**, 45 (1992).
- [41] Markó L. és Speier G., „Nitrogénfixálás enyhe reakciókörülmények között”, A kémia újabb eredményei sorozatban (Szerk. Csákvári B.), 3. kötet. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1970., 133-170. o.
- [42] Náray-Szabó G., *Magy. Kém. Lapja*, **56**, 3 (2001).
- [43] A. M. Weinberg, *Science*, **134**, 161 (1961).
- [44] D. J. de Solla Price, *Kis tudomány – Nagy tudomány*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1979., 20. o.

Mi lett belőled ifjú vegyÉSZ? – Dr. Homonnay Zoltán, az ELTE Kémiai Intézetének igazgatója



Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiai diákolimpián/OKTV-n/Irinyi-versenyen?

1976-ban az Irinyin első, az OKTV-n 1977-ben kilencedik, 1978-ban első voltam. 1978-ban az akkor Torunban rendezett diákolimpián bronzérmes lettem (jól elrontottam...).

Van-e valami kedves, érdekes emléked a versennyel (versenyekkel) kapcsolatban? Ki volt a felkészítő tanárod? Hogyan gondolsz vissza rá, rájuk?

A versenyeken mindig nagyon ideges voltam, álomban sem gondoltam volna, hogy ilyen helyezéseket érek el. Pláne az 1976-os Irinyin... A sikerekben igen nagy szerepe volt egykori középiskolai kémia tanáromnak, Dr. Szőkefalvi-Nagy Zoltánnak. Vaskezü kémia tanár volt, meg is volt az eredménye. Az 1978-as OKTV-n a mi osztályunk (Eger, Gárdonyi Géza Gimnázium, kémia tagozat) hozta el az 1., 4., 7. és 11. helyezést... Nagyszerű gimnáziumi évek voltak.

Milyen indíttatásból kezdted el a kémiával komolyabban foglalkozni?

11 éves koromban olvastam Verne Gyula Rejtelmes sziget című regényét, amelyben egy lakatlan szigeten ott található természetes anyagokból nitroglicerint állítanak elő. Akkor rendkívül izgatott lettem és elhatároztam, hogy vegyész leszek, de legalábbis kémiával fogok foglalkozni, amit akkor pedig még nem is tanultam.

Pályaválasztásomat megerősítette, hogy Homonnay Jenő nagybátyámnál töltöttem egyszer egy kéthetes nyaralást (ELTE-n végzett vegyész mérnök, 99 éves, és még ma is tanít kémiát!), és ott náluk, Pétfürdőn, miközben minden normális gyerek a téren focizott, én a Römpy Vegyészeti Lexikont olvastam fent a szobámban. Nagyon izgalmasnak találtam... Édesapám is tanult kémiát, sokáig gyógyszer-tári segédként dolgozott.

Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?

Szerintem akkor még nem létezett. (a lap elődje, a *Kémiaversenyzők Híradója* azokban az években indult – a szerk.)

Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények?

Természetesen igen, hiszen pl. így felvételi nélkül kerülhettem be a vegyész szakra.

Mi a végzettséged és a pillanatnyi foglalkozásod? (Maradtál-e a kémiai pályán? Ha nem, miért?)

A végzettségem vegyész, ma is tanítok, kutatok (nukleáris kémiát) az ELTE TTK Kémiai Intézetében egyetemi tanárként, bár az utóbbi pár évben elsodortak az adminisztrációs feladatok. De ha újra születnék, szerintem megint kémiát tanulnék a legtöbbet.

Nyertél-e más versenyt, ösztöndíjat (hazait, külföldit)?

Egyéb versenyen nem voltam. Volt ugyan hallgató koromban egy ún. belgrádi analitikai kémiai verseny, de a mi évfolyamunkat valamilyen okból nem indították akkor. Emlékszem, mérges voltam egy kicsit. Eléggé lecsengőben volt sajnos akkor ez a verseny.

Humboldt-ösztöndíjat nyertem később, 1993-ban.

Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?

Ma a legszomorúbb dolog az ország szempontjából, hogy idén országosan összesen öten jelentkeztek kémiatanárnak valamilyen alapszakon végzett hallgatók közül... Ez maga a tragédia. Aki érdeklődik a kémia iránt, higgye el: ő jó úton jár. A kémiai tudás a társadalmi stabilitás egyik alappillére. Enélkül nem létezne a modern gazdaság, nem lenne termelés, állás nélkül maradna az összes közgazdász, jogász, szociológus stb. Vegyészre mindig szükség lesz. Harcoljanak azért, hogy a társadalommal ezt megértessük! Hirdessék a kémia áldásait az igazságtalanul felnagyított ártalmakkal és áltudományos népbutítással szemben!

Mi a hobbid a kémián kívül?

Szeretem a csillagászatot, a geológiát, és szeretek kerékpározni, bár ez utóbbira szinte semmi időm nincs. Kedvelem a gyalogos túrázást is, pl. megcsináltam az Országos Kéktúrát.

Van-e kémikus példaképed (akár kortárs is)? Miért pont ő?

Nincs példaképem. Nem szeretnék senkit lemásolni. Sok dicső előd tulajdonságaiból szeretnék minden jót birtokolni, de ez persze nehéz. Az ember próbálkozik. Aztán majd kijön belőle valami, valamilyen szinten. A fő, hogy az ember lelkesedéssel, elkötelezetten tegye, amit tesz.

GONDOLKODÓ



Kedves Tanárok és Diákok!

A KÖKÉL pontversenyei a 2012/2013-es tanévben is négy fordulóban jelennek meg októbertől márciusig. A **K** feladatok kezdőknek, 9-10. osztályosoknak szólnak. Egy forduló feladatait nagyjából nehézségük szerint növekvő sorrendben számozzuk. Itt előfordulnak a tananyaghoz szorosabban kapcsolódó feladatok is, de azok is találnak érdekeséget, akik szeretnének kicsit túllépni az iskolai anyagon.

A haladóknak szóló **H** feladatokkal bárki megpróbálkozhat, de ezek között több lesz az olyan feladat, amely megköveteli a középiskolai kémia alapos ismeretét. A jó megoldásokban más források, pl. kémia szakkönyvek forgatása is segíthet.

A **K** és **H** feladatsor fordulónként 5-5 feladatot tartalmaz, de nem feltétele a részvételnek mindegyik megoldása. A **H** feladatsort néhány **HO** jelű diákolimpiai feladat is kiegészíti. Ezek a KÖKÉL pontversenyébe nem számítanak bele.

A **H**-val és a **HO**-val jelölt feladatok a magyar diákok felkészülését is segítik a Nemzetközi Kémiai Diákolimpiára. Az egyik cél az, hogy a résztvevők megismerkedjenek azokkal a témakörökkel, amelyek szerepelnek a következő olimpián, bár a magyar középiskolai anyag nem tartalmazza őket. Az ilyen feladatok mellé alkalmanként oktatóanyagokat is közlünk, vagy a korábban megjelent anyagokra utalunk. Ezek az anyagok az olimpiai felkészülés honlapján (<http://olimpia.chem.elte.hu>) is elérhetőek lesznek.

A másik cél az, hogy azok is eljuthassanak az olimpiai válogatóra és jó esetben a nemzetközi versenyre, akik – balszerencse vagy az életkoruk miatt – nincsenek az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny legjobbjai között. A válogatóra ugyanis az OKTV legjobbjait hívjuk meg, de ezen felül a **H** és a **HO** feladatok együttes versenyében legtöbb pontot szerzett diákok közül is számíthatnak néhányan a meghívóra. A 10-11. osztályosokat külön is biztatjuk a részvételre, hisz őket a tanultak a későbbi évek válogatóin, olimpiáin is segíthetik.

Tapasztalataink azt mutatják, hogy az olimpiai csapatba bekerülő négy fő többsége részt vett a levelezőn, tehát érdemes időt fordítani az év közbeni munkára is.

Örömmel fogadunk feladatjavaslatokat a pontversenyekhez, mind tanároktól, mind versenyzőktől, a feladatsorok szerkesztőinek címén.

A pontversenybe történő benevezés elektronikusan, a <http://olimpia.chem.elte.hu> weblapon át lehetséges. Itt az adatokon kívül mindenkitől nyilatkozatot is kérünk arról, hogy a megoldásokat önállóan készíti el.

A dolgozatok feldolgozását megkönnyíti, ha az alábbi formai követelmények teljesülnek:

1. Minden egyes megoldás külön lapra kerüljön.
2. A lapok A4 méretűek legyenek.
3. Minden egyes beküldött lap bal felső sarkában szerepeljen a példa száma, a beküldő neve és iskolája.
4. Minden egyes megoldást – feladatonként külön-külön – négyrét összehajtva kérünk (több lapból álló dolgozatokat egybe) úgy, hogy a fejléc kívülre kerüljön.
5. A feltüntetett határidők azt jelentik, hogy a dolgozatot legkésőbb a megadott napon kell postára adni.

Feladatok kezdőknek

*Szerkesztő: Borbás Réka és Zagyai Péter
(rborbas02@gmail.com, zagyipeter@gmail.com)*

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2012. november 5-ig postára adva (az internetes nevezés is szükséges!) a következő címre várjuk:

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

ELTE Kémiai Intézet
Budapest 112
Pf. 32
1518

K171. Dörzsöljünk meg erősen egy műanyag vonalzót (vagy műanyag csövet, rudat) sállal vagy kendővel, és közelítsük

- a) egy papírszeletkéhez,
- b) a csapból a lehető legvékonyabban folyó vízszugárhoz.

Mit tapasztalunk? Miért?

Ismételjük meg a kísérletet egy 1,5 V-os (pl. ceruza-) elemmel. Közelítsük az elem pozitív vagy negatív pólusát a papírszeletkéhez, majd a vékony vízszugárhoz.

Mit tapasztalunk? Miért? Milyen következtetést vonhatunk le a kísérletből? Mit jelentenek az elem végein látható pozitív és negatív jelek?

(Róka András)

K172. A jövőben feltehetően egyre nagyobb szerepet fog betölteni az energiagazdaságban a hidrogén. Sok egyéb mellett a gáz tárolása jelenti az egyik fő megoldandó problémát, különösen mozgó egységek, pl. autók esetén.

400 km út megtételéhez – személyautóval, tüzelőanyag-elemet használva – kb. 4 kg hidrogén szükséges.

- a) *Hányszor nagyobb ennek a térfogata 25 °C-on és 1 bar nyomáson, mint az ugyanekkora út megtételéhez szükséges benziné? (Vegyünk 6 l / 100 km fogyasztást.)*

A hidrogéntárolás fő kérdése tehát az, hogy miként lehet ezt a kis sűrűségű gázt megfelelően kis térfogatban tárolni. A szóba jöhető lehetőségek közül felsorolunk néhányat:

1. Összenyomás 750 bar nyomásra, szobahőmérsékleten.
2. Folyékony hidrogén formájában történő tárolás, -252 °C -on. A folyékony hidrogén sűrűsége ezen a hőmérsékleten $70,8\text{ kg/m}^3$.
3. A LaNi_5 összegképletű anyag LaNi_5H_6 vegyületet képez a hidrogénnel. A folyamat megfordítható, és nem igényel extrém körülményeket. A keletkező hidrid sűrűsége $8,4\text{ g/cm}^3$.
4. Az Mg_2Ni szintén sztöchiometrikus összetételű hidridet képez elemi hidrogénnel, melynek sűrűsége $4,18\text{ g/cm}^3$.
5. Fém-alumínium-hidridek, amelyek az AlH_4^- komplex aniont tartalmazzák, nem túlzottan magas hőmérsékleten hidrogén, elemi alumínium és a megfelelő fém-hidrid keletkezése közben bomlanak. Többek között kis sűrűségük teszi vonzóvá alkalmazásukat: a nátrium-alumínium-hidrid sűrűsége pl. mindössze $1,24\text{ g/cm}^3$.

A hidrogén tárolására szánt anyagok két legfontosabb technológiai jellemzője a tárolt (és felszabadítható) hidrogén tömegszázalékos aránya és „térfogatsűrűsége” (azaz az egységnyi térfogatban található felszabadítható hidrogén tömege). Hosszú távon a 7,5 tömegszázalék hidrogéntartalom és a 70 g/l térfogatsűrűség elérése a cél.

- b) *Az 1. és a 2. módszer sem képes megfelelni egyik kitűzött célnak sem. Vajon miért?*
- c) *Számítsd ki a két jellemző adatot a LaNi_5H_6 -ra!*
- d) *Az Mg_2Ni hidridje esetén 150 g/l térfogatsűrűség érhető el. Mi a kérdéses hidrid összegképlete?*
- e) *Írd fel a nátrium-alumínium-hidrid és a kalcium-alumínium-hidrid bomlásának reakcióegyenletét!*
- f) *Add meg a két említett technológiai jellemzőt a nátrium-alumínium-hidridre!*
- g) *Melyik az a fém, amelynek alumínium-hidridje tartalmazza elvileg a legnagyobb tömegszázalékban a hidrogént?*

(Zagyai Péter)

K173. A dinitrogén-oxid sok érdekes sajátosságát és felhasználását ismerjük, az azonban kevésbé tudott, hogy veszélyes környezetszennyező anyag: a szén-dioxidnál kb. 300-szor „hatékonyabb” üvegházhatású gáz, és még a sztratoszférikus ózon elbontásában is komoly szerepe van: jelenleg ez a legnagyobb mennyiségben kibocsátott ózonréteg-károsító anyag.

