

alapok

Fizikus szemmel a szimetriáról

Algoritmusok

A kémiai egyensúlyról

Kétszáz éve született Faraday

100 éves az Eötvös Loránd

Fizikai Társulat

**Diákjaink részvétele fizikai
nemzetközi versenyeken**

4/91

TARTALOM

4 / '91

ISMERD MEG!

- dr. GÁBOS ZOLTÁN: Fizikus szemmel a szimmetriáról
(II) 145
- BALÁZS MÁRTON: Számítógépes grafika 150
- JODÁL ENDRE: Számítástechnikai kislexikon 153
- dr. KÁSA ZOLTÁN: Algoritmusok 156
- GYENGE ELŐD: A kémiai egyensúlyról 158

ARCKÉPCȘARNOK, TUDOMÁNYOK TÖRTÉNETE

- DIPPONG KÁROLY: Kétszáz éve született
Michael Faraday 165
- dr. SELINGER SÁNDOR: 100 éves az Eötvös Loránd
Fizikai Társaság 167
- dr. MÁTHÉ ENIKŐ: Ilosvay Lajos 168
- LÓWY DÁNIEL: A galvánelem útja a béka
izomrágásaitól a "mesterséges" szívverésig 168

KÍSÉRLET, LABOR, MŰHELY

- KOVÁCS ZOLTÁN: A fizikatörténet kísérleteiből 172
- KOVÁCS ZOLTÁN: Kísérletezzünk 174
- KOVÁCS ZOLTÁN: Hangsebesség meghatározása
rezonanciával 177
- VIRÁGH KÁROLY: A tioszulfát dicsérete 179

HOBBY

- IMECS ZOLTÁN: Fotózzunk! 180

MEGOLDANDÓ FELADATOK

- Fizika 182
- Kémia 184
- Informatika 187

HÍRADÓ

- Diákjaink részvétele Nemzetközi Versenyeken 188

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

Elnök: dr. Selinger Sándor

Tagok:

Balázs Márton, Farkas Anna, dr. Gábos Zoltán,
Gyenge Előd, Jodál Endre, dr. Karácsony János,
dr. Kása Zoltán, Kovács Zoltán, Kún József
dr. Máthé Enikő, dr. Néda Árpád, dr. Puskás Ferenc

firka

Fizika

InfoRmatika

Kémia

Alapok

**Az Erdélyi Magyar
Műszaki
Tudományos
Társaság
kiadványa**

Főszerkesztő:

dr. ZSAKÓ JÁNOS

Műszaki szerkesztő:

HOCH SÁNDOR

FARKAS BALÁZS

Borítólap:

DAMOKOS CSABA

Szerkesztőség:

3400 Cluj - Kolozsvár

str. Universităţii 10

Levél cím:

3400 Cluj - Kolozsvár

C.P. 140

Szedés, tördelés:



GLORIA Kft.
Kolozsvár

Ismerd meg!

Fizikus szemmel a szimmetriáról (II. rész)

Belső (rejtett) szimmetriák

A mikrovilág három szintjén olyan szimmetriákkal is találkoztak, amelyek nem magyarázhatók téridő jellegű szerkezeti vagy dinamikai sajátosságokkal. E szimmetriákra még nem tudunk megnyugtató magyarázatot adni, létezésüket tudomásul vesszük és figyelmünket egyrészt a leírást szolgáló matematikai eszköz megkeresésére, másrészt a szimmetriák következményeinek a felmérésére összpontosítjuk.

Elsőként két általános (minden szinten jelentkező) belső szimmetriát ismertünk. Az egyik a Pauli-féle felcserélési szimmetria. Állítjuk, hogy egy mikrorendszer azonos alkotóelemei, például a többielektronos atom elektronjai között nem lehet különbséget tenni, tehát e részecskék felcserélése szimmetria művelet. E szimmetria alapján a részecskéket két nagy csoportba sorolták, a teljesen eltérően viselkedő fermionok és bozonok családjába. Az eltérő viselkedést egy belső sajátossággal, a részecskék saját perdületével hozták kapcsolatba. A saját perdület - a spin - nagyságát az s spinkvantumszám, egy kitüntetett irányra vett vetületét az m_s kvantumszám határozza meg (adott s érték esetében az m_s kvantumszám a $-s$ és $+s$ közötti egységnyi ugrásokkal nyert $2s+1$ érték egyikét veszi fel). A fermionok feles ($1/2, 3/2, \dots$), a bozonok egész ($0, 1, 2, \dots$) spinkvantumszámmal rendelkeznek.

Egy másik belső szimmetriára a relativisztikus kvantummechanika hívta fel a figyelmet. Kiderült, hogy az elektron Dirac-egyenlete (1927) egy olyan C -vel jelzett műveletet is megenged, amely két ikerrészecske (az elektron és pozitron) között létesít kapcsolatot. Szokásos szóhasználattal élve állítjuk, hogy a más részecskepárok esetében is használható C -művelet részecskét antirészecskével cserél fel és fordítva. A Dirac-elmélet nagy sikerének számított, hogy az elektronnak az elmélet által megjósolt antirészecskéjét 1932-ben felfedezték. A C -művelet más tekintetben is hasznosnak bizonyult. C -szimmetria esetében C -paritás értelmezhető és e mennyiséggel kapcsolatban megmaradási elv fogalmazható meg. A C -szimmetria esetében egy atom - például a hidrogénatom - és az antiatom - esetünkben a pozitronból és antiprotonból anti-hidrogénatom - törvényei megegyeznek.

Az atommagfizika tovább bővítette a belső szimmetriák sorát. Az atommagok építőköveit (a protonokat és neutronokat) erős kötélekek kapcsolják egymáshoz. Felismerték, hogy a magrészecskék (a két "nukleon") az "erős" kölcsönhatás szempontjából azonosan viselkedik, tehát felcserélésük - az erős kölcsönhatások körében - szimmetria művelet. Ennek az $SU(2)$ -vel szimbolizált szimmetriának a leírására egy háromdimenziós absztrakt teret használunk, amely az izotér nevet kapta. A nukleoncsaláddhoz a $t=1/2$ izospin-kvantumszámot rendelték, a családtagokat az $1/2, -1/2$ értékeket felvevő t_3 izospinvetület-kvantumszám segítségével különböztetjük meg. A nukleonok erős kapcsolódását a bozonok családjába tartozó ($s=1$) pi-mezonok (pionok) cseréjével magyarázzuk. A három pion (π^+, π^0, π^-) egy a $t=1$ kvantumszámmal jellemzett családot alkot.

Az $SU(2)$ -szimmetria szegényesnek bizonyult, amikor az ötvenes években

felfedezett nagyszámú erős kölcsönhatásra alkalmas részecskét (hadront) igyekeztek családokba sorolni. A nehézségeken úgy tudtak segíteni, hogy a t és \bar{t} kvantumszámok megtartásával (a t -re $1/2$ -nél nagyobb egész és félegész értékeket is megengedve) egy új Y -nal jelölt, hipertöltésnek nevezett kvantumszámot vezettek be. Az új $SU(3)$ -szimmetria alapján 1, 3, 8, 10, ... tagú részecskes családokat jelöltek ki (M. Gell-Mann, Y. Ne'eman, 1961). Az $SU(3)$ szimmetria az egy családhoz tartozó részecskék felcserélhetőségét jelentette. Az ismert hadronokat valóban 1, 8, 10 tagú családokba tudták gyűjteni. A családokban fenntartott egyes helyek üresen maradtak és az $SU(3)$ -szimmetria nagy sikerének számított, hogy a szimmetria által megkövetelt hiányzó részecskéket sikerült életre kelteni. De még jelentősebbnek bizonyult az, hogy 3-tagú családot nem találtak. Ezért a 3-tagú családot feltételezett hadron építőközből - kvarkból - alakították ki. A C -szimmetria alapján az (u, d, s) kvarkcsaládnak megfelelő (u, d, s) antikvark családot is elfogadták (M. Gell-Mann, G. Zweig, 1964).

Később az $SU(3)$ -szimmetria három vonatkozásban is bővítésre szorult. A kvarkválaszték (a "kvarkizek") bővülése $SU(4)$, $SU(5)$, $SU(6)$ szimmetriát igényelt (ma 6, az u, d, s, c, b, t betűkkel jelölt kvarkizról beszélünk). A kvarkok spinkvantumszámára az $1/2$ értéket fogadjuk el, azért minden egyes kvark esetében két spinállapotról beszélhetünk (melyeket az m_s kvantumszám két lehetséges értéke alapján különböztetünk meg). A spinállapotok figyelembevétele az $SU(n)$ szimmetriának az $SU(2n)$ szimmetriával való helyettesítését kívánja. A kísérleti adatok arra utalnak, hogy minden egyes kvark (és antikvark) három változatban létezhet. Ennek okát nem ismerjük, kvantitatív jellemző sem áll rendelkezésünkre a változatok megkülönböztetésére, ezért megegyezés alapján a kvarkok esetében három színről beszélünk (például piros, zöld és kék színről). Tehát a kvarkok elméletében a színnel kapcsolatos $SU_c(3)$ -szimmetriát is elfogadjuk. A szín-szimmetriát is tisztelő kvarkelmélet a kvantumkromodinamika nevet kapta.

A kvarkszerkezet alapján a hadronok három családba sorolhatók: a qqq , illetve $qq\bar{q}$ összetételű részecskéket barionoknak, illetve antibarionoknak, a $q\bar{q}$ összetételűeket mezonoknak nevezzük (q , illetve \bar{q} egy kvarkot, illetve egy antikvarkot jelöl). A "színes" kvarkok kölcsönhatását egy 8-tagú színre érzékeny gluon család biztosítja (a gluonok 1-es spinkvantumszámmal rendelkeznek és zérus nyugalmi tömegűek).

Mind a makroszkopikus, mind a mikroszkopikus elméletekben sikerrel hasznosítottak olyan segédmenntiségeket, amelyek a kísérletek számára nem hozzáférhető, de segítségükkel mérhető mennyiségek szerkeszthetők. Amennyiben a segédmenntiségek módosíthatók anélkül, hogy e módosítás a mérhető mennyiségeket befolyásolná, a régi segédmenntiségeknek az újakkal történő helyettesítése szimmetria műveletnek tekinthető. E mértéktranszformációnak nevezett műveletet elsőként az elektrodinamikában alkalmazták: a segédmenntiségként használt négyespotenciált egy függvény felhasználásával módosították (az elektromos térerősség, mágneses indukció vektorok és más mérhető mennyiségek e módosításra érzéketlenek maradtak). E transzformációt, amely az elektromos töltés megmaradását biztosítja $U(1)$ -gyel szimbolizáljuk és lokális (helyi) mértéktranszformációnak nevezzük, mivel a transzformációval a négyespotenciált a téridő különböző pontjaiban különböző mértékben módosítjuk.