A dinitrogén-oxid légköri koncentrációja a mérések szerint az ipari forradalom előtti 270 ppbv-ről 2012-re 324 ppbv-re nőtt. Ez az érték évente kb. 0,6 ppbv-vel növekszik. (A ppbv a parts per billion by volume rövidítése, a térfogatszázalékkal analóg egység, de nem századrészt, hanem milliárdodrészt jelent.) A kutatók úgy vélik, hogy a növekedés oka elsősorban a nitrogénműtrágyák egyre bővülő használata, ugyanis mind a nitrifikáció, mind a denitrifikáció során képződik bizonyos mennyiségű dinitrogén-oxid is. Becslések szerint évente 18,8 Tg nitrogén kerül dinitrogén-oxid formájában a levegőbe. (1 Tg [teragramm] = 10^{12} g)

- a) *Sorold fel a dinitrogén-oxid három gyakorlati alkalmazását!*
- b) *A nitrifikáció lényege az ammóniumion enzimatikus oxidációja a levegő oxigénjével. Írd fel a dinitrogén-oxid ilyen módon történő képződésének egyenletét!*
- c) *Mekkora a légkör ppbw-ben kifejezett dinitrogén-oxid-koncentrációja? (A ppbw – parts per billion by weight – a ppbv-vel analóg, de nem térfogat-, hanem tömegarányt fejez ki.)*
- d) *Mekkora tömegű dinitrogén-oxidot tartalmaz ma a Föld légköre?*

e) *Évente hány tonna dinitrogén-oxid kerül a levegőbe?*

A Föld légkörének teljes tömege $5,15 \cdot 10^{18}$ kg. Élünk azzal a durva közelítéssel, hogy a Föld légkörének legalsó 30 km-es rétege – amely a teljes tömeg több, mint 99 %-át tartalmazza – teljesen átkeveredik, ezért itt az összetevők aránya, így a dinitrogén-oxid koncentrációja is állandó.

(Zagyai Péter)

K174. A pirotechnikában elterjedten használnak olyan keverékeket, amelyek begyűjtva rövid ideig tartó, de igen intenzív fénykibocsátásra képesek. Ezekben mindig található valamilyen nagyon finom szemcseméretű reakcióképes fém (általában alumínium, magnézium vagy magnálium: az előbbi két fém ötvözete) és egy oxidálószer (pl. kálium-perklorát vagy bárium-nitrát). A kálium-perklorátból kálium-klorid, a bárium-nitrátból bárium-oxid és nitrogén keletkezik a reakció során.

- Írd fel a kálium-perklorát és az alumínium, valamint a bárium-nitrát és a magnézium között lejátszódó reakciók egyenletét!*
- Mi a tömegszázalékos összetétele a sztöchiometrikus összetételű $KClO_4/Al$ és $Ba(NO_3)_2/Mg$ keverékeknek?*
- Egy keverékre, amely kálium-perklorátot és magnáliumot tartalmaz, 63,3 tömegszázalék $KClO_4$ -tartalom a számított sztöchiometrikus összetétel. Számítsd ki a felhasznált magnálium tömegszázalékos alumíniumtartalmát!*

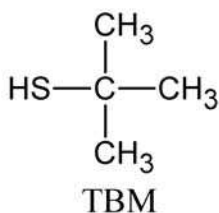
A gyakorlatban használt keverékek általában nem sztöchiometrikus összetételűek. Ha fémfelesleget tartalmaznak, akkor az égés során kialakuló igen magas hőmérsékleten a fölös fém elszublimál, és a levegő oxigénjével reagál.

- Számítsd ki, hogy egységnyi tömegű keverékből melyik esetben szabadul fel több hő: ha a $KClO_4$ és a Mg sztöchiometrikus arányban van jelen, vagy ha a szükségesnél 10 %-kal több a magnézium?*

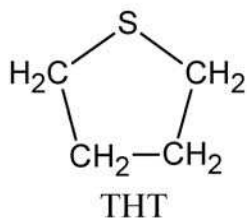
A képződéshők: $\Delta_k H(KClO_4, sz) = -433$ kJ/mol; $\Delta_k H(KCl, sz) = -437$ kJ/mol; $\Delta_k H(MgO, sz) = -602$ kJ/mol

(Zagyai Péter)

K175. Közismert, hogy a vezetőkes gázt jellegzetes illatú anyagok hozzáadásával szagosítják a gázszivárgás felismerésének megkönnyítésére. A jelenlegi szabvány szerint a vezetőkes gáz szagát még akkor is egyértelműen érezni kell, ha százszoros térfogatúra „hígult”. A szagosításhoz terc-butil-merkaptánt (TBM) és tetrahydro-tiofént (THT) használnak.



TBM



THT

A TBM esetén 3 ppbv, míg a THT esetén 4 ppbv az a minimális koncentráció, amelynél már határozottan érezhető és azonosítható a szaguk szobahőmérsékleten. (1 ppbv = $1/10^9$ térfogatrész.)

a) *1 m³ földgázhoz hány mg TBM-et, ill. THT-t kell adagolni ahhoz, hogy a szagintenzitás megfeleljen a szabványnak?*

Egy alkalommal állítólag úgy próbált néhány ember észrevétlenül bejutni egy társasházi lakásba, hogy kevés folyékony TBM-et öntöttek ki, és a kialakuló erőteljes gázzag miatt ki kellett üríteni az egész épületet.

b) *Egy kis ampulla (5 ml) folyékony TBM elpárologva elvileg maximum hány m³ 25 °C-os, 1 bar nyomású levegőben képes gázzagot okozni? (A TBM sűrűsége 0,8 g/cm³.)*

(Zagyi Péter)

Feladatok haladóknak

*Szerkesztő: Magyarfalvi Gábor és Varga Szilárd
(gmagyarfa@chem.elte.hu, boyle83@gmail.com)*

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2012. november 5-ig postára adva (az internetes nevezés is szükséges!) a következő címre várjuk:

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

H171. Régebbi kémiatankönyvekben széleskörűen használták a *standardállapot* kifejezést a gázokra: ez alatt azt értették, hogy a kérdéses gáz 25 °C hőmérsékletű és 1 atm (101 325 Pa) nyomású. Manapság a *standard légköri nyomás* fogalom használatos, és általában 101 325 Pa értéknek feleltetik meg.

A tudományos életben jelenleg nem létezik egyértelmű definíció sem a standardállapotot, sem a standardnyomást illetően. A IUPAC (Tiszta és Alkalmazott Kémia Nemzetközi Szervezete) például 0 °C-ot és 100 kPa-t (1 bart) javasol a gázok standard hőmérsékletére és nyomására, míg négy másik, szintén használatos definíció a 0 °C / 1 atm, 20 °C / 1 atm, 25 °C / 1 bar, valamint a már említett, régebbi tankönyvekben előforduló 25 °C / 1 atm. Látható tehát, hogy a standardállapot és a standardnyomás kifejezések használata a konkrét értékek megadása nélkül nem egyértelmű, és bonyodalmakhoz vezethet.

Egy kémiatanár feladatkitűzéskor csak a régi, tankönyvi definícióra gondolt. Egy egyszerű feladatban, amelyben megadta egy kétkomponensű gázelegy összetevőit (az egyik a szén-dioxid volt), az egyik kérdés így szólt:

„A gázelegy sűrűsége standardállapotban 1,231 g/dm³. Számítsd ki a tömegszázalékos összetételét!”

Javítás közben ismerte fel, hogy ha valaki a standardállapot egy másik meghatározását alkalmazza, eredménye számottevően eltérhet az általa kiszámítottól, sőt előfordulhat, hogy a feladatnak nem is lesz megoldása, ellentmondásra vezet.

- A szén-dioxid mellett milyen gáz szerepelhetett a feladatban?*
- Mi volt a tanár által kiszámított összetétel, és milyen eredményeket kellett még helyesnek elfogadnia?*

(Zagyai Péter)

H172. Oldatok és elegyek összetételét sokféle mennyiséggel jellemezhetjük. A leggyakrabban használt összetételi változók és mértékegységeik: koncentráció (mol oldott anyag/dm³ oldat), tömegkoncentráció (g oldott anyag/dm³ oldat), Raoult-koncentráció (mol oldott anyag/kg oldószer), tömegszázalék, térfogatszázalék, mólszázalék.

Milyen esetben fordulhat elő, hogy két változó számértéke (a fenti mértékegységekben) megegyezik? Próbáljunk valós példákat (szobahőmérséklet közelében) találni! Előfordulhat-e, hogy három jellemző számértéke megegyezzen?

(Magyarfalvi Gábor)

H173. Egy oxidásványról az alábbi információkat tudjuk:

- oxigéntartalma 31,64 m/m%;
- az oxigéнен kívül két fémes elemet tartalmaz 1:1 anyagmennyiség-arányban;
- a két fém rendszámának különbsége 4.

a) *Számítással határozd meg az ismeretlen vegyület összegképletét, valamint add meg ásványtani nevét!*

Ezt az oxidot klórgázzal és szénnel reagáltatva szén-monoxidhoz, valamint egy-egy fém-halogenidhez jutunk, melyek közül az egyik szintelen, a másik sötétsárga.

b) *Írd fel a reakció rendezett egyenletét!*

c) *Az egyik képződő halogenid – halmazállapotát tekintve – szokatlan tulajdonságot mutat. Mi ez, és mi a magyarázat erre? Hogyan lehetséges, hogy a vizsgált fém fluoridja – noha moláris tömege a legkisebb – magasabb olvadáspontú, mint a többi halogenidje?*

Az előző folyamat az egyik fém elterjedt előállításának első lépése.

d) *Melyik fémé? Hogyan nevezik ezt az előállítási módszert? Hogyan lehet folytatni a folyamatot (azaz előállítani az elemi fémet)?*

(Varga Bence)

H174. Ismerjük az alábbi reakció sebességi együtthatóját 25 °C-on:



a) *Mekkora a $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ reakció sebességi együtthatója 25 °C-on?*

b) *1 pohár (2,5 dl) vízben 1 másodperc alatt hány darab vízmolekula vesz részt az előbbi egyenlet szerinti autoprotolízisben?*

Gyakran olvashatjuk kémiakönyvekben a következő állítást: Az etil-alkohol a víznél is gyengébb sav, ezért nátrium-hidroxiddal nem lép reakcióba.

- c) *Kézikönyvekben az etil-alkohol pK_s értékére 15,5 vagy 15,9 értéket találunk. Valóban gyengébb sav, mint a víz?*
- d) *Az etil-oxónium-ion pK_s értéke hozzávetőleg $-2,4$. Határozd meg az „alkoholionszorzat” értékét 25°C -on!*
- e) *Egy vizes oldat egyaránt $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációban tartalmaz etil-alkoholt és nátrium-hidroxidot. Az etil-alkohol-molekulák hány százaléka van deprotonált állapotban az oldatban?*

(Zagyai Péter)

H175. A Kozmikus Baleseteket Kivizsgáló Intézet (KOBALKIVI) szakembereit felkérték arra, hogy a Szaturnusz Titán nevű holdjára küldött kutatószondát ért szerencsétlenség okait tárják fel. A légénység nélküli járművel landolás után néhány perccel megszakadt minden kapcsolat. A Titán szirénjei közleményben tudatták, hogy a szonda egy folyékony metánnal teli tóban úszva jéghegynek ütközött. Pirx kapitány néhány hónappal az eset után érkezett a helyszínre, jelentése szerint a felszíni hőmérsékletet 128 K -nek, a légnyomást 154 kPa -nak mérte. A légkört nagyrészt nitrogén, kisebbrészt metán alkotta. A szonda sérülései emlékeztették őt a Titán szirénjeinek egyik kedvenc fegyvere, a kaontorpedó becsapódásának nyomaira. A jármű megtalálási helye hasonlított ugyan egy kiszáradt tófenékre, de a legközelebbi tó ezer kilométernél is messzebb volt. A sérült műszerekből sikerült néhány adatot kinyerni, ezek szerint közvetlenül a baleset előtt a környezeti hőmérséklet 94 K , a nyomás 142 kPa volt. Pirx kapitány beszámolt még arról, hogy a Titán téli, hideg oldalán sok tavat látott.

A KOBALKIVI szakemberei az eset alapos tanulmányozására két kísérletsort végeztek metánnal egy speciális eszközben, amelynek 2800 cm^3 térfogatú tartályában a hőmérsékletet és a nyomást is nagyon pontosan tudták mérni. Először $64,0 \text{ g}$ metánt zártak a tartályba, $80,00 \text{ K}$ -re hűtötték, majd $10,0 \text{ J/s}$ -os, állandó sebességgel fűteni kezdték. A műszer a következő adatokat regisztrálta melegedés közben:

$t \text{ (s)}$	0	100	200	207	350	578	700	1000
$T \text{ (K)}$	80,00	85,41	90,32	90,67	90,67	90,67	95,26	105,17
$p \text{ (Pa)}$	2615	5922	11420	11702	11702	11702	20641	57186
$t \text{ (s)}$	2000	3000	4000	5000	5212	5250	5300	
$T \text{ (K)}$	127,77	142,53	153,44	161,68	164,40	167,51	171,31	
$p \text{ (Pa)}$	322674	742101	1238641	1741874	1949783	2172478	2488645	

A következő sorozatban a 64,0 g metán mellé még 1,471 g héliumot is a tartályba zártak, majd megismételték a kísérletet. Az adatok:

t (s)	0	100	200	213	300	371	500	1000
T (K)	80,00	85,29	90,10	90,74	90,74	90,74	95,49	110,74
p (Pa)	93865	103092	113840	115162	115757	116242	131718	224309
t (s)	2000	3000	4000	5000	5290	5300	5400	
T (K)	131,00	144,78	155,1	162,89	166,30	167,20	174,54	
p (Pa)	552137	1004774	1512705	2006827	2259104	2330255	2970626	

Végül a szakemberek a szonda terveit áttanulmányozva megállapították, hogy annak átlagos sűrűsége $0,34 \text{ g/cm}^3$.