A kvantumelméletben az állapotot jelző mennyiségek (például a hullámfüggvények) azok a segédmenntiségek, amelyek esetében a fázis megváltoztatása vezet megmaradó mennyiségekhez. Amennyiben a hullámfüggvény fázisát a téridő különböző pontjaiban ugyanazzal az értékkel módosítjuk (e transzformációt globális mértéktranszformációnak nevezzük), ugyancsak az elektromos töltés megmaradását biztosítjuk. Valahányszor az összes barionokra, illetve antibarionokra egyidőben alkalmazott globális fázismódosítás szimmetria művelet, a barionszám megmaradási elvéhez jutunk. A barionok barionszáma $+1$, az antibarionoké -1 (más részecskékre zérus értékű). A barionszám fogalmát és a megfelelő megmaradási elvet E. Wigner vezette be 1949-ben.

Egzakt, sértett és feltételezett szimmetriák

A modern fizika eredményei arra utalnak, hogy a szimmetriavizsgálatok során nem feledkezhetünk meg a szimmetria-aszimmetria kapcsolatáról sem. A szimmetria és aszimmetria két szélső esetet képvisel, a legtöbb esetben a szimmetria és aszimmetria keveredik. Századunk közepéig az általános érvényű, ún. egzakt szimmetriák körébe sorolták a folytonos tér- és időeltolással, a térbeli elforgatással, a P -, C -, T -műveletekkel kapcsolatos szimmetriákat, a Lorentz-szimmetriát, a Pauli-szimmetriát, valamint az elektromágneses mező és a kvantumelmélet (hullámfüggvénnyel kapcsolatos) mértékszimmetriáját. A Lorentz-szimmetriát eddig csak a gravitáció modern elméletében kérdőjelezték meg. Az $SU(2)$, $SU(3)$ és a bővített szimmetriákat már kezdetől csak az erős kölcsönhatások körében érvényes korlátolt érvényű szimmetriáknak tekintették.

Az 1956-os év fordulópontot jelentett a szimmetria kutatások történetében. Kiderült, hogy léteznek olyan folyamatok, amelyek sértik az addig egzaktak tartott P -szimmetriát. A K -mezonok (kaonok) egyes pionos bomlási folyamataival kapcsolatban azt találták, hogy nem paritásörzök (a paritásmérleg elkészítéskor a kaonok és pionok -1 értékű belső - tehát nem mozgásból származó - paritásával kell számolnunk). Egy évvel később a 60-as tömegszámú kobalt atommag bomlásának vizsgálata során azt találták, hogy e folyamat tükörkép-folyamata nem létezik. Az első esetben a P -szimmetriasértést a hipertöltés változásával (egy az erős kölcsönhatásra érvényes megmaradási elv megsértésével), a második esetben az aszimmetria okát az egyik bomlástermék (az elektron-antineutrínó) aszimmetrikus viselkedésében találták meg. (A Co^{60} -mag bomlástermékei között a visszamaradó 60-as tömegszámú nikkelatommagon kívül egy elektron és az azt kísérő elektron-antineutrínót találjuk.) Az elektron-neutrínó (ν_e) csak "balcsavar", az elektron-antineutrínó ($\bar{\nu}_e$) csak "jobbcsavar" állapotban létezik. Tértükörzéskor a jobb- és balcsavar állapotok felcserélődnek és ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy sem a ν_e , sem a $\bar{\nu}_e$ részecskének nincs P -tükörképe. (A jobbcsavar állapotban a spin és sebesség irányítása egybeesik, a balcsavar állapotban a spin és sebesség ellentétes irányítású.)

Több P -szimmetriát sértő folyamat elemzése alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a szimmetriasértés olyan folyamatoknak a sajátja, amelyek során a gyenge kölcsönhatás fontos szerepet játszik. A P -szimmetriasértés felismerése a gyenge kölcsönhatások vizsgálatára, e kölcsönhatás jellegzetes részecskéinek a keresésére ösztönözte a kutatókat. Az új részecskecsalád keresésében a leptonszám 1953-ban megfogalmazott megmaradási elve is segédkezett (Gy. Marx, Ja.B. Zeldovics, E.J. Konopinski, H.M. Mahmoud). E megmaradási elvet az ún. leptonszalád valamennyi tagja esetében egyidejűleg végrehajtható globális mértéktranszformációval szemben mutatott érzéketlenséggel magyarázzuk.

1953-ban három leptonról (elektronról, negatív töltésű müonról és neutrínóról) beszéltek. 1956 óta állítjuk biztosan, hogy a neutrínónak van antirészecskéje, így a pozitron, a pozitív töltésű müon és az antineutrínót joggal sorolták az antileptonok körébe, a leptonoknak és az antileptonoknak $L=+1$ és $L=-1$ leptonszámot tulajdonítva. Később (1962-ben) kiderült, hogy az elektron-neutrínó különbözik a müon-neutrínótól és 1964-től azt is állíthatjuk, hogy létezik müon-antineutrínó. 1977 óta a leptonok családjá a tau-leptonnal, az antileptonok családjá a tau-antileptonnal bővült. Állítjuk a tau-neutrínó és a tau-antineutrínó létezését is. A ma ismert 6 lepton az (ν_e, e^-), (ν_μ, μ^-), (ν_τ, τ^-) kétagú csoportokba osztjuk, és ugyanezt tesszük az antileptonok esetében. Azt is állítjuk, hogy e csoportokkal kapcsolatban elektron-, müon-, tau-leptonszámot kell használni, és minden egyes leptonszámra külön megmaradási elvet fogalmazzunk meg. A (3×2) -es felbontás a kvarkok esetében is hasznosnak bizonyult, a 6 kvarkot gyakran az (u, d) , (c, s) , (t, b) kettős csoportokba soroljuk.

A leptonok bemutatása után térjünk vissza a szimmetriasértések kérdéséhez.

Az $SU(3)$ -szimmetria még az erős kölcsönhatások körében is közelítő jellegű (például egy családon belül elég nagy tömegkülönbségek jelentkeznek). E szimmetria azonban már komolyabban sérül az elektromágneses folyamatok és a gyenge kölcsönhatások esetében. Az erős kölcsönhatások körében a t , t_3 , Y kvantumszámokkal kapcsolatban három megmaradási elvet fogalmazzunk meg. Az elektromágneses kölcsönhatások esetében már csak az eredő t_3 , Y értékek változatlanok, míg a gyenge kölcsönhatások esetében mindhárom megmaradási elv sértett.

Miután a P -tükrözés a gyenge kölcsönhatásokkal kapcsolatban szimmetriasértéshez vezetett, egy ideig a P - és C -műveletek összekapcsolásával nyert CP -műveletet helyezték az egzakt szimmetriaműveletek sorába. A CP -szimmetria valóban egy ideig egzaktnak bizonyult (például a neutrínóval kapcsolatban általános értelemben vett szimmetriáról beszélhetünk, mivel a CP -művelet a ν_e részecskét a létező $\bar{\nu}_e$ részecskével cseréli fel). A semleges kaonok pionos bomlásfolyamataival kapcsolatban azonban 1964-ben egy igen gyenge, de létező CP -szimmetriasértést mutattak ki, ezért a tükrözési szimmetriák köréből ma csak a CPT -szimmetriát tartjuk egzaktnak. A CPT -szimmetria általánosításának tekinthető a "keresztelési" szimmetria. Ekkor a CPT -műveletet nem a vizsgált folyamat egészére, hanem a folyamatban résztvevő egyetlen részecskére alkalmazzuk (szimmetriáról természetesen akkor beszélünk, amikor e művelet alkalmazásakor létező - megvalósítható - folyamathoz jutunk).

A fentiekben olyan eseteket ismertettünk, amikor egyes egzaktnak tartott szimmetriákról kiderült, hogy korlátozott érvényűek, sértettek. A modern fizika arra is példát szolgáltatott, hogy erősen aszimmetrikus állapotokból kiindulva szimmetriák létezésére következtethetünk. E tekintetben a legjobb példát a kölcsönhatások elmélete szolgáltatja.

A ma ismert kölcsönhatásokat a növekvő erősség szerint sorrendbe állítva gravitációs, gyenge, elektromágneses és erős kölcsönhatásról beszélünk. Egy egységes kölcsönhatáselmélet kidolgozása a fizikusok fő törekvései közé tartozott. Az első ilyen irányú próbálkozás Einstein nevéhez fűződik, aki a gravitációs és elektromágneses kölcsönhatások egységes elméletének kidolgozásán fáradozott. A próbálkozás nehézségei azonban arra kényszerítették a kutatókat, hogy a kérdés megoldását későbbre halasszák. A kölcsönhatások kvantumelmélete kínált e tekintetben egy lehetséges kivezető utat.

Több tény is utalt arra, hogy a kérdés megoldására jó lehetőségeket nyújt a kvantumelmélet. Egyrészt a kölcsönhatások mechanizmusára egy egységes modellel szolgáltatott: az elektromágneses, gyenge és erős kölcsönhatásokat közvetítő részecskék segítségével írjuk le. Másrészt a közvetítő részecskék egyező spinquantumszáma ($s=1$) egy olyan szimmetria keresésére ösztönzött, amelynek alapján a közvetítő részecskék egy családba sorolhatók.

A laboratóriumi vizsgálatok az ismert kölcsönhatások erősségét nagyon eltérőnek találták, így nyilvánvaló volt, hogy a kölcsönhatások szimmetriáinak keresésekor egy erősen sértett szimmetriából kell kiindulni. Az erős szimmetriasértés ellenére a szimmetriakeresés eredménnyel kecsegtetett, mivel kiderült, hogy a kölcsönhatási folyamatok esetében befektetett energia növelésekor az elektromágneses és gyenge kölcsönhatások erőssége közeledik egymáshoz (az elektromágneses csökken, a gyengéé nő). A kísérleti adatok alapján arra lehetett következtetni, hogy a 100 GeV (100 milliárd elektronvolt) körüli energiatartományban a két kölcsönhatás egyenlő erősségűvé válik, tehát a kölcsönhatás erőssége szempontjából szimmetria alakul ki. Erre a szimmetriára alapozott az A. Salam és S. Weinberg által kidolgozott egységelmélet, az elektrogyenge kölcsönhatás elmélete, amely egy családba gyűjtötte az elektromágneses kölcsönhatás közvetítő részecskéjét - a foton - és a gyenge kölcsönhatások feltételezett közvetítő részecskéit - a három közbenső bozont - (1967-72). A közbenső bozonok (W^+ , W^-) felfedezése (1983) az elmélet nagy sikerének számított. Az $U(1) \times SU(2)$ -vel szimbolizált szimmetria leírására a mértéktranszformáció szolgál.

A mértékszimmetria az egy családba sorolt négy részecske egyikének sem

biztosít nyugalmi tömeget. Mivel a foton és a közbenső bozonok nyugalmi tömege nagyban különbözik egymástól, a szimmetriát el kellett rontani. Ezt egy feltételezett mező segítségével valósították meg. A Higgs-mezőről van szó, amelynek kvantumai az $s=0$ spinkvantumszámmal rendelkező Higgs-bozonok. Az elmélet szépséghibájának tekinthető, hogy Higgs-bozonokat még nem találtak.

Az első siker arra buzdította a fizikusokat, hogy a nagy egyesítést is megvalósítsák (az elektromágneses és gyenge kölcsönhatások esetében megvalósított egységbe az erős kölcsönhatást is igyekeztek bevenni). A nagy egyesítés (a "GUT"-elmélet) egy családba gyűtené a fotont, a közbenső bozonokat és a gluonokat. Még távol vagyunk attól, hogy egy elfogadható elmületről beszélhessünk, de már az eddigi eredmények is utálnak a vállalkozás nehézségeire és merészségére. Az elképzelhetetlenül nagy energiákon (10^{15} GeV körül) jelölt $U(1) \times SU_W(2) \times SU_C(3)$ szimmetriáért nagy árat kell fizetni, le kellene mondani a barionszám és a leptonszám megmaradását kimondó elvek egzaktágáról (a proton instabilitásával kapcsolatos kísérletek még nem jogosítanak fel e lépés megtételére). A kvark-lepton válaszfal megszűnése, egy, a kvark-lepton átmenet-höz szükséges "leptokvark" létezését igényelné, a számunkra hozzáférhető szerény energiatarományban azonban egy ilyen részecskének a kimutatása lehetetlennek mutatkozik.

Az utóbbi két évtizedben kísérleteket tettek egy, a gravitációt is egységbe foglaló elmélet kidolgozására. Ugy tűnik, hogy szuperszimmetriáért is nagy árat kell fizetni, mivel a szimmetria leírásakor egy olyan műveletet kell használni, amely a spinkvantumszám $1/2$ -el történő változását eredményezné. Tehát egy 10^{19} GeV körül megvalósuló szimmetriáért átjárhatóvá kell tenni a Pauli-elv által a fermionok és bozonok közé emelt eddig áthatolhatatlannak vélt válaszfalat. Az új szimmetria már régebben feltételezett graviton mellé ($s=2$) a $3/2$ -es spinkvantumszámmal rendelkező "gravitínót" is a gravitációs kölcsönhatást közvetítő részecskék közé sorolja.

Azt mondhatnánk, hogy mindezek a próbálkozások kísérletileg ellenőrizhetetlen elméleti spekulációk. Amellett, hogy a lehetőségek felmérése a fejlődés elengedhetetlen feltétele, e próbálkozások egy másik szempontból is fontosak: a szimmetria érvényességi tartományának kijelölésével egy olyan támponthez jutunk, amelynek alapján a mi körülményeink között tapasztalt szimmetriasértésre következtetéseket tudunk levonni.

De a szimmetria kutatásoknak más jelentősége is van. Ma még nem rendelkezünk egy az erős és gravitációs kölcsönhatásokra vonatkozó átfogó kvantumelmélettel (egyelőre csak kísérletek folynak ilyen irányban). Amikor új szimmetriák lehetőségére utalunk, egyben egy új, születőben lévő elmélet körvonalait keressük. Próbára tesszük a 10 - , 11 - és többdimenziós absztrakt tereket, azt is megvizsgáljuk, hogy hogyan lehetne a részecskék pontmodelljét egy pontosabb ("húr" vagy "szuperhúr") modellel helyettesíteni. De érdekesnek tűnik a hipertöltésre érzékeny ötödik kölcsönhatástípus, és a mikrovilág negyedik szintjének a keresése is.

Annak ellenére, hogy a szimmetria kutatások századunkban a mikrovilág felé irányultak, a makroszkopikus szinten is fontos eredmények születtek. E tény szemléltetésére adjunk néhány példát.

A környezetétől elzárt nemegyensúlyi állapotban lévő egyatomos gázban az egyensúly felé tartó folyamatok mennek végbe, miközben a gáz entrópiája (rendezetlensége) folyamatosan növekszik. A maximális entrópiájú egyensúlyi állapotban a gáz két szempontból is maximális szimmetriát mutat: az atomok egyenletes térbeli eloszlása (a homogénitás) és a kitüntetett sebességirányok hiánya (az izotrópia) a legszimmetrikusabb lehetőségeket képviselik.

A nemegyensúlyi folyamatok termodinamikájában gyakran használjuk a Curie-elvet, mely szerint az ok-okozati kapcsolatok esetében az ok szimmetriaelemeinek a száma nem haladja meg az okozatra vonatkozó elemek számát.

Egyes fázisátalakulások esetében a test szimmetriája nagymértékben módosul. Például a rombos kénnek monoklin kénné történő átalakulásakor kris-

tályszimmetria-változás következik be, a paramágneses anyagnak ferromágneses tulajdonságú anyaggá történő átalakulásakor, a gömbszimmetrikus állapotból a hengersizmetrikus állapotba történő átmenet valósul meg.

Az elektromágneses jelenségek Maxwell-féle elméletében az elektromos és mágneses mezőkomponensekkel kapcsolatban aszimmetria jelentkezik. Dirac 1931-ben arra a következtetésre jutott, hogy az aszimmetria szimmetriává változtatható, ha létezik az elektromos töltésnek megfelelő mágneses töltés. A mágneses "monopólus" keresése, tehát egy feltételezett szimmetria létezésének a kimutatása napjaink fizikájának egyik fontos problémája.

Wigner Jenő, századunk szimmetriakutatóinak egyik vezéregyénisége a *Csoportelméleti módszer a kvantummechanikában* című könyvének (Akadémiai Kiadó, Budapest, 1979) előszavában írja, hogy "... születése idején a csoportelmélet fizikai alkalmazása nagyon népszerűtlen volt. Vezető fizikusok "csoportvészt"-ről beszéltek (Gruppenpest)...". A fejlődés Wigner Jenőt igazolta, a csoportok, a szimmetriák "vészt" terjesztő művelőit ma a fizikustársadalom tisztelt, megbecsült és nélkülözhetetlen polgárai között tartjuk számon.

dr. Gábos Zoltán

Számítógépes grafika II

A sorozat első részében megismerkedhettünk a számítógépes grafika alapfogalmaival valamint a legelterjedtebb grafikai eszközökkel. A következőkben a grafikus kommunikáció ember Á gép oldalával, vagyis a számítógépes rajzok, ábrák és képek előállításával fogunk foglalkozni. Mivel a legszéleskörűbben elterjedt grafikus megjelenítő eszköz a képernyő, a leírottak legnagyobb része erre fog vonatkozni, majd a cikksorozat vége felé kitérünk néhány speciális, más grafikus eszközökre vonatkozó kérdésre is.

A továbbiakban tehát feltételezzük, hogy gépünk rendelkezik egy képernyős kijelzővel. Nagyobb gyakorisága miatt feltételezzük azt is, hogy ez egy raszter kijelző, vagyis a rajzokat, ábrákat, képeket pontokból állítja össze.

Egy számítógép grafikai teljesítőképeségének egyik legfontosabb jellemzője a képernyőfelbontás, ami megadja, hogy a képernyőn hány sorban és hány oszlopban lehet képpontokat megjeleníteni. A felbontás számítógéptípusonként, sőt egyes számítógéptípusokon belül is változik, ezért a bemutatott algoritmusokban feltételezzük két előre értelmezett állandó - XMAX és YMAX - létezését, amelyek az adott helyzetben használható maximális oszlop illetve sor számát értelmezik. Annak ellenére, hogy ez sem szabványosított úgy tekintjük, hogy az origó, vagyis a ,0 koordinátájú pont a képernyő bal alsó sarkában van.

Mint már említettük rajzainkat a képernyőn megjelenített pontokból fogjuk összeállítani. A számítógéptől illetve a kijelzőberendezéstől függően a pontok két (fehér és fekete) vagy több színben jeleníthetők meg. A képernyőt minden pillanatban egy háttérszín jellemzi. Egy üres képernyőn mind az XMAX x YMAX pont a háttérszínben van megjelenítve. A rajzokat a háttérszíntől eltérő színnel lehet előállítani. Egy ugyanolyan, mint mikor egy fehér papírra fekete vagy más fehértől eltérő színnel, egy táblára pedig fehér vagy más, feketétől eltérő színnel írunk és rajzolunk. Figyelembe véve, hogy a fehér és a fekete szín bármilyen képernyős kijelzőn megjeleníthető (esetenként a fehér szerepét a zöld vagy a sárga tölti be), a következőkben csak ennek a két színnek a megjelenítését vesszük lehetségesnek. Ezzel a konvencióval a képzeletbeli képernyőnket két szín: a háttérszín és a tintaszín (vagy rajzolószín) jellemzi.

A képernyő bármely pontjával a következő műveleteket végezhetjük el:

1. a pont kiírása, vagyis a tintaszínben való megjelenítése,

2. a pont törlése, vagyis a háttérszínben való megjelenítése,

3. a pont állapotának, vagyis színének lekérdezése.

Ez utóbbi műveletnek a kapcsán el kell mondjunk néhány szót arról, hogy miként tartja számon a számítógép a képernyő tartalmát.

Minden képernyős kijelző tartalmaz egy saját tárat (memóriát), amit képernyőtárnak nevezünk. A képernyő minden pontjának megfelel a képernyőtár egy rögzített hosszúságú része, amely az illető pont színének kódját tartalmazza. Az, hogy mekkora kell legyen egy ilyen elemi tárterület hossza, az egyidejűleg megjeleníthető színek számától függ. Amennyiben csak két szín használható, az egyes pontoknak megfelelő tárterület csak egy bináris számból (digit) kell álljon. A kijelző működésének minden pillanatában a képernyőtár tartalmazza a képernyő tartalmának a leírását. A tulajdonképpeni kijelzés úgy történik, hogy a kijelző elektronikája nagy frekvenciával ismételten végigolvassa a képernyőtárat, és minden pontot a tár pillanatnyi tartalmától függően jelenít meg. Egy ilyen végigolvasási és megjelenítési ciklust képernyőfrissítésnek nevezünk.

A fentiek alapján könnyen rá lehet jöbni, hogy a képernyő tartalmának a megváltoztatásához elegendő a képernyőtár tartalmának a megváltoztatása, amely a frissítés következtében szinte azonnal tükröződik a képen.

Mivel a képernyőtár a számítógép központi tárához hasonlóan működik, és a legtöbb esetben a programból közvetlen címzés útján elérhető, a pontokhoz tartozó tárterületek ugyanúgy írhatók illetve olvashatók, mint a központi tár bármely része. Mint már említettük, a képernyőtárba történő beírással a képernyő tartalmát módosítjuk, míg az egyes tárelemek tartalmának a leolvasása lehetővé teszi a képernyőn található rajzok, ábrák vagy képek programból történő elemzését.