Milyen következtetést vont le a KOBALKIVI jelentése a balesetről?

(Lente Gábor)

HO-85. A hidrazin (N_2H_4) egy kétértékű gyenge bázis ($K_{b1} = 8,5 \cdot 10^{-7}$; $K_{b2} = 8,9 \cdot 10^{-16}$). Kénsavval többféle összetételű vízmentes sót képezhet. (A kénsav második savi disszociációs állandója $K_{s2} = 1,02 \cdot 10^{-2}$)

- Add meg az elvileg elképzelhető vízmentes sók összegképletét!*
- Vizes oldatokból kiindulva két só állítható elő ezek közül. Melyek ezek és milyen ionokat tartalmaznak? A többi só esetében miért nem működik a vizes eljárás?*
- Mi lesz a sókból készített $0,1 \text{ M}$ koncentrációjú két oldat pH-ja?*

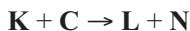
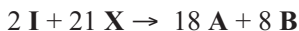
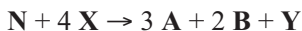
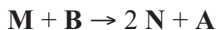
(Zagyai Péter és Magyarfalvi Gábor)

HO-86. A legtöbb izzadásgátló termék alumíniumsókat tartalmaz. Ezek a verejtékkel keveredve géles alumínium-hidroxid-csapadékot adnak, ami elzárja a verejtékmirigyek nyílását, és így csökkenti a felszabaduló izzadság mennyiségét. Az alumínium-hidroxid oldhatósági szorzata $3 \cdot 10^{-34}$. A verejték pH-ja 5 körül mozog.

- Mekkora lesz a szabad alumíniumion-koncentráció az állandónak vehető kémhatású, a csapadékkal egyensúlyban levő verejtékben?*
- Tiszta vízbe helyezve az alumínium-hidroxidot, mekkora lenne a csapadékkal egyensúlyban levő oldat pH-ja és alumíniumion-koncentrációja?*

(Magyarfalvi Gábor)

HO-87. Milyen anyagokat jelölnek a nagybetűk? Rajzold fel a szerves vegyületek szerkezetét!



- Szervetlen vegyületek: **A, B, C.**
- Szerves vegyületek: **I, J, K, L, M, N.**
- Gázhalmazállapotú elemek: **X, Y, Z.**
- A **C** vegyület vizes oldata bázikus kémhatású.
- A **J** vegyület vizes oldata savas kémhatású.
- **J, K, L, M, N** fehér kristályos anyagok.
- Az **I** vegyület egy jellegzetes illatú sárga színű folyadék, amelyet elterjedten használ az illatszeripar. Forráspontján (248 °C-on) elpárologtatjuk 160 mg-os részletét egy tágulásra képes edényben. Ekkor az edény térfogata 54,1 cm³-t növekedett. A tartályban a nyomás 970 mbar volt.

(Varga Szilárd)

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

Fordítási verseny a 2012/2013-as tanévben

Fordítandó német szakszöveg a tanév során két alkalommal (a mostani 2012/4. és a jövő évi 2013/1. számban) jelenik meg. Ezek gimnazistáknak szóló eredeti német szövegek alapján kerülnek összeállításra: leggyakrabban tanulókísérletek leírásai a hozzájuk tartozó rövid magyarázattal. A rovat fő célja megismertetni azt a **szókincset és nyelvezetet (kémiai anyagok és laboratóriumi eszközök megnevezése, alapvető műveletek leírása)**, melyre külföldi tanulás (esetleg később munka) esetén szükség lesz minden olyan területen, mely kémiai ismeretekre is támaszkodik (orvosi, gyógyszer, természettudományok, környezetvédelem, élelmiszer, agrár, műszaki stb.). A németórán vagy a nyelvvizsga-előkészítőn feldolgozott ismeretterjesztő szövegek ehhez nem elegendők: azok nyelvezete messze áll attól, amikor egy tankönyvi szövegben, egy receptben vagy egy műszer leírásában kell eligazodni. A kémialaborba belépve pedig igen hamar rájövünk, hogy biztos nyelvtudásunk ellenére csak mutogatásra vagyunk képesek az eszközök között, akár a bennszülöttek...

A tudományos nyelv németben a hivatalos stílushoz áll közel, ennek megfelelően a mondatok nyelvtanilag meglehetősen összetettek és közbeékeltek lehetnek. Cserébe valószínűleg nem kell olyan újságírói blikkfangokon és képi hasonlatokon törni a fejünket, melyekkel ismeretterjesztő cikkekben találkozhatunk. **Fordítás közben képzeljétek azt, hogy a másik osztálynak vagy az osztály másik felének fordítotok: ők nem tanulnak németül, és nekik a Ti fordításotok alapján meg kell tudni csinálniuk a kísérletet!** Tehát az a legfontosabb, hogy minden egyes lépés követhető legyen, és pontosan azt adja vissza, ami a teendő (pl. forralni kell-e vagy csak melegíteni). Az irodalmi műfordítással ellentétben a precizitás megelőzi

a választékosságot. Természetesen a mondatoknak magyarul helyeseknek kell lenniük! Nagyon bosszantó olyan sebtiben elkészített fordítást olvasni, mely úgy hangzik, mintha nem tudna jól magyarul az írója. Ha valamit nem tudtok szó szerint lefordítani (akár pl. egy szakkifejezést nem tanultatok), akkor kipontozás helyett inkább [szögletes zárójelben] írjátok körül az értelmét, hogy a szöveggörnyezetből mire gondoltok.

Jelentkezés: A **KÖKÉL** pontversenyeibe internetes nevezést kérünk a **következő honlapon:** <http://olimpia.chem.elte.hu>. A felkészítő tanár mezőben a kémiatanárok mellett a némettanárok nevét is feltétlenül adjátok meg! Jelenlegi nyelvtudásotokhoz valószínűleg hosszabb fejlődési folyamat eredményeként jutottatok el, mely nem csak egyetlen tanárnak köszönhető. Ezért korábbi nyelvtanárok nevét (iskola megnevezésével) is nyugodtan adjátok meg, ha jelentősen hozzájárult mostani tudásotokhoz, és neki is köszönetet szeretnétek mondani!

A **KÖKÉL honlapjáról letölthető** az eddig előfordult szakszavakból és szakkifejezésekből összeállított **szójegyzék** (kis **szakszótár**). A legújabb, 2012-es szójegyzék már több mint 300 kifejezést tartalmaz. Érdekes tanulmányozni, mert nem támaszkodhatunk teljes mértékben a magyar–német nagyszótárra, de még a műszaki szótárra sem. Számos (egyébként alapvető) kifejezés (pl. osztott pipetta, hasas pipetta, vegyifülke) egyáltalán nem található meg bennük, más esetben pedig igencsak félrevezetőek lehetnek. Tudomásom szerint még a két tanítási nyelvű, ill. nemzetiségi gimnáziumok nagy részében sem tanítják a kémiát német nyelven, így ez a rovat ebből a szempontból is hiánypótló.

A **pontozás** szempontrendszere részletesen a 2004/3. szám 279. oldalán került ismertetésre. Érdekes az azóta megjelent értékelések közül néhányat átnézni (nagy részük az újság honlapján fent van, a többi az iskolai könyvtárban biztosan megtalálható), mert a leggyakoribb félreértések, ill. a (magyar!) nyelvtani és helyesírási hibák egy része is megelőzhető így. **Új elemként** pluszpontokat is fogok adni, ha valaki egy kacifántos részt sikeresen kibogoz, vagy valamit nagyon szellemesen fordít le (ezekre 2–3 pontot). 1–2 pluszpont jár majd annak, aki megtalálja a helyes magyar megfelelőjét egy olyan kifejezésnek, melyről kiderül, hogy csak páran ismerték fel. Ezek kompenzálhatják a kis levonásokat, melyek gyakran csak figyelmetlenségéből erednek. **A molekulák szerkezeti képletét nem kell lerajzolni, de az ábrák, képek feliratát (ha van) le kell fordítani!**

Chemie auf Deutsch (fordításra kijelölt német nyelvű szakszöveg)**Iod-Uhr-Reaktion**

Im Jahre 1886 stellte Hans Landolt (1831-1910) in den "Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft" Reaktionen zwischen Jodsäure und schwefliger Säure vor. Hierbei entsteht Jod, das mit zugegebener Stärke tiefblaue Jodstärke bildet. Nachdem zunächst keine Veränderung zu beobachten ist, färben sich die Lösungen schlagartig dunkelblau. Abhängig von den Konzentrationen der eingesetzten Reagenzien erfolgt der Farbumschlag nach unterschiedlich langer Zeit. Es ist also möglich, eine "Chemische Uhr" zu bauen.

„Ueber die Zeitdauer der Reaction zwischen Jodsäure und schwefliger Säure“:

„Wird zu wässriger schwefeliger Säure Jodsäurelösung im Überschuss gesetzt, so findet bekanntlich Abscheidung von Jod statt. Diese Reaction erfolgt sofort, wenn die Flüssigkeiten concentrirt sind; nimmt man dieselben aber verdünnt, so tritt die frappante Erscheinung auf, dass die mit etwas Stärke versetzte Mischung sich anfangs vollständig klar erhält und erst nach Verfluss einer gewissen Zeit, welche einige Secunden bis Minuten betragen kann, plötzlich tief bläut. Unter Anwendung gleicher Mengen der beiden Lösungen und Innehaltung der nämlichen Temperatur ist die Zeitdauer von dem Momente des Mischens bis zum Eintritt der Blaufärbung vollständig constant, und es kann dieselbe leicht mittels der Uhr bestimmt werden.“

Diese Reaktion wird auch **Landolt-Reaktion** genannt. Sie ist ein Beispiel für eine sogenannte **Zeitreaktion**, die hier dadurch gekennzeichnet ist, dass sich ein Produkt zeitlich verzögert bildet. Die **Landoltsche Zeitreaktion** wurde seit der ersten Veröffentlichung vielfach modifiziert und optimiert. Bei der quantitativen Auswertung des Versuchs messen wir den Zeitraum vom Zusammengießen der Lösung bis zum Auftreten der Blaufärbung, Abhängig von den Konzentrationen der eingesetzten Reagenzien erfolgt der Farbumschlag nach unterschiedlich langer Zeit. Z.B.:

$[\text{HSO}_3^-]$ in mM	$[\text{IO}_3^-]$ in mM	Zeit t_c in s	Reaktions- geschwindigkeit
2,250	3,250	15	hoch
1,500	2,160	30	mittel
1,125	1,625	60	niedrig

Eine Verdoppelung der Konzentration eines Reaktionspartners steigert die Reaktionsgeschwindigkeit um den Faktor 2.

Chemikalien

- Kaliumiodat
- konzentrierte Schwefelsäure
- Ethanol
- Natriumsulfit
- Stärke

Geräte

- Waage
- Spatel
- Dreifuß und Drahtnetz
- Becherglas (100 ml)
- 2 Messkolben (1000 mL)
- 1 Messzylinder (5 ml)
- 3 Bechergläser (500 ml)
- 3 Rührstäbe
- 3 Messzylinder (100 ml)
- 1 Messzylinder (25 ml)
- Stoppuhr

Bereitung der Lösungen

Lösung A: In einem 1000 mL Messkolben werden 4,3 g Kaliumiodat in dest. Wasser gelöst. Der Kolben wird bis zur Marke mit dest. Wasser aufgefüllt.

Lösung B: In einem 1000 mL Messkolben werden 1,16 g Natriumsulfit in dest. Wasser gelöst. Zu dieser Lösung fügt man 10 mL Ethanol und 2,2 mL (4,0 g) konz. Schwefelsäure. Der Kolben wird bis zur Marke mit dest. Wasser aufgefüllt.

Lösung C: In einem 100 mL Becherglas löst man 2 g Stärke in kochendem Wasser. Nach dem Abkühlen ggf. filtrieren.

Obige Lösungen sollten frisch bereitete werden.

Durchführung

- Becherglas 1: 100 ml Wasser + 20 ml (C) + 50 ml (B) + 50 ml (A).
 Becherglas 2: 200 ml Wasser + 20 ml (C) + 50 ml (B) + 50 ml (A).
 Becherglas 3: 300 ml Wasser + 20 ml (C) + 50 ml (B) + 50 ml (A).

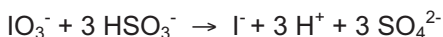
Die Lösungen in der angegebenen Reihenfolge zugeben und dabei rühren. Mit dem Augenblick des Vermischens der Reaktionslösung (A) wird die Zeit genommen. In der Praxis startet man die Stoppuhr sobald die Hälfte des Reaktionspartners der Sulfid-Lösung zugesetzt ist.

Beobachtungen

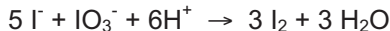
Die farblose Flüssigkeit in Glas (1) schlägt etwa 15 Sekunden nach Zugabe von Lösung A nach blau um, in Glas (2) nach 30 Sekunden, bei Glas (3) nach ca. 1 Minute.

Erklärungen

Die saure Lösung enthält Iodat im Überschuss sowie gelöste Stärke. Die Bruttoreaktionsgleichung dieser Redoxreaktion lautet:



Das gebildete Iodid reagiert jedoch gemäß einer Komproportionierung



schnell weiter mit dem im hohen Überschuss vorliegenden Iodat zu Iod, welches mit der Stärke einen blauen Farbstoff bildet. Die Blaufärbung der Lösung bleibt aber aus, da das gebildete Iod durch das noch vorhandene Hydrogensulfid wiederum sehr schnell gemäß



wieder zum Iodid reduziert wird.

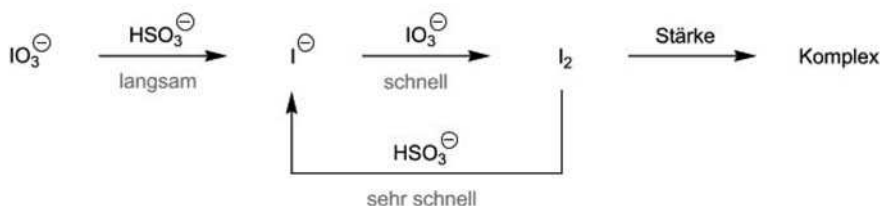


Abb.1 Reaktionsschema zur Gesamtreaktion (ohne Stöchiometrie)

Erst wenn die Hydrogensulfitionen vollständig aufgebraucht sind, ist das Iod dauerhaft und kann sich dadurch an die Stärke einlagern. Dies führt zu dem typischen tiefblauen Iod-Stärke-Komplex.

Forrás:

<http://www.axel-schunk.de/experiment/edm1298.html>

<http://www.demochem.de/D-Landolt-d.htm>

http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/4/pc/gkm1_kin_anal.vlu/Page/vsc/de/ch/4/pc/kinetik/experimente/pe_08_01_15.vscml.html

http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/1/pc/pc_08/pc_08_01/pc_08_01_05.vlu/Page/vsc/de/ch/1/pc/pc_08/pc_08_01/pm_08_01_03.vscml.html

<http://www.chemiefachberater.de/downloads/landoltzeitversuch.pdf>

<http://www.jagemann-net.de/pdf/landolt.pdf>

Beküldési (postára adási) határidő: 2012. december 10.

Cím:

Dr. Horváth Judit (KÖKÉL német fordítási verseny)

ELTE TTK Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

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

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

Kémia angolul

Szerkesztő: MacLean Ildikó

Kedves Diákok!

A fordítási verseny a 2012/2013-es tanévben is folytatódik.

A beküldött fordítások idén is a KÖKÉL 2010/4. számában a 281-282. oldalon közölt irányelvek alapján kerülnek pontozásra.

Maximálisan **100 pontot** lehet kapni hibátlan fordításra. Ha valaki nem tudja befejezni a teljes szöveget határidőre, dolgozatát akkor is küldje be, hiszen a szövegrész fordításával elért pontok is beleszámítanak a pontversenybe. A pontversenyre benevezni a <http://olimpia.chem.elte.hu> weblapon keresztül is lehetséges amellet, hogy a fordításokat e-mailben külditek be.

A négyfordulós versenybe bármikor be lehet kapcsolódni; akár 2-3 szakszöveg lefordításával is.

A pontverseny a tanév végével zárul majd le, s az első három helyezett jutalomban részesül.

A formai követelményekre ügyeljetek: **minden egyes lap bal felső sarkában, a fejlécben szerepeljen a beküldő teljes neve, iskolája és osztálya**. Csak a **névvel ellátott dolgozatok** kerülnek értékelésre! Jól bevált gyakorlat, hogy a fordításokat tanáraitoknak is elkülditek.

A fordításokat továbbra is kizárólag e-mailen juttassátok el hozzám.

Beküldési határidő: 2012. november 5.

A pontversenyre benevezni a <http://olimpia.chem.elte.hu> weblapon keresztül lehetséges. A fordításokat e-mailben várjuk a következő címre: kokelangol@gmail.com.

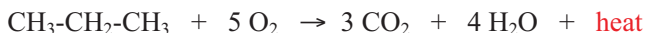
Jó fordítást, jó versenyzést kívánok mindnyájatoknak a tanév első, *szerves kémiai* témájú szakszövegéhez.

Alkane Reactions

The alkanes and cycloalkanes, with the exception of cyclopropane, are probably the least chemically reactive class of organic compounds. Despite their relative inertness, alkanes undergo several important reactions that are discussed below.

1. Combustion

The combustion of carbon compounds, especially hydrocarbons, has been the most important source of heat energy for human civilizations throughout recorded history. The practical importance of this reaction cannot be denied, but the massive and uncontrolled chemical changes that take place in combustion make it difficult to deduce mechanistic paths. Using the combustion of propane as an example, we see from the following equation that every covalent bond in the reactants has been broken and an entirely new set of covalent bonds have formed in the products. No other common reaction involves such a profound and pervasive change, and the mechanism of combustion is so complex that chemists are just beginning to explore and understand some of its elementary features.



Two points concerning this reaction are important:

1. Since all the covalent bonds in the reactant molecules are broken, the quantity of heat evolved in this reaction is related to the strength of these bonds (and, of course, the strength of the bonds formed in the products). Precise heats of combustion measurements can provide useful information about the structure of molecules?
2. The stoichiometry of the reactants is important. If insufficient oxygen is supplied some of the products will consist of carbon monoxide, a highly toxic gas.



Heat of Combustion

From the previous discussion, we might expect isomers to have identical heats of combustion. However, a few simple measurements will disabuse this belief. Thus, the heat of combustion of pentane is -782 kcal/mole, but that of its 2,2-dimethylpropane (neopentane) isomer is -777 kcal/mole. Differences such as this reflect subtle structural variations, including the greater bond energy of 1°-C-H versus 2°-C-H bonds and steric crowding of neighboring groups. In small-ring cyclic compounds ring strain can be a major contributor to thermodynamic stability and chemical reactivity.

The chief source of ring strain in smaller rings is \angle and τ . As noted elsewhere, cyclopropane and cyclobutane have large contributions of both strains, with angle strain being especially severe. Changes in chemical reactivity as a consequence of angle strain are dramatic in the case of cyclopropane, and are also evident for cyclobutane. The cyclopropane reactions are additions, many of which are initiated by electrophilic attack. The pyrolytic conversion of β -pinene

to myrcene probably takes place by an initial rupture of the 1:6 bond, giving an allylic 3°-diradical, followed immediately by breaking of the 5:7 bond.

2. Halogenation

Halogenation is the replacement of one or more hydrogen atoms in an organic compound by a halogen (fluorine, chlorine, bromine or iodine). Unlike the complex transformations of combustion, the halogenation of an alkane appears to be a simple **substitution reaction** in which a C-H bond is broken and a new C-X bond is formed. The chlorination of methane, shown below, provides a simple example of this reaction.



Since only two covalent bonds are broken (C-H & Cl-Cl) and two covalent bonds are formed (C-Cl & H-Cl), this reaction seems to be an ideal case for mechanistic investigation and speculation. However, one complication is that all the hydrogen atoms of an alkane may undergo substitution, resulting in a mixture of products, as shown in the following unbalanced equation. The relative amounts of the various products depend on the proportion of the two reactants used. In the case of methane, a large excess of the hydrocarbon favors formation of methyl chloride as the chief product; whereas, an excess of chlorine favors formation of chloroform and carbon tetrachloride.



The following facts must be accommodated by any reasonable mechanism for the halogenation reaction.

1. The reactivity of the halogens decreases in the following order: $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$.
2. We shall confine our attention to chlorine and bromine, since fluorine is so explosively reactive it is difficult to control, and iodine is generally unreactive.
3. Chlorinations and brominations are normally exothermic.
4. Energy input in the form of heat or light is necessary to initiate these halogenations.
5. If light is used to initiate halogenation, thousands of molecules react for each photon of light absorbed.
6. Halogenation reactions may be conducted in either the gaseous or liquid phase.
7. In gas phase chlorinations the presence of oxygen (a radical trap) inhibits the reaction.

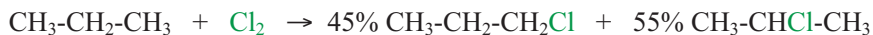
8. In liquid phase halogenations radical initiators such as peroxides facilitate the reaction.

The most plausible mechanism for halogenation is a chain reaction involving neutral intermediates such as free radicals or atoms. The weakest covalent bond in the reactants is the halogen-halogen bond ($\text{Cl-Cl} = 58 \text{ kcal/mole}$; $\text{Br-Br} = 46 \text{ kcal/mole}$) so the initiating step is the homolytic cleavage of this bond by heat or light, note that chlorine and bromine both absorb visible light (they are colored). A chain reaction mechanism for the chlorination of methane has been described. Bromination of alkanes occurs by a similar mechanism, but is slower and more selective because a bromine atom is a less reactive hydrogen abstraction agent than a chlorine atom, as reflected by the higher bond energy of H-Cl than H-Br .

Selectivity

When alkanes larger than ethane are halogenated, isomeric products are formed. Thus chlorination of propane gives both 1-chloropropane and 2-chloropropane as mono-chlorinated products. Four constitutionally isomeric dichlorinated products are possible, and five constitutional isomers exist for the trichlorinated propanes.

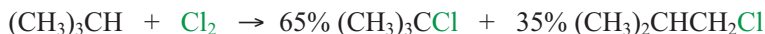
The halogenation of propane discloses an interesting feature of these reactions. **All the hydrogens in a complex alkane do not exhibit equal reactivity.** For example, propane has eight hydrogens, six of them being structurally equivalent **primary**, and the other two being **secondary**. If all these hydrogen atoms were equally reactive, halogenation should give a 3:1 ratio of 1-halopropane to 2-halopropane mono-halogenated products, reflecting the primary/secondary numbers. This is not what we observe. Light-induced gas phase chlorination at 25°C gives 45% 1-chloropropane and 55% 2-chloropropane.



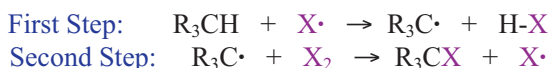
The results of bromination (light-induced at 25°C) are even more surprising, with 2-bromopropane accounting for 97% of the mono-bromo product.



These results suggest strongly that 2° -hydrogens are inherently more reactive than 1° -hydrogens, by a factor of about 3:1. Further experiments showed that 3° -hydrogens are even more reactive toward halogen atoms. Thus, light-induced chlorination of 2-methylpropane gave predominantly (65%) 2-chloro-2-methylpropane, the substitution product of the sole 3° -hydrogen, despite the presence of nine 1° -hydrogens in the molecule.



It should be clear from a review of the two steps that make up the free radical chain reaction for halogenation that the first step (hydrogen abstraction) is the **product determining step**. Once a carbon radical is formed, subsequent bonding to a halogen atom (in the second step) can only occur at the radical site. Consequently, an understanding of the preference for substitution at 2° and 3°-carbon atoms must come from an analysis of this first step.



Since the H-X product is common to all possible reactions, differences in reactivity can only be attributed to differences in C-H bond dissociation energies. The difference in C-H bond dissociation energy reported for primary (1°), secondary (2°) and tertiary (3°) sites agrees with the halogenation observations reported, in that we would expect weaker bonds to be broken more easily than are strong bonds. By this reasoning we would expect benzylic and allylic sites to be exceptionally reactive in free radical halogenation, as experiments have shown. The methyl group of toluene, C₆H₅CH₃, is readily chlorinated or brominated in the presence of free radical initiators (usually peroxides), and ethylbenzene is similarly chlorinated at the benzylic location exclusively. The hydrogens bonded to the aromatic ring (referred to as phenyl hydrogens above) have relatively high bond dissociation energies and are not substituted.



Since carbon-carbon double bonds add chlorine and bromine rapidly in liquid phase solutions, free radical substitution reactions of alkenes by these halogens must be carried out in the gas phase, or by other halogenating reagents.

Forrás: <http://www2.chemistry.msu.edu/faculty/reusch/VirtTxtJml/funcrx1.htm>

KERESD A KÉMIÁT!



Szerkesztő: Kalydi György

Kedves Diákok!

Ismét itt az új tanév, így újra elindítjuk ezt a rovatot is. Szeretném, ha ebben az évben is legalább annyi érdeklődő és szorgalmas diák venne részt a versenyben, ahány tavaly. (Akkor közel 50 diák próbálkozott a feladatok megoldásával.) A versenyre benevezni a <http://olimpia.chem.elte.hu/> weblapon keresztül lehetséges. A megoldásokat a kalydigy@gmail.com vagy levélben a Krúdy Gyula Gimnázium, Győr, Örkény út 8-10. 9024 címre küldjétek. Beküldési határidő: 2012. november 5. Jó versenyzést kívánok mindenkinek!