Ha figyelembe vesszük az eddig elmondottakat, a képernyő kezelésére elegendő két művelet: egy meghatározott színű pont kiírása és egy adott pont színének a lekérdezése. Ez azért igaz, mert egy pont törlése nem más, mint a háttérszínben történő megjelenítése. Ennek ellenére a könnyebb kezelhetőség érdekében feltételezzük, hogy hipotetikus számítógépünk három grafikus alapműveletet bocsát rendelkezésünkre: pontkiírás, ponttörlés és pontlekérdezés. A következőkben bemutatásra kerülő algoritmusokban ezeket a műveleteket három, előre értelmezett függvény hívásával fogjuk jelölni. A függvények a következők:

1. pont kiírása - `pont_írás(x,y)` egy olyan kétargumentumú függvény, amely az (x,y) koordinátájú pontnak megfelelő képernyőtárterületre beírja a tintaszínek megfelelő kódját, és ezáltal előidézi az illető pont képernyőre történő kiírását. A függvény visszatérési értéke 1, amennyiben a művelet sikeresen végrehajtott, illetve 0, amennyiben a művelet nem hajtható végre, például azért, mert a koordináták valamelyike meghaladja a megfelelő korlátot (X_{MAX} illetve Y_{MAX}).

2. pont törlése - `pont_törlés(x,y)` egy olyan kétargumentumú függvény, amely az (x,y) koordinátájú pontnak megfelelő tárterületre beírja a háttérszín kódját. A ponttörlésre vonatkozó többi megjegyzés itt is érvényes marad.

3. pont lekérdezése - `pont_szín(x,y)` egy olyan kétargumentumú függvény, amely megadja az (x,y) koordinátájú pont pillanatnyi színének kódját. A függvény értéke -1 lesz, amennyiben a koordináták valamelyike meghaladja a megfelelő korlátot. A következőkre megállapodunk, hogy gépünk esetében a háttérszínnek a kódja 0, a tintaszín pedig 1.

Ezeknek a függvényeknek az egyes konkrét nyelvekben különböző függvények vagy utasítások felelnek meg, amit a nyelvet leíró kézikönyvből kell meghatározni. A fenti konvenciók bevezetésének célja a bemutatandó algoritmusok egységes leírásának a lehetővé tétele.

Egy (x,y) koordinátájú pont kiírására, törlésére illetve lekérdezésére a következő algoritmusokat használhatjuk:

**Adottak x,y
pont_írás (x,y)**

Adottak x,y

pont_törlés (x,y)

Adottak x,y
s:=pont_szin (x,y)
Eredmény s

Ezeknek az elemi grafikai műveleteknek a felhasználásával már egyszerűbb programokat is írhatunk. Írjunk például egy olyan programot, amely véletlenszerűen jelenít meg illetve töröl pontokat a képernyőn. Ehhez egy úgynevezett véletlenszámgenerátorra van szükségünk. Ez egy olyan függvény, amely különböző hívásaikor "véletlenszerűen" állítja elő egy adott intervallum egy-egy számát. A használatos nyelvek legtöbbje a felhasználó rendelkezésére bocsát egy ilyen függvényt. Általában ennek a neve `random`, `rand` vagy valami ezekhez hasonló. Ezek a függvények leggyakrabban a $[0, 1]$ intervallum számait generálják úgy, hogy amennyiben egy másik intervallum számait szeretnénk véletlenszerűen előállítani, a függvény által adott számot át kell alakítanunk. Ha célintervallumunk az $[a, b]$ akkor egy véletlenszerűen előállított számor a következő képlettel kaphatunk:

r := random;
v := a + (b - a) * r

Tegyük fel, hogy programunk egy ciklusban egy-egy pontot ír ki illetve töröl véletlenszerűen. A ciklus hosszát tetszőlegesre határozzuk meg. A program befejezésekor a képernyőn a véletlenszámgenerátor természetétől függően különböző esetleg érdekes pontkonfigurációkat kaphatunk. Ehhez mindenképp célzerű nagy számú ismétlést használni.

Algoritmusainkban egy véletlen-nek nevezett a $[0, 1]$ intervallumban generáló függvényt fogunk használni.

A feladat megoldására a következő algoritmust használhatjuk:

Adottak n
Minden i := 1, n-re végezd el.

r := véletlen
x := XMAX * r
r := véletlen
y := YMAX * r
pont_írás (x,y)
r := véletlen
x := XMAX * r
r := véletlen
y := YMAX * r
pont_törlés (x,y)
(Minden) vége

A pontkezelő függvényeket a továbbiakban a különböző rajzok, ábrák és képek előállításánál fogjuk használni, ezért nem térünk ki itt további algoritmusokra.

A következő részben rátérünk a mértani ábrák - egyenesek, különböző görbék - rajzolására.

Balázs Márton

Számítástechnikai Kislexikon (IV)

számítógépgeneráció (computer generation) - a számítógépek és rajtuk keresztül a számítástechnika fejlődésének minőségileg megkülönböztethető szakaszaira használt osztályozási kategória. A ~t meghatározó fontosabb kritériumok: az *architektúrában felhasznált elektronikai komponensek minősége, a *memóriák tárolási kapacitása, a feldolgozási sebesség, a logikai szervezés, az *operációs rendszerek kiépítettségi foka, a *megbízhatóság, a teljesítmény-ár viszonya stb. Eddigi fejlődésük során a számítógépeknek négy generációja alakult ki, s az 1990-es évekre várható az ötödik megvalósítása. Az eddig ismert négy generáció közös jellemzője a Neumann elvre épülő architektúra, amelynek legfontosabb ismérvei: a *központi vezérlőegységet és az *operatív memóriát magában foglaló központi egység, az egyszintű *címtartomány, az alacsony szintű *gépi nyelv, a tárolt program által biztosított centralizált, szekvenciális vezérlés.

elsőgenerációs számítógép (first generation computer) - kb. az '50-es évek közepéig megvalósított, elektroncsöves áramkörökből felépített számítógép (kapcsolási sebessége milisec nagyságrendű), az elektronikus számítógépek első képviselője. Merev és viszonylag szegényes *architektúra jellemezte: késleltetővonalas v. elektrosztatikus memória, *periferikus művei között *nyomtató, *lyukkártyaolvasó, *mágnesdob említhető. Igen nagy helyet foglalt el és a disszipálódott hő elvezetése is komoly problémát jelentett, csak légkondicionált helyiségekben működött. Programozása szinte kizárólag *gépi nyelven volt lehetséges. A legelsőnek megépített, kizárólagosan elektronikus elemekkel működő számítógép az ENIAC, 1946 és 1955 között üzemelt, kb. 18 ezer elektroncsövet tartalmazott. Technológiájukat, sebességüket és tárolókapacitásukat tekintve az ~ek ma már csak technikátörténeti jelentőségűek, bár a maguk idejében

igen komoly munkát végeztek, elsősorban katonai, atomenergia-kutatási, meteorológiai előrejelzési és más tudományos területeken.

második generációs számítógép (second generation computer) - kb. 1955 és 1965 között elektroncsöves és diszkrét félvezetős elektronikával (tranzisztorokkal) épített számítógép (kapcsolási sebessége mikrosec nagyságrendű). A tranzisztorizált *architektúra előnye a nagyobb megbízhatóság, a kis méret, a nagy műveleti sebesség. Alapvető jellemzője a nagy sebességű *ferritgyűrűs *operatív memória. Szervezési szempontból legfontosabb újítása a *b/k műveletek aszinkronizálása, az *adatcsatorna megjelenése. Ugyancsak ennél a generációnál jelent meg a *megszakítási rendszer. *Szoftver vonatkozásban az első tényleges *operációs rendszer megvalósításában hozott újat, s ugyancsak ebben a periódusban jelennek meg az első *programozási nyelvek.

harmadik generációs számítógép (third generation computer) - kb. 1965 és 1972 között *integrált áramkörös elektronikával épült *digitális számítógép (kapcsolási sebessége nanosec nagyságrendű). Alapvető jellemzője a gyors, viszonylag olcsó és megbízható *architektúra. Ennél a generációnál jelentek meg a közvetlen hozzáférésű, igen nagy kapacitású, rendszerint mágneslemezes *háttérmemóriák (5-25 Mbájt). A fejlett, egyre bonyolultabb *hardver gazdaságos kihasználása, ill. vezérlése már nem valósítható meg az *operációs rendszer közreműködése nélkül. Szervezési szempontból legfontosabb újítása a *multiprogramozás és a *párbeszédés üzemmód (*számítógép-generáció).

negyedik generációs számítógép (fourth-generation computer) - kb. 1972-től napjainkig gyártott *integrált áramkörös *digitális számítógépek el-

nevezése (kapcsolási sebességük nanosec alatt). A *harmadik generációs számítógéppel szemben inkább mennyiségi, mint minőségi változásokat hozott. *Architektúrája még mindig a klasszikus *Neumann-gép elvén alapszik, csak működési paraméterei különböztetik meg az előző generációtól: az igen nagy műveleti sebesség, a mind kisebb kiterjedésű, kompakt felépítés, a mind nagyobb *operatív memóriakapacitás, az egyre nagyobb tárolási sűrűség, az egyre csökkenő ár és növekvő megbízhatóság jellemzik. Szervezési és programozástechnikai szempontból az *elosztott vezérlés, az *elosztott feldolgozás, a *számítógép-hálózatok megjelenése jelent újat. Külön kategóriát, de egyáltalán nem lebecsülendő teljesítményt hordoznak az utóbbi 20 évben megjelent, s látványos karriert befutott *mikroszámítógépek, ill. *személyi számítógépek.

személyi számítógép (personal computer) - *mikroprocesszoros kiépítettségű, kis méretű, hordozható, "tartós fogyasztási cikknek" szánt számítógép. a számítástechnikának az oktatásba, a szórakoztatásba, a háztartásba bevonult terméke. Központjában mikroprocesszor áll, *memóriája kizárólag félvezetős típusú. Az egyszerű otthoni ~ek (home computer) memóriakapacitása 16-64 Kbájt, a magasabb szintet képviselő professzionális ~eké (professional computer) 640 kbájt, sőt 1-8 Mbájtig is terjedhet. *Háttérmemóriaként eleinte kizárólag kazettás magnetofont használtak, ma már igen elterjedt a *hajlékonylemez, és a nagy kapacitású *merevlemez. Megjelenítő eszközként az alacsonyabb kategóriák a közönséges tv-készüléket, a professzionális gépek képernyős (sokszor színes ábrázolásra is alkalmas) *megjelenítőt használnak. Egyes ~ekhez *nyomtató is csatlakoztatható, kezdve a legolcsóbb hőnyomtatóktól egészen a lézernyomtatókig. Programozását eleinte kizárólag *gépi nyelven végezték, de hamarosan lehetővé vált az *asszembler nyelvű, majd *BASIC programozás is; ma már olyan magas szintű programozási nyelvek is használ-

hatók erre a célra, mint a *C, a *Pascal, a *FORTH, sőt a *Prolog is.

A professzionális kategóriájú gépek fejlett *operációs rendszereket is tartalmaznak (pl. *CP/M, *MS-DOS, *UNIX, *XENIX), sőt *adatátviteli szoftverjük útján hálózatba is integrálhatók.

mikroprocesszor (microprocessor) - harmadik és negyedik generációs (*LSI, *VLSI), digitális integrált áramkört alkatrész, amely egy számítógérendszer *központi vezérlőegységének megfelelő funkciókat lát el. A világon az első ~t 1971-ben az INTEL cég jelentette meg 4004-es típusjelzéssel, s azóta több generáció is napvilágot látott. A technológia fejlődése lehetővé tette nem csupán egy központi vezérlőegység, hanem a teljes számítógépmag (központi vezérlőegység, memória, be-, ill. kimeneti *interfész) egyetlen tok formájában való megvalósítását, és így megszületett az egylapkás *mikroszámítógép. A fejlődés mennyiségi fokmérője (de minőségi is) a ~ által közvetlenül feldolgozható *bitek száma. Az első ~ 4-bites volt, majd nagyszámú 8-bites típust dolgoztak ki (I8080, M6800, Z80 stb.); ezt követően jelentek meg a 16, majd a 32 bites ~ok (I8086, I80186, I80286, I80386, I80486 stb.).

értelmezőprogram (interpreter) - magas szintű *programozási nyelven kódolt programok *értelmezésére szolgáló rendszerprogram. Szemben a *fordítóprogrammal, amely lefordítja a teljes *forrásprogramot és *tárgyprogramot állít elő, az ~ utasításról utasításra értelmezi a lefordítandó szöveget, s minden utasítást azonnal végrehajt. Felépítését tekintve hasonlít a fordítóprogramhoz, amennyiben tartalmazza a *lexikális és a *szintaktikai elemzőt, de eltér tőle abban, hogy hiányzik belőle a *kódgenerálási fázis. A szemantikai elemző nyújtotta információk alapján a gépre jellemző utasítások segítségével rögtön megvalósítja a magas szintű utasítás által meghatározott tevékenységet.

Az ~ használata elsősorban a programbelövés (tesztelés) fázisában előnyös, ugyanis a fordítás és végrehajtás egyidejűsége lehetővé teszi bizo-

nyos ellenőrzések, lokális változtatások közvetlen végrehajtását. Ezzel szemben a végleges programtermék fordítását fordítóprogrammal kell elvégeztetni, hogy az utólagos végrehajtásokat mentesítsék a felesleges újrafordításoktól.

fordítóprogram (compiler) - az egyik legfontosabb rendszerprogram, amely a *fordítás műveletét végzi el: a bemenetén jelentkező *forrásprogramot a kimenetén szolgáltatott *tárgyprogrammá alakítja át. Szerkezetét tekintve fázisokra és menetekre osztható. Az elvégzett műveletek természetét véve alapul, a ~ rendszerint négy fázisra épül: *szintaktikai, ill. *szemantikai analízis, *memóriakiosztás, *kódgenerálás és *tárgyprogram-szerkesztés. A ~ menetén a forrásprogram teljes átolvasását értik (forrásnyelven v. valamilyen közbülső formában). Egy-egy fázis annyira komplex lehet, hogy több menetet is igényel. Az *értelmezőprogramtól eltérően, a ~ az egész forrásprogramot lefordítja, előállítva a tárgyprogramot, amely v. a *kapcsolóprogram bemenete, v. közvetlenül betölthető és végrehajtható.

forrásnyelv (source language) - az a *programozási nyelv, amelyen *fordítás, ill. *értelmezés céljából az eredeti programot kódolták. A magas szintű v. *asszembler programozási nyelveken kódolt programok közvetlenül nem hajthatók végre a rendelkezésre álló számítógépeken, ezért ezeket v. át kell alakítani (le kell fordítani) a konkrét számítógép *gépi nyelvére, v. a konkrét gépi *utasításkészlet segítségével kell értelmezni.

forrásnyelvű könyvtár (source library) - *forrásnyelvű programok, ill. programegységek tárolására szolgáló *könyvtár. Legtöbbször mágneses

*adathordozón található, s rajta - megfelelő rendszerprogramok segítségével - módosítások, javítások hajthatók végre. A *fordítóprogramok túlnyomó többsége közvetlenül a ~ból nyerheti a lefordítandó *forrásprogramot.

forrásprogram (source program) - valamely *programozási nyelv formalizmusával kódolt program, amely csak előzetes *fordítás v. *értelmezés útján hajtható végre. A ~okat rendszerint *forrásnyelvű könyvtárakban tárolják, karbantartásukra általában speciális rendszerprogramok szolgálnak (*könyvtárkezelő program).

gépi nyelv (machine language) - géporientált *programozási nyelv, amely a konkrét gép *utasításkészletének és a *gépi kód szabályainak felhasználásával az illető gépen közvetlenül (tehát *fordítás, ill. *értelmezés nélkül) végrehajtható programok írására (előállítására) alkalmas. A számítógépek programozásának legalacsonyabb szintje, s alapjában véve azt jelenti, hogy a számítógép *operatív memóriáját valamilyen módon úgy töltik fel, hogy ezeket a bináris információkat a gép utasításokként tudja értelmezni. A ~ programozásra ma már csak különleges esetekben használatos, ismertete viszont elengedhetetlenül szükséges a szoftverfejlesztés területén dolgozó programozóknak (elsősorban a *fordítóprogramok, *értelmezőprogramok, *operációs rendszerek és más rendszerprogramok előállításánál fontos, hiszen a forrásnyelvű szerkezetekhez ~ű sorozatokat kell rendelni).

Jodál Endre

ALGORITMUSOK

4. A rekurzióról

Bizonyára sokan ismerik a Hanoi tornyai nevű ügyességi játékot. Egy rúdon több korong (mondjuk n) van, úgy, hogy bármelyik kisebb az alatta lévónél. A korongokat úgy kell áthelyezni egyenként egy másik rúdra, felhasználva egy harmadik rudat is, hogy mindig kisebb korong legyen nagyobb korongon, bármelyik rúdon. Három korong esetében ezt a következőképpen végezzük el: $1 \rightarrow 2$ (az első rúdon lévő legfelső korongot áthelyezzük a második rúdra), $1 \rightarrow 3$, $2 \rightarrow 3$, $1 \rightarrow 2$, $3 \rightarrow 1$, $3 \rightarrow 2$, $1 \rightarrow 2$. Ezzel, betartva a szabályt, áthelyeztük mindhárom korongot a második rúdra, felhasználva egy harmadik rudat is. Kiszámítható, hogy n korong esetében a lépések száma $2^n - 1$. Ha megpróbáljuk leírni a fenti algoritmust n korong esetében, könnyen rájöhethetünk, hogy ez nehézségekbe ütközik. Viszont úgy is gondolkodhatunk, hogy a feladat megoldását visszavezetjük egy egyszerűbb esetre, történetesen az $n-1$ korong esetére. Ha 4 korongunk van, akkor a felső hármat áthelyezzük az előbbi módszer segítségével a második rúdra, a negyediket az elsőről a harmadikra, ezután pedig, ismét alkalmazva a három korong esetében az eljárásunkat, áthelyezzük a korongokat a második rúdról a harmadikra, felhasználva az első rudat, ami üres.

Eszrevehetjük, hogy ezt a módszert általánosíthatjuk n korongra is, felhasználva az $n-1$ korong esetében alkalmazott eljárást. Tehát egy eljárás önmagát hívja, természetesen a bemeneti paraméter más értékére. Ezt nevezzük rekurzív hívásnak. Vannak programozási nyelvek (pl. FORTRAN, COBOL, BASIC stb) amelyek nem engedik meg a rekurzív hívást, mások viszont (mint pl. a Pascal, Ada) használják. Eljárás és függvény is hívható rekurzíven. A rekurzív híváskor a memóriában sok közbeeső információt kell tárolni, ezért használata korlátozott, inkább csak akkor ajánlott, ha más módszer nem áll rendelkezésre, vagy igen bonyolult. A rekurzív algoritmus azonban többnyire egyszerűbb, könnyebben érthető, azaz elegánsabb.

Nézzük meg, hogyan írhatjuk le a fenti algoritmust felhasználva a rekurzív hívást.

```
ELJÁRÁS Hanoi (n, a, b, c)
Ha n > 0 akkor
    Hanoi (n-1, a, c, b)
    Átvisz (a, c)
    Hanoi (n-1, b, a, c)
(Ha) vége
ELJÁRÁS VÉGE
```

Magyarázat: Az eljárás neve Hanoi, paraméterei: n a korongok száma, a , b , c pedig a rudak, a -ról helyezzük át a korongokat c -re, b segítségével. Az eljárást önmagát hívja mindaddig amíg n pozitív, ha n egyenlő nullával, akkor nem csinál semmit. Könnyen láthatjuk, hogy eljárásunk hívja önmagát, hogy helyezze el az $n-1$ korongot a b rúdon, c segítségével, ezután az Átvisz eljárás áthelyezi az a -n levő egyetlen korongot az üres c -re, majd az ismételt hívás a b -n levő $n-1$ korongot áthelyezi a c rúdra az a rúd segítségével. Ha ki szeretnénk írni a lépéseket, ahogy azt a fenti példa esetében tettük, akkor az

```
    Átvisz (a, c)
helyett írhatjuk, hogy
    Eredmény a, "→", c
```

Nézzük meg, hogyan működik algoritmusunk $n=3$ esetében! Felsoroljuk az összes eljárás hívást, olyan sorrendben, ahogy azok következnek.

Hanoi (3,a,b,c) kifejtése:	Hanoi (2,a,c,b) Átvisz (a,c) Hanoi (2,b,a,c) Hanoi (1,a,b,c) Átvisz (a,b) Hanoi (1,c,a,b) Hanoi (1,b,c,a) Átvisz (b,c) Hanoi (1,a,b,c) Hanoi (0,a,c,b) Átvisz (a,c) Hanoi (0,b,a,c)
Hanoi (2,a,c,b) kifejtése:	
Hanoi (2,b,a,c) kifejtése:	
Hanoi (1,a,b,c) kifejtése:	

Mivel **Hanoi (0,a,b,c)** üres, azaz semmilyen utasításnak sem felel meg, bármelyik **Hanoi (1,a,b,c)** egyenértékű az **Átvisz (a,c)** eljáráshívással.

Behelyettesítve, a következőket kapjuk:

Átvisz (a,c)
Átvisz (a,b)
Átvisz (c,b)
Átvisz (a,c)
Átvisz (b,a)
Átvisz (b,c)
Átvisz (a,c)

Rekurzív hívást függvények esetében is alkalmazhatunk. Példaként lássuk két természetes szám legnagyobb közös osztójának a kiszámítását!

FÜGGVÉNY Inko (m,n)

Ha $n = 0$ akkor Inko: = m

különben Inko: = Inko (n, m-[m/n]n)

(Ha) vége

FÜGGVÉNY VÉGE

Figyeljük meg a fenti leírásban, hogy az értékadás jelének a bal oldalán a függvény neve mindig paraméterek nélkül szerepel, ahogy azt előző cikkünkben is láttuk. A jobb oldalon szereplő Inko viszont már paraméteres (a két paraméter n és m -nek n -nel való osztási maradéka), itt tehát ismét hívjuk a függvényt. Például:

Inko (24,16) = Inko (16,8) = Inko (8,0) = 8

Természetesen a fenti függvény így is írható:

FÜGGVÉNY Inko (m,n)

Ha $m = n$ akkor Inko: = m

különben

Ha $m > n$ akkor Inko: = Inko (m-n, n)

különben Inko: = Inko (m, n-m)

(Ha) vége

(Ha) vége

FÜGGVÉNY VÉGE

Például:

Inko (24,16) = Inko (8,16) = Inko (8,8) = 8.

dr. Kása Zoltán

A KÉMIAI EGYENSÚLYRÓL

(I. rész).