1. idézet

„A ciángázt a vegyipar bizonyos területein is használják, például a festégyártásban. Már néhány milligrammjával meg lehetett ölni egy embert, egy liter, víztározóba öntött ciángáz pedig elég egy közepes méretű város elnéptelenítéséhez.” (Stieg Larsson: A tetovált lány)

Kérdések:

1. Jellemezd a hidrogén-cianidot szín, szag, halmazállapot, toxicitás alapján! A vegyület megnevezéséből látszik, hogy az anyag egy fontos jellemzőjét a szerző ismerte, de a fordító nem. Mi lehetett ez? Mi a vegyület régi neve?
2. Sav-bázis reakcióban hogyan viselkedik a hidrogén-cianid vízzel szemben? Mi történik hosszabb állás közben? Egyenletet is írj! Mi a keletkezett vegyület neve?
3. Írd fel a hidrogén-cianid égésének egyenletét!
4. Írd fel egyenlettel, mi történik, ha hidrogén-cianidot kálium-hidroxiddal reagáltatunk!

5. Kémiai szempontból mi a cianid?
6. Mi történik, ha kálium-cianidot hosszabb ideig nedves levegőn tartunk? Egyenletet is írj!
7. Mi köze van a triazinnak a hidrogén-cianidhoz? Rajzold fel a triazin képletét!
8. Az ércekből az aranyat az ún. ciánlúgozással is ki lehet vonni. Írd fel egyenlettel ezeket a reakciókat!
9. Hol, mikor és milyen ökológiai katasztrófa történt hazánkban a ciánlúggal kapcsolatban?

2. idézet

„Még feljebb a tető gerendavázán ólomforrasztó munkások dolgoztak, mint pókok kúsztak-másztaak a hatalmas, fából rótt hálón, ólomlemezeket szegezve a tartóbordákra.” (Ken Follett: A katedrális)

Kérdések:

1. Miért nevezték az ólmot régen írónnak?
2. Írd fel (ha lejátszódik) az ólomnak sósavval, kénsavval és salétromsavval való reakcióját! Ha nincs reakció, mi a magyarázata?
3. Egy ólomvegyületet benzin-adalékanyagként ismerünk. Mi ennek a vegyületnek a neve, képlete, miért adagolták a benzinhoz és miért szüntették be az alkalmazását?
4. Az ólom egyik érce a galenit. Hogyan állítható elő ebből az ólom? Írd fel egyenlettel!
5. A Római Birodalomban az ólmot széles körben alkalmazták például az arcfestékekben, edényeket, vízvezetékeket készítettek belőle. Miért veszélyes ez?
6. Miért nem lehetett az ólomkamrás kénsavgyártás során 80 %-nál töményebb kénsavat előállítani?
7. Az ólmot hat másik fémmel együtt már az ókorban is ismerték. Mi a hat másik fém neve és mi a nekik megfelelő égitest?

„HATÁRTALAN KÉMIA...”



Szalay Luca

Új tantervek a kémia oktatásához

Mintegy két évig tartó vajúadás, sok szakmai és politikai vita után, 2012. június 4-én jelent meg a Magyar Közlönyben a 110/2012. (VI. 4.) Kormányrendelet „A Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról” [1]. A kémia jövőbeni tanítását meghatározó „Ember és természet” műveltségterületről szóló rész a 216 oldalas letölthető PDF fájl 93. oldalán kezdődik. A „Fejlesztési feladatok” szerkezete a természettudományos tantárgyak esetében a következő:

1. Tudomány, technika, kultúra
2. Anyag, energia, információ
3. Rendszerek
4. A felépítés és a működés kapcsolata
5. Állandóság és változás
6. Az ember megismerése és egészsége
7. Környezet és fenntarthatóság

Ez nem véletlenül emlékeztet a 2009-ben akkreditált integrált „Természettudomány” kerettanterv [2] szerkezetére, mivel a Nemzeti alaptanterv (NAT) e műveltségterületének átdolgozása során végül a kiindulópont ez a dokumentum lett. Szakmai berkekben a legnagyobb vitát az váltotta ki, hogy a szerzők a műveltségterület tantárgyanként összeállított közműveltségi tartalmait is ebben az egységes szerkezetben írták le. Sajnos az olyan, számos konkrét példával alátámasztott érvek, hogy ez szükségtelen ismétlődések mellett is súlyos hiányokhoz vezet, és valójában nagyon megnehezíti a fogalmi struktúra kiépülését, illetve az egységes, rendszerezett, jól használható tudás kialakulását, nem térítették el a döntéshozókat ennek elfogadásától. Hiszen avatatlan fülek számára nagyon jól

csengenek azok az egyszerű (és egyébként alapvetően igaz) állítások, hogy a természettudományokat „érdekesen” és az anyagi világ egységét szem előtt tartva kell tanítani.

A természettudományok tanításában jártas szakemberek számára azonban az is nyilvánvaló, hogy a fizika, kémia és biológia azért váltak szét a történelem folyamán, mert az anyag különféle szerveződési szintjeit vizsgálják. Az ezeknek megfeleltethető közoktatásbeli tantárgyak pedig a tudományágak alapfogalmai és a közöttük feltárt legfontosabb összefüggések által alkotott sajátos rendszereket képezik le. Az anyagi világ jelenségeinek magyarázatára és a természettudományos problémák megoldására valóban alkalmas tudásszerkezet kiépülése ezért csak logikus sorrendben történhet. Ennek hiányában az olyan, rendkívül komplex témák, mint a földrengések vagy a fogamzásgátlók hatásának kémiai alapjai érdemben nem tárgyalhatók (ez utóbbinak középiskolás szinten nem is nagyon van értelme). Olyan ez, mint egy építkezés: nem lehet a tetővel kezdeni, csak megfelelő alapozás után, téglát téglára rakva haladhatunk. Ezért is tiltakozott 2008-ban olyan sok kolléga az integrált természettudomány tantárgy általános és kötelező jellegű bevezetése ellen. A Magyar Kémikusok Egyesülete (MKE) által ez ügyben kezdeményezett petíció szövege több ezer aláírással együtt még mindig olvasható az interneten [3]. Mivel ez a módszer akkor hatásosnak bizonyult, az MKE és az Eötvös Loránd Fizikai Társulat vezetősége az új NAT természettudományos tartalmainak kérdésében is megfogalmazta és eljuttatta az illetékesekhez a kifogásait és javaslatait [4]. Ezt a véleményt is több mint 1500 támogató aláírás erősítette meg, közöttük a magyar természettudomány-oktatás, a tudóstársadalom és az ipar számos jeles képviselőjével. A Magyar Tudományos Akadémia (MTA) vezetőségének hasonló értelmű állásfoglalása nyomán szerencsére végül megszülethetett a NAT természettudományos műveltség-tartalmainak a tantárgyak hagyományos szerkezetében leírt változata is. Ennek eredményeként a NAT ezen a műveltségterületen (a műfaj esetében szokatlan módon) két alternatívát kínál. Az azonban sajnos elkerülhetetlen volt, hogy ez a második (diszciplináris) változat is óhatatlanul magán viselje a kompromisszum jeleit.

A kétféle NAT-tartalom logikus következményeként a tantervi szabályozás második szintjét képező (az oktatási intézmények helyi tanterveinek készítésekor, illetve a tankönyvek írásakor irányadónak tekintendő) kerettantervekből is alternatív változatok készülnek. Az Emberi Erőforrások Minisztériuma Oktatásért Felelős Államtitkársága és az MTA 2012. június 6-án közösen tartott sajtótájékoztatón adott hírt arról, hogy a két intézmény együttműködik a természettudományok oktatásának kerettantervi kidolgozásában [5]. Az MTA által felállított munkacsoportok megbízatása a

természettudományos tantárgyak ún. „reál” kerettanterveinek kidolgozására szól. A reál kémia kerettanterv kiindulópontját a NAT-tartalmak diszciplináris változata, az Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet (OFI) munkatársai által kidolgozott óratervháló, valamint az ELTE TTK Természettudományi Oktatásmódszertani Centrumának és az ELTE gyakorlóiskoláinak munkaközössége által írt, 2010-ben akkreditált természettudományos kerettantervek képezhetik.

Az óratervháló a 7-8. évfolyamon a reál kerettanterv esetében is csak (a másik változattal azonos) heti 1,5-1,5 kémiaórát biztosít. Ebbe az időkeretbe (a fent említett kompromisszum eredményeként túlméretezett) diszciplináris kémia tartalmak csak nagyon nehezen szoríthatók be (miközben az alternatív NAT-tartalmak által előírt komplex problémák érdemi tárgyalása meglátásom szerint lehetetlen). Némi vigaszt jelenthet az az ígéret, hogy az 5-8. évfolyam számára létrejön egy heti 1 órás, természettudományos gyakorlat jellegű tantárgy, amelynek kerettantervét az OFI munkatársai dolgozzák ki. Véleményem szerint azonban mindennek – az új tanárképzési rendszer tervezete alapján előrevetíthető általános iskolai kémia- és fizikatanár-hiánnyal együtt – megvan az a veszélye is, hogy előmozdítja a természettudományos tantárgyak integrációját.

Úgy gondolom, hogy a kémia reál kerettantervnek a jelenleg aktív kémiatanárok számára ismerős, logikus (többségében a 2004-ben felszámolt hagyományokhoz hasonló) elrendezésben, az egyes életkorokban bevált anyagszerkezeti modellek alapján kell feldolgoznia a tananyagot. Hangsúlyeltolódásokra és új elemekre azonban szükség van. A megrendelő MTA-vezetés szándékai szerint ugyanis a reál kerettanterv „célcsoportját” nem csak a természettudományos oktatásban nagy hagyományokkal rendelkező gimnáziumok elit osztályai képezik, hanem minden olyan, közoktatási intézményben tanuló diák, akinek a jövőbeni munkájához bármilyen szinten természettudományos képzettségre lesz szüksége. (A felsőoktatás változóban lévő rendszere remélhetőleg a korábbiánál nagyobb számban tereli az ilyen pályák választása felé a fiatalokat.) Ennek érdekében a kerettantervnek csak az anyagok tulajdonságai és a közöttük lezajló folyamatok magyarázatához, valamint általában a természettudományos gondolkodáshoz minimálisan szükséges számban kell előírnia elvont fogalmak kiépítését. Másrészt (annak bizonyítására, hogy a természettudományok oktatása nem csak a legösszetettebb problémák tárgyalása révén tehető „érdekessé”) a tartalmak és elsajátítandó ismeretek számtalan gyakorlati vonatkozását és alkalmazását is meg kell jelenítenie és (a kerettanterv hagyományosan ismert műfajától eltérően) módszertani ajánlásokat is szükséges tartalmaznia. Ez utóbbiaknak a változatos oktatási és szemléltetési módszerek között elsősorban a

különbféle módokon végrehajtandó (illetve közvetítendő) kísérletek, vizsgálatok, valamint az egyéni és csoportos (alkotó jellegű) információfeldolgozás és -felhasználás fontosságát kell kiemelniük. A reál tagozaton 10. évfolyamtól megemelt óraszámok (a 10., a 11. és a 12. évfolyamon egyaránt heti 3-3 kémiaóra) pedig időt engednek a tananyag mélyebb elsajátítását lehetővé tévő gyakorlásnak és a számolási feladatok megoldásának is.

Régi, fájó hiányt pótolhat a reál kémia kerettanterv 11. évfolyamán a szerves kémia anyagszerkezeti alapokon való tárgyalása. A 12. évfolyam tananyagában viszont újszerű, a kémia és a vegyipar társadalmi hasznával, a kémikusok munkájával, valamint a jövőben előttünk álló kihívásokkal foglalkozó elemek is helyet kaphatnak. Ezek feldolgozása, az emelt szintű kémiaérettségi kísérleteinek elvégzése, továbbá a problémamegoldó és számítási feladatok együttesen biztosíthatják a kémia tanulmányok során elsajátított tudáselemek szintetizálását. Az integrált természettudományos szemlélet kialakításának fontosságára hívhatják fel a figyelmet a minden téma esetében megjelenítendő (tantárgyak közötti) kapcsolódási pontok, valamint a komplex, egészség- és környezetvédelmi problémák (megfelelő alapozás után történő) tárgyalása.

Reméljük, hogy mindezek az elképzelések megvalósulhatnak, s így a 2013. szeptember 1-jétől bevezetendő reálképzés tényleg sok diák és tanár számára jelent majd új, jobb lehetőséget a kémia magasabb szintű művelésére.

Irodalomjegyzék:

- [1] MAGYAR KÖZLÖNY, 2012. évi 66. szám, (10635-10847 old.):
http://www.kormany.hu/download/c/c3/90000/MK_12_066_NAT.pdf
- [2] Természettudomány kerettanterv
(<http://poli.hu/wp/wp-content/uploads/2009/11/Term%C3%A9szettudom%C3%A1ny-kerettanterv.pdf>)
- [3] <http://www.ipetitions.com/petition/ttud1/>
- [4] <http://www.ipetitions.com/petition/nat/>
- [5] http://mta.hu/data/cikk/12/91/3/cikk_129103/EgyuttmUkodes.pdf

(A honlapok utolsó megtekintésének időpontja 2012. szept. 15.)