Alapfogalmak, Le Châtelier-elv és az egyensúlyt befolyásoló tényezők.

1. Bevezetés

A kémiai folyamatok egy része a kiindulási anyagok teljes elhasználódásához vezet, tehát teljesen végbemennek. Ezeket a folyamatokat *irreverzibilis folyamatoknak* nevezzük. Ilyenek például az égési folyamatok, egyes bomlási reakciók, a cink és a sósav reakciója, és végsősoron az életet fenntartó folyamatok is.

A kémiai folyamatok nagyobb része azonban nem vezet a teljes átalakuláshoz, mert a reakció termékei is, a körülményektől függően, bizonyos mértékben reagálnak egymással, aminek következtében a kiindulási anyagok újra keletkeznek. Ezek a folyamatok *kétirányúak*, tehát *reverzibilisek* ($A+B \rightarrow C+D$, de ugyanakkor $C+D \rightarrow A+B$, tehát $A+B \rightleftharpoons C+D$). A kívánt termék (termékek) irányában történő átalakulást direkt reakciónak nevezzük, az ellentétes irányban történő átalakulást pedig fordított vagy inverz reakciónak hívjuk. A reverzibilis folyamatoknak a klasszikus, de ugyanakkor időt álló példája az ammónia szintézise, aminek a jellegzetessége az, hogy közönséges nyomáson és nem megfelelő katalizátorok jelenlétében az ammónia kitermelése lehangolóan kicsi.

A reverzibilis folyamatok előrehaladása egy stabilis állapot eléréséig tart. A két ellentétes folyamat, vagyis a két ellentétes irányba haladó folyamat, egy bizonyos, körülményektől függő idő után, "kompromisszumos megoldásra jut", aminek következtében beáll a fentebb említett viszonylag stabilis állapot, amit *egyensúlyi állapotnak* hívunk. Mivel ebben az esetben a két ellentétes folyamat kémiai természetű, *kémiai egyensúlyról* beszélünk.

2. A Le Châtelier-elv (1888)

Az egyensúlyi állapotot nem szabad úgy elképzelni, hogy a két ellentétes irányba haladó folyamat megszűnt, a molekulák mozgása leállt. Az történik, hogy a direkt és a fordított folyamat *egyforma* sebességgel megy végbe, aminek következtében az egész folyamatra jellemző nettó vagy összsebesség nulla lesz. Tehát az egyensúlyi állapotot is *dinamikusnak* kell tekintenünk. Mint minden viszonylag stabilis helyzet esetében, itt is felmerül a következő kérdés: az egyensúlyt fenntartó külső tényezők megváltozása esetén, milyen irányba fog haladni a rendszer? A válasz Henry Le Châtelier elvében rejlik, amit a következőképpen fogalmazhatunk meg: ha egy egyensúlyban levő rendszert külső hatás ér, az egyensúly olyan irányba tolódik el, amelyben a rendszer a külső hatást csökkenti tudja.

Könnyen megfigyelhető, hogy Le Châtelier elve univerzális jelleggel bír, biológiai, szociológiai, pszichológiai és más rendszerekre is érvényes.

A kémiai egyensúlyt befolyásoló külső tényezők a következők: hőmérséklet, nyomás (gázok esetén), koncentráció, valamint semleges anyag jelenléte. A továbbiakban vizsgáljuk meg külön-külön ezeknek a tényezőknek a hatását különféle, *gázhalmazállapotban* beálló kémiai egyensúlyokra (további cikkek anyagát fogják képezni az oldatokban történő kémiai egyensúlyok és az egyensúlyi elektrokémia).

2.1. A hőmérséklet hatása

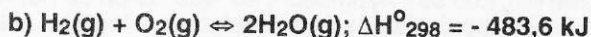
Tegyük fel a következő kérdést: milyen hatással lesz a hőmérséklet változása az alábbi két kémiai egyensúlyra?



Tehát a NO(g) szintézise egy *endoterm*, vagyis hőelnyeléssel járó folyamat, mivel az entalpia változása (ΔH°) pozitív. Ez azt jelenti, hogy az egyensúly beálltaig a rendszer hőmérsékletét csak úgy tarthatjuk állandó értéken, ha kívülről hőt viszünk be.

Vizsgáljuk meg mi történik ha az egyensúlyi rendszer hőmérsékletét növeljük. A hőmérséklet növeléséhez ugyancsak hőt kell kívülről betáplálnunk. A Le Châtelier-elv értelmében, hogyha a rendszerrel hőt közlünk, az egyensúly abba az irányba tolódik el, amelyben a rendszer hőt használ el, vagyis képes "lehűteni" saját magát. A mi esetünkben az egyensúly "jobbra" (\rightarrow) fog eltolódni, mert a NO szintézise irányába használódik el a kívülről bevitt hőmennyiség.

Hogyha a hőmérsékletet csökkentjük, tehát a rendszert lehűtjük, az egyensúly "balra" (\leftarrow), a hőtermelés ("melegítés") irányába fog eltolódni.



A víz szintézise egy *exoterm* folyamat, tehát hőkibocsátással jár, ami azt jelenti, hogy az egyensúlyi állapot felé haladva, a rendszer hőmérséklete csak úgy maradhat állandó, ha a rendszertől hőt vonunk el.

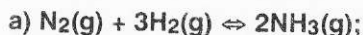
Ezek szerint a hőmérséklet *csökkentése "jobbra"*, a hőelvezetés ("melegedés") irányába tolja el az egyensúlyt. Természetesen, a hőmérséklet *növekedése* hőelhasználódáshoz, az egyensúly "balra" tolódásához vezet.

A fenti reakcióval kapcsolatosan meg kell jegyeznünk, hogy a vízgőz komponenseire való bomlása csak 1200 °C felett észlelhető, és 4000 °C felett gyakorlatilag a H₂O(g) teljesen elemeire bomlott. Tehát ez a folyamat csak 1200 °C és 4000 °C között mondható kétirányúnak vagy reverzibilisnek. 1200 °C alatt gyakorlatilag "balról jobbra", míg 4000 °C felett "jobbról balra" történő irreverzibilis folyamatról van szó. A folyamatot tovább bonyolítja az is, hogy 3000 °C felett a hidrogén- és oxigénmolekulák nagy mértékben disszociálnak, atomjaikra bomlanak még két egyensúlyi folyamat következtében (H₂ \leftrightarrow 2H és O₂ \leftrightarrow 2O). Természetesen, mint ahogy a gyakorlatból tudni lehet, szobahőmérsékleten a H₂(g) és O₂(g) nem reagál egymással, habár az egyensúly teljesen jobbra van eltolódva, de viszont ahhoz, hogy beinduljon ez a reakció, elégséges egy szikra (Prométheusz szikrája).

Hasonlóan tárgyalhatnánk az első reakció, $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$, reverzibilis és irreverzibilis tartományait is.

2.2. A nyomás hatása

Ebben az esetben is két különböző kémiai egyensúlyt fogunk megvizsgálni a nyomás változása szempontjából.



Mielőtt rátérnénk az ammónia szintézisének egyensúlyi analízisére, elevenítsük fel egy pár mondatban ennek a folyamatnak a történetét.

A XIX. század vége előtt technológiai szempontból az ammóniára kevés szükség volt. Az 1880-as évektől kezdve viszont rohamosan kezd nőni az ammónia ipari felhasználása, főleg a szódagyártásban (Solvay-eljárás) és a salétromsav előállításában. Ebben az időben merül fel az NH₃-nak alkotó elemeiből történő

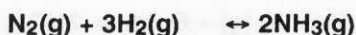
előállítására. Az akkori idők kémikusai is tudták, hogy a nitrogén nagy kémiai tehetetlenséggel bír, még a nagy reagálási képességet mutató oxigénnel is "jól megfér". Az atmoszférában is csak nagyon erős elektromos kisülések esetén reagál a N_2 és O_2 , akkor is csak kis mértékben. Ennek ellenére a nitrogént megpróbálták reakcióba hozni a hidrogénnel is.

1884-ben Ramsay és Young, elektromos kisülés jelenlétében, N_2 és H_2 gáz elegyből nagyon kis mennyiségű NH_3 -t állított elő. A gyakorlati kivitelezés és az ammónia kitermelése lehangoló képet mutatott. Ugyanakkor megfigyelték azt is, hogy sajnos a keletkezett $NH_3(g)$ bizonyos mértékben $N_2(g)$ -ra és $H_2(g)$ -ra bomlik, tehát a reakció *reverzibilis*. Az ammónia nagymértékű ipari perspektívái sürgették a kutatást, de még a híres Wilhelm Nernstnek sem sikerült 1904-ben megfelelő kitermelést elérni, habár ő már 70 atm nyomáson dolgozott. Kb. 1900-ban kapcsolódik be az ez irányú kutatásokba Fritz Haber, a karlsruhei Politechnikai Intézet professzora. Ő abban az időben már ismert tudós volt a szerves elektrokémiában és a gázok termodinamikájában elért eredményei révén. Haber az elméleti és gyakorlati kutatásokat párosítva bebizonyította, hogy az ammónia-szintézishez magas nyomásra, közepesen magas hőmérsékletre és vasalapú katalizátorra van szükség. Ehhez olyan kitartó, fáradtságos munkára volt szükség, amire csak az képes, aki számára a tudomány hit, a megismerés pedig életcél. 1909-ben már óránként 70 g ammóniát állított elő, 200 atm nyomáson, kb. 400 °C-on és Fe, Mo, Al_2O_3 katalizátoron. Az első világháború vészjóslóan közeledett, a legtöbb akkoriban ismert robbanóanyag, mint például a nitroglicerin, nitrocelulóz vagy a trinitrotoluol előállításához salétromsavra van szükség, ehhez pedig elengedhetetlen az NH_3 gyártástechnológiája. Fritz Haber laboratóriumi szintézisétől a BASF konzern mersburgi gyáráig ahol már 1918-ban évente 200 000 t ammóniát gyártottak, nehéz út vezetett. Ezt csak olyan kiváló vegyészmérnökkel lehetett megtenni, mint K. Bosch és A. Mittasch, akik megoldották az ammóniaszintézis technológiai kivitelezését, amit ma "scale up"-nak neveznek.

Ezek után vizsgáljuk meg, miért volt szüksége Habernek nagy nyomásra a sikeres ammóniaszintézishez?

Természetesen, közel egy évszázad távlatából a válasz nagyon egyszerűnek tűnik. Ez a reakció mólszámváltozással jár, vagyis a folyamat "bal oldalán" 4 molekula van jelen, míg a "jobb oldalon" csak kettő. Tehát, ha a térfogatot állandónak tekintjük, a kiindulási anyagok oldalán (a "bal oldalon") a nyomás nagyobb, mint a "jobb oldalon", ahol az NH_3 van jelen. A Le Châtelier-elv értelmében a nyomás növekedése azt a folyamatot fogja elősegíteni, amely a nyomás csökkenéséhez vezet, tehát a mi esetünkben az egyensúly az NH_3 keletkezése irányába fog eltolódni.

Tehát,

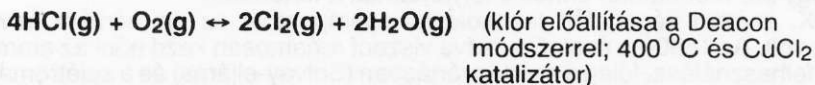


$$n_k = 4 \quad n_v = 2; \quad \Delta n = n_v - n_k = -2$$

$$p_k > p_v$$

ha a külső nyomás $P \nearrow$, egyensúly \rightarrow
 $P \searrow$, egyensúly \leftarrow

Vizsgáljunk meg még egy hasonló folyamatot:



$$n_k = 5 \quad n_v = 4; \quad \Delta n = -1$$

$$p_k > p_v$$

ha $P \nearrow$, egyensúly \rightarrow
 $P \searrow$, egyensúly \leftarrow

2.3. A reagenskoncentrációk változásának a hatása

Nagyon egyszerű, az egyensúly abba az irányba fog eltolódni, amely a nagyobb koncentrációban (feleslegben) levő reagens elhasználódásához vezet. Például:



ha $[\text{PCl}_5(\text{g})] \nearrow$, egyensúly \rightarrow , ugyanezt a hatást érzük el akkor is, ha az egyik végterméket *eltávolítjuk* a rendszerből. Tehát $[\text{Cl}_2(\text{g})]$ vagy $[\text{PCl}_3(\text{g})] \searrow$, egyensúly \rightarrow .

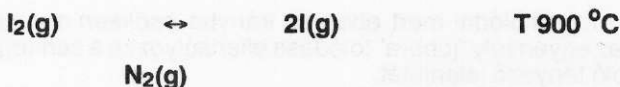
A kémiai reakciók gyakorlati kivitelezésében gyakran használják az egyik végtermék eltávolításának módszerét az egyensúly megfelelő irányba való eltolása érdekében. Például az ecetsav és etil-alkohol észterezési reakciója esetén, a keletkezett etil-acetát-gőzöket kivezetik a rendszerből, és egy hűtőkészülék segítségével kondenzálják. Ezáltal az egyensúly az észter keletkezésének irányába fog eltolódni.

2.4. A semleges gáz hatása

Semleges gáznak tekintjük a rendszerben jelenlevő, de a reakcióban részt nem vevő gázt. Ezek szerint az egyensúlyt *fizikai* tényezőként fogja befolyásolni.

A semleges gáz jelenléte állandó össznyomáson a gázelegyet "felhígítja", vagyis a reagensek parciális nyomásának a *csökkenéséhez* vezet. Ebben az esetben, a Le Châtelier-elv értelmében az egyensúly a reakcióban résztvevő anyagok nyomásának *növekedése*, vagyis a semleges gáz parciális nyomásának *csökkenése* irányába fog eltolódni. Más szóval az egyensúly eltolódása abba az irányba történik, amelybe a reakcióba lépő molekulák száma *nagyobb*, tehát a reagensek "*dúsabbak*".

Elemezzük a $\text{I}_2(\text{g})$ disszociációját $\text{N}_2(\text{g})$ jelenlétében,



Feltételezzük, hogy a jódmolekulák és -atomok a fenti reakción alapuló egyensúlyi állapotban vannak.

Próbáljunk válaszolni a következő kérdésre: milyen hatással lesz az egyensúlyi állapotra a rendszerbe bevitt $\text{N}_2(\text{g})$?

Válaszunk matematikai megalapozottságának érdekében, képzeljük el a következő esetet:

legyen n_{k,I_2} , $n_{k,\text{I}}$ — $\text{I}_2(\text{g})$ és $\text{I}(\text{g})$ egyensúlyi mólszáma $\text{N}_2(\text{g})$ nélkül (a kezdeti egyensúlyi állapotban)
 n_{N_2} — a bevitt $\text{N}_2(\text{g})$ mólszám
 n_{v,I_2} , $n_{v,\text{I}}$ — $\text{I}_2(\text{g})$ és $\text{I}(\text{g})$ egyensúlyi mólszáma $\text{N}_2(\text{g})$ jelenlétében (a végső egyensúlyi állapotban)
 α — a $\text{I}_2(\text{g})$ disszociációfoka ($0 \leq \alpha \leq 1$).

A reakciót állandó össznyomáson végezzük, $P = \text{konst.}$
A végső egyensúlyi állapot összetétele a következő lesz:

$$n_{v,1} = n_{k,1} + 2\alpha n_{k,2}$$

$$n_{v,2} = (1 - \alpha)n_{k,2}$$

$$n_{v,N_2} = n_{N_2}$$

Mivel a parciális nyomás $p_i = x_i \cdot P = \frac{n_i}{\sum n_i} P$, a $N_2(g)$ parciális nyomását a két egyensúlyi állapotban a következőképpen lehet kifejezni: a *kezdeti* egyensúlyi állapotban,

$$p_{k,N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_{k,2} + n_{k,1} + n_{N_2}} P,$$

a *végsőben*

$$p_{v,N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_{v,2} + n_{v,1} + n_{N_2}} P = \frac{n_{N_2}}{n_{k,2} + n_{k,1} + n_{N_2} + \alpha n_{k,1}} P.$$

Ha $\alpha > 0$, $p_{v,N_2} < p_{k,N_2}$, tehát a $N_2(g)$ parciális nyomása a végső, nagyobb mértékben disszociált állapotban, *kisebb*.

Bebizonyítottuk, hogy a semleges gáz a reakcióba lépő molekulák számának *növekedése* irányába befolyásolja a kémiai egyensúlyt.

Az iparban a semleges gáz hatását, többek között, a telített szénhidrogének disszociációjának (pirolízisének) elősegítésére használják. Például a "nehéz" szerves vegyipar egyik legfontosabb kiindulási anyagát, az etént, elsősorban etánból állítják elő, dehidrogénezéssel (pirolízissel).



$$T = 680 - 900 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Ez a folyamat egyensúlyi, de a gyakorlatban olyan körülményeket választanak, amelyek nagy mértékben irreverzibilissé teszik a reakciót.

A *vízgőz* mint *semleges gáz* jelenléte a reakcióelegyben az egyensúlyt majdnem teljesen "jobbra" tolja el. A kiindulási gázelegynek 80%-a vízgőz és csak 20%-a etán.

Az egyensúly "jobbra" fog eltolódni mert ebbe az irányba *csökken* a vízgőz parciális nyomása, tehát az egyensúly "jobbra" tolódása ellensúlyozza a semleges gáz, mint *külső* befolyásoló tényező jelenlétét.

Felmerül a kérdés: miért épp vízgőzt használnak semleges gázként? A válasz egyszerű, pragmatikus okokra vezethető vissza, éspedig, a vízgőz nagyon könnyen elválasztható a többi reakcióterméktől kondenzálással, ugyanakkor csökkenti a kokszt lerakódását a reaktorban.

A továbbiakban próbáljuk meg az eddigi ismereteinkre alapozva kikövetkeztetni, hogy milyen típusú "edényben", kémiai reaktorban, kell véghezvinni az etén pirolízisét ahhoz, hogy a semleges gáz hatása érvényesüljön.

Először összegezzük röviden az ismereteinket:

— 1 mól C_2H_6 -ból keletkezik összesen 2 mól ($C_2H_4 + H_2$)

— ahhoz, hogy a semleges gáz hatása érvényesüljön, a reaktorban uralkodó nyomás *állandó (konstans)* kell hogy legyen, tehát izobár körülményeket kell biztosítani, mert másképp a vízgőz nem semleges gázként, hanem *külső nyomás-ként* éppen a kívánttal ellenkező irányba fogja eltolni az egyensúlyt.

A reaktor kiválasztásában elvileg két különböző típus között választhatunk.

Az *első* típus — zárt (edény típusú) reaktor (1-es ábra).

Ez a fajta megfelel az édesanyáink konyhájából jól ismert kuktafazéknak.

A *második* típus - az úgynevezett csőreaktor (2-es ábra), amit sokszor szerpentininformában használnak.

Képzeliük el, hogy mi történik a "kuktában"! Mikor a leves fő, a keletkezett gőzök miatt a nyomás *megnö*, a kuktafazék fűtyülni kezd, és a vízgőz egy része, a szellőztető-szelepen keresztül kibocsátódik. Tehát a "kukta" a szellőztető-szelep segítségével próbálja ellensúlyozni a belső nyomásnövekedést.

Atvitt értelemben ugyanez történik akkor is, ha a pirolízist egy teljesen zárt reaktorban végezzük. Egy ilyen "kukta" típusú reaktorba bevezetett vízgőz a nyomás *növekedéséhez* vezet. Mivel az edény teljesen zárt (például nincs szellőztető-szelep sem), az etánból és vízgőzből álló gázelegy *nem tud fizikailag kitágulni*, ezáltal tehát nem tudja a nyomás növekedését ellensúlyozni. Az egyedüli fennmaradó lehetőség a *kémiai egyensúly eltolódása* abba az irányba, amely *kevésbé* molekulához, tehát *kisebb nyomáshoz* vezet. Az etén szintézise esetén ez az irány épp a *nem kívánt* "baloldal" vagyis a dehidrogénezéssel *ellentétes* irány.

Viszont, ha a folyamat egy csőreaktorban megy végbe, az össznyomás *állandó* marad, mert a cső egyik végén bevitt reakcióelegynek (etán+vízgőz) megvan a kitágulási lehetősége, mivel a rendszer által elfoglalt térfogat fokozatosan nő, a gázelegy csőbeli előrehaladásával együtt. Így a fokozatos térfogat növekedési lehetőség ellensúlyozza a fokozatos nyomás növekedési tendenciát, végsősoron az össznyomás *állandó* marad, tehát a vízgőz *nem* nyomást növelő tényezőként, hanem *semleges gázként* fogja az egyensúlyt befolyásolni.

Csak érdekességként említjük meg, hogy a gázelegynek a szerpentinben való áthaladási ideje (ami megegyezik a reakció gyakorlati időtartamával) 1 szekundum alatt van.

A használatos reaktortípusokkal kapcsolatosan meg kell jegyeznünk, hogy a gázfázisban végbemenő reakciókat majdnem kizárólag, csak előrehaladó folyáson (dugattyútípusú folyás, "plug flow") alapuló reaktorokban végzik.

Ilyen szempontból erőltetettnek tűnhet a "kukta-fazék" típusú reaktor tárgyalása ez esetben, de úgy gondoltuk, hogy a pragmatikus gondolkodás fejlesztésének céljából, az ismeretek elméleti szinten túli felhasználásának érdekében, jó ha felvetjük ezt a lehetőséget is.