Dr. Szalay Luca
ELTE Kémiai Intézet
luca@chem.elte.hu

VERSENYHÍRADÓ



Vörös Tamás: 8. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia, 2011. december 1 – 10., Durban, Dél-afrikai Köztársaság

2011. december 1. és 10. között 8. alkalommal rendezték meg a Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpiát (IJSO). A versenyt 2004-ben Indonéziában alapították azzal a céllal, hogy a 16 éven aluli diákok minden év decemberében egy színvonalas és programokkal, látványokkal teli verseny keretében összemérhessék tudásukat fizikából, kémiából és biológiából. Az eddigi helyszínek:

2004: Jakarta (Indonézia)

2005: Jogjakarta (Indonézia)

2006: Sao Paulo (Brazília)

2007: Tajpej (Tajvan)

2008: Gyeongnam (Dél-Korea)

2009: Baku (Azerbajdzsán)

2010: Abuja (Nigéria)

2011: Durban (Dél-afrikai Köztársaság)

2012-ben a tervek szerint Iránban, 2013-ban Indiában fogják megrendezni az IJSO-t.

A háromfordulós megmérettetésen egy 30 tesztfeladatból álló feladatsort, 4-5 elméleti feladatot, valamint néhány gyakorlati feladatot kell megoldania a versenyzőknek. A gyakorlati fordulót leszámítva (ahol 3 fős csoportokban kell dolgozni) a verseny alapvetően egyéni, bár minden évben születik egy nem hivatalos rangsor az országok összesített eredményeiből. A résztvevők nagyjából 30 -50 országból származnak (ami kb. 180-300 diákot jelent). Eddig 57 ország vett részt a versenyeken, de egyes országok nem minden évben indítanak csapatot.

A magyar csapat válogatásáról: „A magyar felkészítők által meghatározott szabályok szerint a felkészítőn olyan diákok vehetnek részt, akik valamilyen hazai országos természettudományi versenyen (elsősorban fizikából és kémiából) az

országos döntőn a legjobbak között végeztek. Előny, ha több versenyen is jó helyezést értek el. A kétfordulós felkészítő nyáron kezdődik, elméleti és gyakorlati részekből áll mindhárom témakörből. A diákok pontokat kapnak a gyakorlati munkákra, kis zárthelyi, illetve nagy zárthelyi dolgozatokra, ezekből tevődik össze a végső pontszám, mely alapján a legjobb hat versenyző lehet a csapat tagja. A versenyfelkészítőt az Apáczai Csere János Gimnázium tanárai végzik, társadalmi munkában. Az Emberi Erőforrás Minisztérium ugyanis csupán erkölcsi támogatást nyújt a versenyfelkészítéshez és a csapat kiutazásához. A diákok a felkészítőre saját költségükön utaznak, a csapat kiutazása pedig a különböző cégek anyagi támogatásával – illetve részben a versenyzők családjának anyagi hozzájárulásával – történik.” (<http://ijso.kemavill.hu/?page=about>).

A legutóbbi versenyt a dél-afrikai köztársaságbeli Durban városa rendezte, melyen az Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium kémia tanárával, Villányi Attilával, valamint matematika-fizika tanárával, Gyertyán Attilával együtt a csapat kísérőjeként vehettem részt. A 8. IJSO-n hazánkat az alábbi diákok képviselték:

Horicsányi Attila (*Dobó István Gimnázium, Eger, 10. osztály*)

Angyal Péter (*Ciszterci Szent István Gimnázium, Székesfehérvár, 10. osztály*)

Öreg Botond (*Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium, Budapest, 9. osztály*)

Perez Áron (*Don Bosco Katolikus Általános Iskola, Budapest, 8. osztály*)

Volford András (*Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged, 9. osztály*)

Putti Krisztián (*ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium, Budapest, 10. osztály*)



Angyal Péter, a magyar csapat zászlóvivője a megnyitón

Nagy örömünkre a csapat minden tagja éremmel térhetett haza, a nem hivatalos országok közötti versenyben pedig 8. helyen végeztünk, ezzel az Európai Unióban a legjobbak, Európában pedig Oroszország mögött a második legjobbak lettünk. A magyar csapat eredményei:

Horicsányi Attila: *arany*

Angyal Péter: *ezüst*

Öreg Botond: *ezüst*

Perez Áron: *ezüst*

Volford András: *ezüst*

Putti Krisztián: *bronz*



Csapatkép az eredményhirdetést követően

**8. Nemzetközi Junior Természettudományi Olimpia
Durban, Dél-afrikai Köztársaság, 2011. december 3.**

Válogatás a verseny kémiai feladataiból

1. A következő redoxireakcióban a MnO_4^- -ban lévő Mn, valamint a H_2O -ben lévő O oxidációs számának változása:



- A.** Mn^{7+} Mn^{2+} -ra és O^{2-} O^{1-} -ra
B. Mn^{7+} Mn^{4+} -ra és O^{2-} O^0 -ra
C. Mn^{7+} Mn^{2+} -ra és O^{2-} O_2^{2-} -ra
D. Mn^{7+} Mn^{4+} -ra és O^{2-} O^0 -ra

2. Egy X-szel jelölt hipotetikus elem relatív atomtömege 33,42. Az X 27,22 g-ja a hipotetikus Y elem 84,10 g-jával reagál és XY összetételű vegyületet képez. Ez alapján Y relatív atomtömege:

- A.** 68,50 **B.** 69,84 **C.** 103,3 **D.** 111,3

3. 47 g benzin (oktán, C_8H_{18}) tökéletes égéséhez szükséges oxigén tömege:

- A.** 69,20 g **B.** 82,45 g **C.** 138,5 g **D.** 164,9 g

4. A klór átlagos relatív atomtömege 35,45. Ismert, hogy két természetes izotópja létezik, a klór-35 és a klór-37. Mekkora a klór-37 anyagmennyiség-törtje a klórban?

- A.** 0,3650 **B.** 0,220 **C.** 0,2250 **D.** 0,4500

5. Az alábbi ionpárok közül mely esetben egyezik meg a párt alkotó tagok elektronszáma?

- (i) Na^+ és Mg^{2+} (ii) F^- és Cl^- (iii) O^- és O^{2-} (iv) Ga^{3+} és Fe^{3+}

- A.** (i), (ii)
B. csak az (i)
C. (i), (ii), (iii)
D. (i), (ii), (iii), (iv)

6. A periódusos rendszer általános tendenciái alapján jósold meg, hogy a következő elempárok tagjai közül melyik a fémesebb karakterű:

(i) Sn vagy Pb (ii) Ag vagy Sr (iii) Al vagy B (iv) Br vagy As

- | | | | | |
|-----------|--------|---------|----------|---------|
| A. | (i) Pb | (ii) Sr | (iii) Al | (iv) As |
| B. | (i) Sn | (ii) Ag | (iii) B | (iv) As |
| C. | (i) Pb | (ii) Ag | (iii) Al | (iv) Br |
| D. | (i) Sn | (ii) Sr | (iii) B | (iv) Br |

7. Milyen koncentrációjú ZnCl_2 -oldatot kapunk, ha 15,0 g Zn-et maradéktalanul reagáltatunk CuCl_2 -oldattal az alábbi reakcióegyenlet szerint? A reakció végén kapott oldat térfogata 175 ml.



- A.** 1,31 mol/dm³
B. 0,0400 mol/dm³
C. 0,629 mol/dm³
D. 0,0857 mol/dm³

8. Az alábbi összetevők által alkotott vegyületek tapasztalati képlete:

(i) nátrium és kén (ii) stroncium és oxigén
 (iii) kálium és kromát (iv) kalcium és hidrogén-foszfát

- | | | | | |
|-----------|------------------------------------|------------------------|---|---|
| A. | (i) NaS | (ii) SrO ₂ | (iii) K ₂ Cr ₂ O ₄ | (iv) Ca(HPO ₄) ₂ |
| B. | (i) Na ₂ S | (ii) SrO | (iii) K ₂ CrO ₄ | (iv) CaHPO ₄ |
| C. | (i) Na ₂ S ₂ | (ii) Sr ₂ O | (iii) KCrO ₄ | (iv) Ca ₂ HPO ₄ |
| D. | (i) Na ₃ S ₂ | (ii) SrO ₃ | (iii) K ₂ CrO ₄ | (iv) Ca ₂ (HPO ₄) ₃ |

9. Számítsd ki a 25 ml 0,05 mol/dm³-es NaOH-oldat és 50 ml 0,01 mol/dm³ koncentrációjú sósav összeöntésével kapott oldat pH-ját!

- A.** 2,8
B. 12,5
C. 2,0
D. 12,0

10. Az alábbi, intermolekuláris erőkre vonatkozó állítások közül melyik *igaz* és melyik *hamis*?

- (i) Az intramolekuláris erők tartják össze az egyes molekulákat, míg az intermolekuláris erők felelősek az anyag egészének tulajdonságaiért.
- (ii) Az ion–dipólus kölcsönhatás erőssége hatással van az ionos sók apoláris oldószerben történő oldódására.
- (iii) A van der Waals-kötőerők mind poláris, mind apoláris molekulák esetén jelen vannak.
- (iv) A viszkozitás csökken az intermolekuláris erők gyengülésével és nő a hőmérséklet csökkenésével.

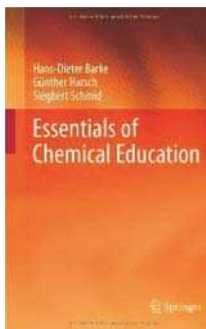
- A.** (i) igaz (ii) hamis (iii) igaz (iv) igaz
- B.** (i) hamis (ii) igaz (iii) igaz (iv) igaz
- C.** (i) igaz (ii) hamis (iii) hamis (iv) igaz
- D.** (i) igaz (ii) igaz (iii) hamis (iv) hamis

MŰHELY



Kapitány János – Tóth Zoltán: KÖNYVISMERTETŐ

**Tíz kísérlet Hans-Dieter Barke, Günther Harsch, Siegbert Schmid:
„Essentials of Chemical Education” című könyvéből**



Hans-Dieter Barke professzor a Műnsteri Egyetem (Németország) Kémiai Didaktikai Intézetének vezetője. Munkásságát 15 önálló könyv, 10 szerkesztett könyv, 150 folyóirat-közlemény, 30 PhD-hallgató témavezetése és több mint 35 év kémiaoktatásban eltöltött idő jellemzi. A kémiai didaktikában végzett sikeres oktatói munkájáért 1986-ban megkapta a GDCh-tól (Gesellschaft Deutscher Chemiker, Német Kémikusok Társasága) a Johann-Friedrich-Gmelin Díjat. A professzor úrral készített interjút a Magyar Kémikusok Lapjának 2012. áprilisi számában olvashatták. A kémiai kísérletekkel kapcsolatban azt mondta, hogy minden általa tanított témánál bemutatja azokat a kísérleteket, amelyek látványossá tehetik a témát. Tanulókorában ő is nagyon szeretett kísérletezni, ezért is választotta a kémiatanári pályát. Az új könyvében – Hans-Dieter Barke, Günter Harsch, Siegbert Schmid: Essentials of Chemical Education, Springer kiadó, 2012 – szerzőtársaival olyan

problémakísérleteket gyűjtöttek össze, amelyek alkalmasak arra, hogy kognitív konfliktust alakítsanak ki a tanulóknál – ezáltal szembesíthetjük a tanulókat a saját elképzeléseikkel –, és elősegíthetjük a fogalmi megértést, a tanulói tévképzetek felismerését és korrekcióját, illetve a fogalmi váltást. A szerzők a könyvben a mai kémiaoktatás átfogó ismertetése mellett számos gyakorlatorientált példát, illetve a kémia tanítását segítő modelleket, a mindennapi kémiaoktatás során felhasználható ötleteket és módszereket mutatnak be.

Változatlan olvadási hőmérséklet

Probléma: A tanulók egyik hétköznapi tapasztalata az lehet, hogy egy anyag melegítésekor növekszik a hőmérséklete. Ha egy tiszta anyag olvad melegítés közben, a hőmérséklet mindaddig állandó marad, amíg az anyag teljesen megolvad: az olvadási folyamat közben a felvett energia arra fordítódik, hogy felszakítsa a szilárd anyag kristályrácsát. A következő kísérletekben a tanulók felismerhetik ezt a jelenséget, és motiválttá tehetők az energia és a hőmérséklet kapcsolatáról való gondolkodásra.

Szükséges eszközök és anyagok: Hőmérő (200 °C, digitális kijelzővel), háromlábú állvány, drótháló, kémcsövek, főzőpoharak, kémcsőfogó facsipesz; jég, naftalin (N) vagy sztearinsav.

Végrehajtás:

- a) Egy jég-víz keverék hőmérsékletét megmérjük. A keveréket egy főzőpohárban egy percig melegítjük, jól megkeverjük, és ismét leolvassuk a hőmérsékletet.
- b) Egy kémcsövet negyedéig töltünk naftalinnal és addig melegítjük Bunsen-égővel, amíg az összes anyag meg nem olvad benne; az olvadékot megkeverjük a hőmérővel és figyeljük. Mialatt kevergetjük, a hőmérsékletet 30 másodpercenként rögzítjük, amíg az anyag megszilárdul és teljesen szilárd lesz újra.

Megfigyelés: Addig, amíg a jég olvad, a hőmérséklet állandó marad: 0 °C-nál. A naftalin erős, molyriasztóhoz hasonló illatú (mert a molyriasztó labdák ezt az anyagot tartalmazzák). Ameddig a naftalinból folyadék és szilárd keverékünk van, a hőmérséklet változatlan marad: 80 °C; amikor az anyag teljesen megszilárdul, a hőmérséklet szobahőmérsékletig esik.

Ártalmatlanítás/hulladékkezelés: A szilárd naftalint tartalmazó kémcsöveket dugóval zárjuk le és tartjuk a laboratóriumban, amíg a kísérletet ismét végrehajtjuk.

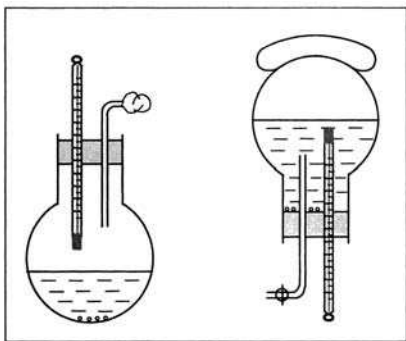
Hány fokon forr a víz?

Probléma: A tanulók gyakran csak a tudományosan leegyszerűsített állítást ismerik: „a víz 100 °C-on forr”. Hogy megmutassuk az összefüggést a forráspont és a légnyomás között, a forrásban lévő vizet tartalmazó lombikot összekötjük egy pumpával, aminek segítségével alacsonyabb légnyomást tudunk létrehozni, és így alacsonyabb forráspontot tudunk mérni.

Az is lehetséges, hogy a forrásban lévő vizet tartalmazó lombikban a levegőt helyettesítjük vízgőzzel és ezt lecsapjuk/kondenzáljuk egy nedves ruhával (lásd a képen). A lecsapódó/kondenzáló vízgőz hatására a lombikban a nyomás csökken, és a mért forráspont 70 °C közelébe csökken. Ez a tanulókat vitára ösztönzi, mivel a víz forráspontját nem a szokásos módon melegítéssel értük el, hanem „hűtéssel”.

Szükséges eszközök, anyagok: gömblombik (500 ml) oldalcsővel és szeleppel, hőmérős gumidugó (hőérzékítő), vízsugárszivattyú, háromlábú állvány; víz, horzsakő/forrkő.

Végrehajtás:



a) A lombikot negyedéig megtöltjük vízzel, felmelegítjük forrásig (használjunk forrkövet), és a forrási hőmérsékletet légköri nyomáson megmérjük. A vízpumpa csatlakoztatva van, újból megmérjük a forrási hőmérsékletet, mialatt levegőt szívunk ki (óvatosan a vákuummal, viseljünk védőszemüveget!).

b) A lombikban lévő vizet forrásig melegítjük, és egy percig forraljuk, amíg a levegőt teljesen vízgőzre cseréljük

(használjunk forrkövet). Az égőt vegyük el, és a szivattyú legyen zárva, a lombikot fordítsuk el 180 fokkal, a tetejére (lásd a képen). A vizes ruhát helyezzük a lombikra és rögzítsük a hőmérsékletet. Az eljárást többször meg lehet ismételni, végül a lombikot fordítsuk vissza felfelé, és óvatosan nyissuk ki a szelepet és töltjük meg a lombikot újra levegővel (veszélyes, viseljünk védőszemüveget!).

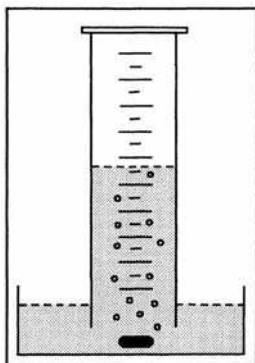
Megfigyelés: a) Csökkentett nyomáson a hőmérők a forráspontot 100 °C alatt mutatják. b) A víz először 100 °C-on forr. A lombikot hűtve a víz ismét forni kezd, a forrási hőmérséklet 70 °C közelébe csökken. Végül, a fűtülő levegő behatol a lombikba és a lombik ismét megtelik levegővel.

Amikor kétszer egy nem egyenlő egy meg egygel: Ugyanolyan pezsgőtabletta, különböző gázmennyiségek

Probléma: A tanulók tudják, hogy oldott szén-dioxid van az ásványvizekben és azt is, hogy ugyanez a gáz fejlődik kicsi buborékok formájában, amikor pezsgőtablettákat oldanak fel vízben. Összegyűjtve egy feloldódó tablettából fejlődő gázt (lásd a képen), a tanulóknak nem tudatosul, hogy a fejlődő gáznak csak egy bizonyos része kerül a hengerben felfogásra, egy másik része pedig feloldódik a vízben, amíg az telített nem lesz. Ha egy második tablettát is feloldunk ebben a telített oldatban, a fejlődő szén-dioxid gáz mennyisége közel kétszer nagyobb lesz, mint az első tablettánál. Ezzel a nem egybevágó két mérési adattal motiválhatjuk a tanulókat, hogy reflektáljanak és értelmezzék ezeket a tapasztalatokat a gázok tiszta vízben való oldódásával kapcsolatban.

Szükséges eszközök, anyagok: beosztott mérőhenger (250 ml) és megfelelő dugó, üvegtál; pezsgőtabletták (típus: „szénsavas / citromsavas”)

Végrehajtás:



A vízzel teljesen feltöltött hengert légmentesen lezárva helyezük a félig vízzel telt üvegtálba. A víz alatt kinyitott henger alá helyezük egy pezsgőtablettát, a fejlődő gáz mennyiségét jelöljük a hengeren vagy leolvasás után rögzítjük. A második tablettát is ugyanúgy helyezük a henger alá, a fejlődő gáz mennyiségét ismét jelöljük vagy rögzítjük.

Megfigyelés: A gázmennyiség az első tablettánál körülbelül 70 ml volt, a második tablettánál 130 ml: összesen 200 ml gázfejlődést figyelhettünk meg (az aktuális mennyiségek eltérhetnek a tabletták márkájától függően, előzetesen le kell tesztelnünk mielőtt bemutatásra/demonstrációra használnánk).

Tűzre vizet? Égő zsírok és fémek „oltása” vízzel

Probléma: Mindennapi életünkben a legtöbb tüzet vízzel oltják el. Ezért a tanulók általában nincsenek tisztában azzal, hogy égő fémeket (például magnéziumot) vagy égő zsírokat nem lehet vízzel eloltani – sőt ezzel ellentétes eredményt érhetünk el: ha ezeket a tüzeket vízzel kezeljük, az durva balesetekhez vezethet. A kísérletek bemutatásával vagy megvitatásával ezeknek a biztonsági vonatkozásait vagy ez egy egyszerű lehetőség lehet a diákok számára létrehozni egy kognitív konfliktust, amit meg is oldhatunk. A kísérletekben megfigyelhetjük, ahogyan az égő zsír magas

hőmérsékleten 300 °C körül azonnal elpárologtatja a hozzáadott vizet, és az elpárologtatott zsírnak egyfajta robbanókeveréke jön létre, ami levegőben nagy, sárga lánggal ég el. A magnézium égésekor a fém és a víz élénk reakciójában fém-hidroxid és hidrogéngáz jön létre: ez a gáz fényes fehér villanással ég el. Ahelyett, hogy eloltottuk volna ezeket a tüzeket, még nagyobb tüzekké váltak – mindkét tűz esetében a levegőt kell kizárni az égéstérből, homokkal lefedve az égő fémeket, vagy a konténert lezárva az égő zsiradék esetében.

Szükséges eszközök, anyagok: háromlábú állvány, drótháló; teamécses alumíniumtartóban, magnéziumforgács (F), ioncserélt vizes palack vízzel.

Végrehajtás:

a) A teamécses kanócat vágjuk le. A paraffint melegítsük erősen az alumíniumtartójában, amíg füstöt nem képez a paraffin bomlása, és a füst be nem gyullad. Vezessünk vízsugarat közvetlenül az égő paraffinra.

b) Egy kanál magnéziumforgácsot tegyünk a dróthálóra és gyújtsuk meg erős, szűrőlángú égővel. A vízsugarat vezessük közvetlenül az égő fémre (veszélyes, viseljünk védőszemüveget! Az asztalt úgy tudjuk megvédeni a lehulló, égő darabkák okozta égési foltoktól, ha az asztalt előre leterítjük alumíniumfóliával).

Megfigyelés: a) az égő zsír körülbelül egy méter magas sárga tűzcsóvát képez; b) az égő magnézium magas, éles fehér tűzcsóvát képez.

Kék villámlás egy gázkeverék robbanásakor

Probléma: Egy történelmi szempontból is érdekes látványos kísérlet bizonyíthatja számunkra, hogy a feltűnő kísérletek általában nagy érzelmeket válthatnak ki az emberekben: a bajor királyné szerette volna másodszor is megnézni a “kék villámlás” nevű kísérletet, és Liebig ezért újra megpróbálta végrehajtani a dinitrogén-oxid és a szén-diszulfid reakcióját. Dinitrogén-oxid helyett helytelenül oxigént használt a szén-diszulfidos keverékben, és a gömblombik felrobbant, megsebesítve a királyt, a királynét és a kísérletezőt is. Manapság már nem gömblombikot használunk a kísérlet elvégzéséhez, hanem hengereket párhuzamos üvegfalakkal: így a robbanások nem törnek szét a hengert, a reakciók biztonságosan elvégezhetők.

Szükséges eszközök, anyagok: Üveghenger üvegfedéllel, üvegtál, nagy kémcső elvezető csővel, műanyag pipetta (5 ml), gázégő, ammónium-nitrát (O), szén-diszulfid (F / T), oxigén (O).

Végrehajtás: Előkészítéskor az ammónium-nitrátot elbontjuk egy kémcsőben lassú, óvatos melegítéssel; a bomlás eredményeként színtelen dinitrogén-oxid és vízgőz keverékét kapjuk, amelyet levegőtől elzártan bevezetünk a hengerbe

(vegyifülkében vagy elszívó alatt dolgozzunk!). 2 ml szén-diszulfidot szívunk fel a pipettába és beleengedjük a hengerbe; a hengert lezárjuk az üvegfedéllel. A fedél eltávolítása után a keveréket meggyújtjuk a Bunsen-égővel. A kísérletet megismételhetjük oxigénnel és szén-diszulfiddal.

Megfigyelés: Az élénk fényű, kék villám megjelenik, és a jelenséget egy jellegzetes hang kíséri, ami leginkább kutyaugatásra emlékeztet (a kísérletet ezért „ugató kutyának” is nevezik). A második kísérletben fehér villanás látható, amit egy hangos durranás kísér.

A cukormentes kóla könnyebb, mint a Coca-Cola

Probléma: A sűrűség fogalma bemutatható egy olyan kísérlettel, amely meglepi a legtöbb tanulót és ezért kihívás számukra, hogy megmagyarázzák a hatást. Mindkét doboz kólát helyezünk jéghideg vízbe: a Coca-Cola doboza lesüllyed a tartó aljára, míg a cukormentes kóla doboza úszik a víz felszínén.

Mérjük le mindkét dobozt és beszéljük meg, hogy miért nagyobb a 330 ml-es Coca-Cola tömege, és értelmezzük ezt annak megfelelően, hogy milyen nagy mennyiségű oldott cukrot tartalmaz a Coca-Cola. Sőt, a tanulók fejleszthetik a sűrűségről alkotott képüket: a Coca-Colának van a legnagyobb sűrűsége a cukormentes kóllal és a Coca-Cola Light-tal szemben.

Szükséges eszközök, anyagok: nagy üveghenger vagy üvegcád, mérleg, areométer (sűrűség 1,0 g/ml); 330 ml-es dobozos Coca-Cola, 330 ml-es dobozos Cola Light és/vagy cukormentes kóla (Diet Coke), jeges víz.

Végrehajtás: Az üvegcádat háromnegyedéig töltjük fel jeges vízzel; mindkét kólás dobozt helyezük a vízbe! Azután töröljük szárazra a dobozos kólákat, és mérjük meg tömegüket! Bontsuk fel a dobozokat, óvatosan melegítsük mindkét folyadékot, hogy kiűzzük a szén-dioxidot; a sűrűséget mindkét oldatban mérjük meg areométerrel.

Megfigyelés: a Coca-Cola doboza lesüllyed a henger aljára, a Cola Light doboza a felszínen úszik. A Coca-Cola tömege körülbelül 20 grammal több lesz, mint a Cola Light tömege, ugyanakkora dobozok (330 ml) esetén. A Coca-Cola sűrűsége kicsit nagyobb lesz, mint 1,0 g/ml.

Megjegyzés: A dobozos kólák gyártási technológiája miatt lehet légbuborék a dobozban. Ezen buborékok mérete eltérő lehet dobozonként, és ezért egyes Coca Cola Light dobozok is elsüllyedhetnek a vízben. Próbáljuk ki először különböző dobozokkal a kísérletet és válasszuk ki a megfelelőket, mielőtt bemutatnánk a kísérletet. (A kísérlet – jobb híján – félliteres műanyag flakonos kóllal is bemutatható.)

A jég szétrobbantja az üveget

Probléma: Egy másik sűrűséggel kapcsolatos jelenség a víz anomáliája: a jég nagyobb térfogatú, mint a vele azonos tömegű víz. Általában nagyon természetes ténynek vesszük, hogy a jég úszik a víz felszínén, és nem gondolunk arra, hogy normális esetben minden szilárd anyag lesüllyed az olvadékában: a gyertya lesüllyed az olvadékában, egy ólomdarab is elmerül az olvadt fémbe. Hogy szemléltetni tudjuk a víz sűrűségi anomáliáját, töltsünk meg egy tartályt hideg vízzel, zárjuk le, és hűtsük a fagyáspont alá: a tartály szétrobban a jég nagyobb térfogata miatt.

Szükséges eszközök, anyagok: Kis üveg csavaros kupakkal, hőmérő (-20 °C és $+100\text{ °C}$ közötti skálával); jeges víz, jég-só fagyasztó keverék.

Végrehajtás: A jég-só keveréket készítjük el, és a hőmérséklet legyen -15 °C , amit mutassunk meg a tanulónak is. Az üveget töltsük színültig jeges vízzel és csavarjuk rá a kupakot erősen. Az üveget helyezzük a jég-só keverékbe, néhány perc után vegyük ki a keverékből.

Megfigyelés: A víz jéggé fagy és az üveg szétrobban, üvegdarabokra esik szét.

Fekete szén a fehér cukorból

Probléma: a leglenyűgözőbb jelenség a tanulók számára bármilyen korosztályban a fehér színű cukor és a színtelen kénsav reakciójában keletkező fekete színű szén: ezzel megmutathatjuk, hogy a cukor egy széntartalmú vegyület. A cukor-kénsav reakcióval kezdve a szerves kémia tanítását, a tanulók motiválttá tehetők a széntartalmú vegyületek tanulására.

Szükséges eszközök, anyagok: lombik (100 ml), üvegtál, üvegbot; cukor, tömény kénsav (C), víz.

Végrehajtás: Adagoljunk a lombikba körülbelül 3 cm magasan cukrot és keverjük össze egy kevés vízzel. Öntsük le kénsavval körülbelül 3 cm magasságig, a keveréket gyorsan keverjük meg kicsit az üvegbottal; a lombikot helyezzük egy üvegtálba az asztal védelme érdekében. Várjunk és figyeljük meg, hogy mi történik!

Megfigyelés: A fehér színű keverék feketévé válik, a vízgőz távozása sziszegő hangot és a keverék duzzadását eredményezi, és a keverék nagyon erősen felmelegszik. Egy fekete, porózus kolbásszerű anyag képződik, ami akár 10 cm hosszúságúra is megnyúlhat. Édeskés illat tapasztalható, ami a cukor bomlásából származik.

Ártalmatlanítás/hulladékkezelés: A keletkezett fekete terméket – tömény kénsavval kevert – óvatosan csomagoljuk alumíniumfóliába, kezeljük szilárd hulladékként. A lombikot vízzel öblítsük ki és töröljük ki papírral.

Elektromosság citromból

Probléma: Az elektrokémia tanulásakor motiválhatunk akár egy citrommal is elvégezhető kísérlettel: két eltérő fémből egy-egy csíkot merítsünk a citrom húzába; rezet és cinket használva a feszültség körülbelül 1 V lesz, amit a voltmérővel mérhetünk. Ha ugyanabból a fémből van a két fémcső, akkor nem mérhetünk feszültséget. Ugyanez a jelenség mutatható be nátrium-klorid-oldattal; a különböző fémek kombinációjával bemutathatjuk a fémek standard elektródpotenciál sorozatát. Ha lehetséges, mutassuk be egy 2 V-os elektromos motorral, hogy valóban elektromos áramot termelünk ezekkel az egyszerű elektrokémiai cellákkal.

Szükséges eszközök, anyagok: lombik, kés, voltmérő, 2 V-os elektromos motor, kábelek és aligátorcsipeszek; konyhasó, fémelektrodok rézből, cinkből, magnéziumból (F), citrom.

Végrehajtás:

a) A citromot vágjuk be két helyen a késsel, hogy be tudjuk sülyeszteni a két fémelektrodot. Helyezzük a citromba a réz- és magnéziumelektrodokat, kössük ezeket kábelek és krokodilcsipeszek segítségével a voltmérőhöz, a feszültség mérhető.

b) A lombikot félig töltjük fel tömény konyhasóoldattal. Két különböző fémelektrodot kábelekkel és krokodilcsipeszekkel kössünk egy voltmérőhöz; a fémet mártjuk a konyhasóoldatba és a feszültség máris mérhető. A kísérletet megismételhetjük eltérő fémek kombinációival, illetve ugyanolyan fémekkel is. Az elektromos motort is becsatlakoztathatjuk az áramkörbe.

Megfigyelés: A citromba mártás után a voltmérő körülbelül 1,5 V potenciált mutat a réz és a magnézium között. A sóoldatban ugyanez a feszültség figyelhető meg, a cink és a magnézium között kisebb feszültségértékeket mérhetünk. Ha ugyanazon fémetek helyezzük be, akkor nincs mérhető feszültség. A magasabb feszültségeknél az elektromos motor is működni fog, megmutatva, hogy folyamatosan elektromos áramot termelünk.

Megjegyzés: a citromlé elég gyenge elektrolit: a kapcsolófeszültség nem lesz elegendő az elektromos motor elindításához. Akkor sikerülhet, ha két vagy három citromot sorba kötünk. Az elektromotor helyett használhatunk más, 1,5 V-os berendezést, pl. zenélő képeslapot, mp3-lejátszót, elektromos órát stb.

Réz névtábla

Probléma: A tanulók legjobban úgy motiválhatók, ha ők készítenek valamit, amit haza is vihetnek. Elkészíthetik a saját névtáblájukat a „fémek és a savak közötti redoxireakciók” bevezetéseként. Ez a tábla nem csak egy otthon használható eszköz, hanem az elkészítése arra is jó, hogy a tanulók a családjuknak és barátaiknak beszámolhatnak arról, hogy hogyan készítették el: szakértőknek érezhetik magukat a kémiának ezen a területén, és büszkék lehetnek tudásukra és ügyességükre.

Szükséges eszközök, anyagok: Üvegtál, lombik (100 ml), pipetta, sárgaréz vagy vörösréz lemez, gyertya, vasszög, kés; tömény salétromsav (C), forrkő, gázolaj (Xn, F, N), szűrőpapír.

Végrehajtás: A fémlemez egyik oldalát vonjuk be felmelegített folyékony paraffinnal a gyertyából. A vasszög segítségével karcoljuk bele a paraffinba a nevünket vagy a választott figurát mélyen egészen a fémlap felületéig. Tegyük a fémlapot a viaszos felével felfelé néhány forrkőre helyezve egy üvegtálba, és helyezzük az elszívó berendezés (vegyifülke) alá. A lombikban 5 ml vizet és 10 ml tömény salétromsavat keverjük össze, és a keverékből csepegtessünk a kikarcolt részekre a paraffinrétegen. Várjunk körülbelül 10 percig.

Megfigyelés: A savas oldat reagál a fémmel, miközben egy barna színű gáz (nitrogén-dioxid) és egy kék színű oldat (réz(II)-nitrát-oldat) keletkezik. A maradék paraffin eltávolítása késsel és a gázolajjal átitatott szűrőpapírral történik, azután a név vagy címke tisztán láthatóvá válik a fémlapon.

Ártalmatlanítás/hulladékkezelés: A névtábla és az üvegtál vízzel jól leöblíthető, a gázolajjal átitatott szűrőpapírt elégethetjük az elszívó berendezés alatt.

NAPRAKÉSZ



DR. KÓNYA JÓZSEFNÉ EMLÉKPÁLYÁZAT 2012

A Magyar Kémikusok Egyesületének Hajdú-Bihar Megyei Szervezete és a Debrecen Megyei Jogú Város Polgármesteri Hivatal Oktatási Osztálya által immár 18. alkalommal meghirdetett kémiai pályázat eredményhirdetésére 2012. június 14-én került sor. A pályázatnak negyedik éve Dr. Kónya Józsefné Emlékpályázat a neve. A szervezők ezzel tisztelegnek az öt évvel ezelőtt elhunyt kiváló debreceni kémiatanár emlékének.

A pályázati felhívásra 24 általános iskolai és 28 középiskolai pályamű érkezett, amelyeket egyetemi oktatókból és ipari szakemberekből álló zsűri értékelt. A legjobb dolgozatok szerzőit és felkészítő tanáraikat ünnepélyes díjkiosztón jutalmazták a debreceni MTESZ Új Technika Házában. A pályázatot anyagilag támogatta a Magyar Kémikusok Egyesülete, a Teva Gyógyszergyár Zrt., az AB Hungaria Kft., Dr. Kónya Józsefné családja és volt tanítványai.

A pályaművekben érdekességeket dolgoztak fel a kémia és az energia vonatkozásában, aktuális, fiatalokat érdeklő kémiai vonatkozású témákat. Nem utolsósorban említendő, ahogyan a pályázók megkísérelték ecsetelni, miért is szeretik a kémiát. Kiemelt I. díjban részesült az általános iskolások között Csajkos Norbert (Hunyadi János Általános Iskola, Debrecen) Irinyi Jánosról és a gyufáról szóló dolgozata, valamint a középiskolás kategóriában Bujdosó Réka (DE Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma) dolgozata, amelyben a szerző arról számol be, hogy miként tartott óvodásoknak kémiai kísérletekkel kapcsolatos foglalkozást. A legjobb dolgozatokat szakmai folyóiratokban fogják megjelentetni.

Díjat kaptak még az általános iskolások kategóriájában: Handari Dániel (Ady Endre Gimnázium), Ecsedi Zoárd (Ibolya Utcai Általános Iskola), Hajdu Sándor Bence (Hunyadi János Általános Iskola), Sebők Vivien és Takács Gréta (Thököly Imre Kéttannyelvű Általános Iskola, Hajdúszoboszló), Kovács Sára (Irinyi János Általános Iskola és Városi Könyvtár, Létavértes); a középiskolások kategóriájában: Új Eszter Dorottya, Barta Réka, Montlika Leila és Gyermán Anna (DE Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma), Kalászi Marianna és Hotzi

Judit (Tóth Árpád Gimnázium), Mitala Nikolett (DRK Dóczy Gimnáziuma), valamint Hajagos Emese (Hőgyes Endre Gimnázium, Hajdúszoboszló). 18 pályamű szerzői részesültek dicséretben. 12 felkészítő tanár kapta a Teva Gyógyszergyár Zrt. ajándécsomagját.



Csajkos Norbert (Hunyadi János Általános Iskola) kiemelt I. díjat nyert tanuló tanárával, Vasali Lászlóné tanárnővel



Bujdosó Réka (DE Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma) kiemelt I. díjat nyert tanuló tanárával, Kovácsné Malatinszky Márta tanárnővel

Bayer: Tudomány egy jobb életért

A Bayer a világ szinte minden táján ismert nemzetközi nagyvállalat. Az emberiség életét leginkább meghatározó területeken – mint például az egészségvédelem, a növényvédelem, vagy a polimer alapú ipari anyagok – folytat sikeres kutatásokat.



A **Bayer egészségügyi üzletágának** központja Németországban, Leverkusenben található. Az itt dolgozó kollégák olyan új termékek után kutatnak, amelyek különböző betegségek megelőzésére, felismerésére vagy kezelésére alkalmasak.

A **Bayer növényvédelmi ágazatának** központja szintén Németországban, Monheimben található. Ez a terület napjainkban világelső a növényvédelem, a kártevőirtás, a növény- és vetőmag-nemesítés kutatása terén.



A **Bayer anyagtudományi ága**, a világ vezető polimer alapú ipari alapanyagok gyártóinak egyike. A polikarbonát és poliuretán alapanyagok kutatása, fejlesztése mellett, új megoldásokat kínál a festékek, lakkok, vagy ragasztók területén is. Termékeinek legnagyobb felhasználói az autóipar, az építőipar, az elektronika, a sport és szabadidős termékek

gyártói, de ide sorolhatók a csomagolóipar és az egészségügyi berendezések fejlesztői is.

Világszerte elismert, nemzetközi vállalat lévén a Bayer tisztában van társadalmi felelősségével is. Klímavédelmi beruházásai mellett a világon több mint háromszáz szociális jellegű projektet támogat. A Bayer vállalati filozófiájának és stratégiájának alapja a fenntartható fejlődésre való törekvés.

A Bayer vállalat értékeit, küldetését egy mondatban a következőképp foglalhatjuk össze:

„Tudomány egy jobb életért”

A szám szerzői

Dr. Horváth Judit kutató, Centre de Recherche Paul Pascal, CNRS, Bordeaux

Kalydi György középiskolai tanár, Krúdy Gyula Gimnázium, Győr

Dr. Lente Gábor docens, Debreceni Egyetem

MacLean Ildikó középiskolai tanár, BME Két Tanítási Nyelvű Gimnázium

Dr. Magyarfalvi Gábor adjunktus, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Nemes Sándor adjunktus, Debreceni Egyetem, Alkalmazott Kémiai Tanszék

Dr. Róka András adjunktus, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Szalay Luca adjunktus, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Varga Bence BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Varga Szilárd tudományos segédmunkatárs, MTA Kémiai Kutatóközpont, Budapest

Vörös Tamás MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Zagyi Péter középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest



Bayer

A felfedezés öröme. A tanulás élvezete. A tudomány és a technika varázslatának megértése. Innovatív, kutató vállalként a Bayer szeretné átadni a tudomány és a kutatás iránti szenvedélyét a fiataloknak.

Bayer: Science For A Better Life.