2.5. A katalizátor és az egyensúly viszonya

A katalizátor nem befolyásolja a kémiai egyensúlyt, és ezáltal a rendszer egyensúlyi összetételét sem.

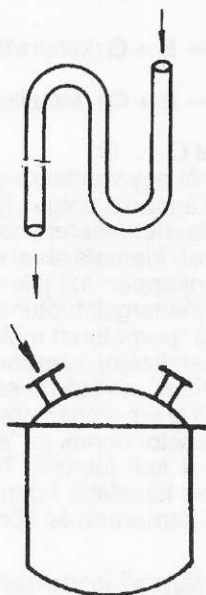
Ezt a kijelentést egy képzeletbeli, intuitív kísérlettel bizonyítjuk.

Képzeliük el a következő, hőkibocsátással járó, reverzibilis reakciót:



Feltételezzük, hogy a hőkibocsátás irányába történő folyamatot a vas katalizálja. Tekintsük úgy, hogy a katalizátor befolyásolja az egyensúlyt. Ez a mi esetünkben azt jelenti, ha egy vasdarabot bemejtünk abba az "edénybe", amelyben a fenti reakción alapuló egyensúly beállt, az egyensúly *"jobbra"* fog eltolódni, ami egy *nagyobb* hőmennyiség $/Q_1/$ kibocsátásához vezet.

Más szóval:



$A \leftrightarrow B + Q$, katalizátor nélkül,

$A \leftrightarrow B + Q_1$, katalizátor jelenlétében,

ahol $Q_1 > Q$.

Tehát egy vasdarab segítségével energiát tudnánk termelni ($(Q_1 - Q) > 0$). Ha a valóságban a dolgok így történének nem lennének gondjaink az energiával.

A kísérlet *lehetetlensége* akkor látszik mégjobban, ha arra gondolunk, hogy a vasdarab *kiemelésével* a régi, katalizátor nélküli egyensúlyi állapot *visszaáll*, ami tulajdonképpen azt jelenti, hogy a folyamatot akárhányszor megismételve állandóan hőenergiát tudunk termelni. Egy ilyen kifogyhatatlan energiaforrás, energiát termelő "perpetuum mobile", sajnos *abszurdum*.

A katalizátor szerepe abban áll, hogy az egyensúlyi állapot felé vezető utat "könnyítse", a *reakció sebességét növelje*. A molekulák ahhoz, hogy egy kezdeti állapotból egy végső állapotba jussanak, egy "energia-gátat" kell "megmászniok". A katalizátor ennek az "energia-gátnak" a magasságát *csökkenti*. Például Kolozsvárról el kell jutnunk Tordára. Ha egy katalizátort használunk, az nem fogja hozzánk közelebb hozni Tordát, mint várost, hanem "levágja" a Feleki-tetőt, és ezáltal hamarabb és könnyebben jutunk el ugyanoda, Tordára.

3. Befejező kommentár

A kémiai egyensúlyt tárgyaló cikksorozat első részében kizárólag kvalitatívan próbáltuk megközelíteni a problémakört, elemezni az egyensúlyt befolyásoló tényezők hatását.

A második részben rátérünk a kémiai egyensúly kvantitatív értelmezésére, a tömeghatás (Guldberg-Waage) törvénye alapján. Ugyanakkor bemutatjuk az egyensúlyi állandó különböző kifejezési módjait, és ezek kapcsolatát a termodinamikai és kinetikai mennyiségekkel.

4. Ajánlott irodalom

1. C.R. Dillard, D.E. Goldberg: Kémia. Reakciók, szerkezetek, tulajdonságok. Gondolat Könyvkiadó, B-pest, 1982.
2. C.D. Nenitescu: Chimie generală, E.D.P., Bukarest, 1985.
3. N.L. Glinka: Problems and exercises in General Chemistry. Mir Publishers, Moszkva, 1981.
4. E.N. Yeremin: Fundamentals of Chemical Thermodynamics. Mir Publishers, Moszkva, 1986.
5. Akárhon, akármilyen nyelven íródott szép és jó szakkönyv.

Gyenge Előd

KÉTSZÁZ ÉVVEL EZELEŐTT SZÜLETETT MICHAEL FARADAY

Könyvkötőinasból lett minden idők egyik legnagyobb fizikusa

A fizikatörténet kevés olyan esetet tart számon, amelyben egy ember, közép- és felsőfokú tanulmányok nélkül, kizárólag a saját erejéből, autodidakta módon emelkedik fel a tudományos világ legmagasabb szféráiba.

Ki is volt az az ember, aki ámulatba ejtette kora tudományos világát?

Michael Faraday 1791 szeptember 22-én született, tehát éppen kétszáz évvel ezelőtt - a London melletti Newingtonban. Atyja egyszerű kovács, aki a vézna, de nagyon élénk eszű értelmes gyereket valami könnyebb mesterségre szánja. Így lesz a kis Michael 13 éves korában könyvkötőinas egy londoni könyvesboltban. Így igen korán a könyvek vonzáskörébe kerül és nagy érdeklődéssel olvassa a különböző természettudományos vonatkozású műveket.

1813-ban egy izgatott fiatalember várt a londoni Royal Institution előcsarnokában sir Humphrey Davy-ra az intézet nagynevű igazgatójára, a kor híres kémikusára és fizikusára. Ez a fiatalember Faraday volt aki, szeretett volna egyszerű munkásként Davy intézetében dolgozni. Ez az intézet a tudomány művelésére és népszerűsítésére lett alapítva. A tudomány népszerűsítő feladatát úgy valósította meg, hogy rendszeres ismeretterjesztő előadásokat szerveztek kiváló szakemberek bevonásával. Az előadók közé tartozott Davy is. A hallgatóság soraiban rendszeresen ott ült egy kis könyvkötősegéd, Michael Faraday, aki az előadásokról készített jegyzeteit lemásolva és saját megjegyzéseivel kiegészítve elküldte Davynek, azzal a kéréssel, alkalmazza őt bármilyen munkára az intézetben. Davy felvette intézetébe, igaz egyelőre csak egyszerű munkásként, az intézet takarítását és az edények mosogatását végezte. Faraday hamar kitűnt szorgalmával, kezűgyességével, leleményességével és még ugyanabban az évben laboráns lett a Royal Institutionban. Davy annyira megkedvelte ügyes és tehetséges ifjú munkatársát, hogy még 1813-ban magával vitte európai körútjára. A közel egy évig tartó utazás alatt bejárta Franciaországot, Németországot, Svájcot és Olaszországot. Faraday ezen utazások során olyan szellemi nagyságokkal ismerkedett meg mint Ampère és Arago. Davy - látva ügyességét -, ifjú munkatársának egyre több önállóságot biztosított a kémiai kísérletezések területén; ekkor fedezte fel Faraday a benzolt és végezte el az első gázcseppfolyósítást.

Ezekről és más kísérleteinek eredményeiről 1816-ban egy könyvben számolt be, mellyel elnyeri Davy és kortársai első elismerését. További sikeres kutatómunkája eredményeként egyre több kitüntetésben részesül: előbb Davy titkára lesz, majd 1824-ben a Royal Society (az angol tudományos akadémia) tagja és 1825-ben az alig 34 éves tudóst a Royal Institution igazgatójává választják.

Faraday egész életére szóló programja: minél többet megfejteni "a természet erői" közötti összefüggésekből. Annak ellenére, hogy kutatómunkája során nagyon sokféle és különböző területre hatolt be, természettudományos életművét egységbe fogja az a gondolat, hogy mindenkor a jelenségek belső kapcsolatait, összefüggéseit kutatta.

Oersted felfedezése (1820), valamint Ampère, Laplace, Biot és Savart mun-

kássága nyomán tisztázódik az elektromos áram mágneses hatása és annak alapvető törvényei. Faraday mintegy 10 éven át foglalkozik a fordított jelenséggel, hogyan lehet mágneses tér segítségével elektromos áramot előállítani. Kitartó kutatását 1931-ben siker koronázza, felfedezi az elektromágneses indukció jelenségét: azaz azt a hatást, melynek során a változó mágneses fluxus egy vezetőben elektromos feszültséget gerjeszt. Még ugyanabban az évben a jelenség mennyiségi törvényét is megállapítja és kísérletei során eljut az első elektromotor megszerkesztéséhez.

E korszakalkotó felfedezése révén Faraday neve az egész tudományos világ előtt ismert lett.

Az elektromos áram kémiai hatása a múlt század elején vált ismertté. Nicholson és Carlisle a vizet felbontotta hidrogénre és oxigénre elektromos áram segítségével, Davy pedig az új vegyi elemek egész sorát (Na, Ca, K, Sr, Ba, Mg) fedezte fel ezzel a módszerrel. Magának a jelenségnek az áram és vegyi folyamatok kölcsönhatása és a jelenség mechanizmusa, azonban még tisztázatlan volt. Ezt a feladatot szinte minden részletében Faraday oldotta meg.

Igy fedezte fel 1834-ben az elektrolízis törvényeit és ezzel megalapozta az elektrokémiát. Faraday vezette be az olyan kifejezések használatát mint: anód, katód, anion, kation, elektród, ion stb.

Faraday részletesen foglalkozott a szigetelők elektromos tulajdonságaival. A dielektrikum elnevezés is tőle származik, a dielektromos állandó fogalmát és első mérési módszerét ő dolgozta ki. (A FIRKA előző 3.) számában közölt dielektromos állandó mérése a Faraday által megadott módszert ismerteti. - szerk. megj.)

Faradaynak elvéületlen érdemei vannak a diamágnesesség és a paramágnesesség tanulmányozásában is. Ő volt az első aki egyik felfedezése nyomán felhívta a figyelmet a fény és a mágneses jelenségek kapcsolatára. Ez a felfedezése a róla elnevezett Faraday effektus volt, melynek során kimutatta, hogy a mágneses tér elforgatja a polarizált fény polarizációs síkját.

Faraday autodidakta volta a fizika fejlődése szempontjából egyenesen előnyös volt. Az ő korában ugyanis az elektromos és mágneses erőhatások terjedésének leírására rendkívül bonyolult matematikailag nehezen követhető elmélettel próbálkoztak. Faraday, aki nem volt járatos a felsőbb matematikában egy sokkal egyszerűbb szemléletes erőter elméletet dolgozott ki, melynek leírásában alapvető szerepet játszanak az általa bevezetett erővonal, erővonal-fluxus és a térerősség.

A Faraday által kidolgozott modern fizikai erőterelmélet matematikai megalapozását a későbbiek során az ifjú kortárs és honfitárs J.C. Maxwell végzi el. A 40 évvel fiatalabb Maxwell élete végéig őszinte barátja és nagy tisztelője volt.

A nagy természettudós 1867-ben, 76 éves korában halt meg.

Faradayt úgy tartja számon a tudománytörténet mint a modern fizikai szemlélet - erőter elmélet, klasszikus elektrodinamika, elektrokémia, elektrotechnika egyik - úttörőjét.

Dippong Károly

100 éves az Eötvös Loránd Fizikai Társulat

Köszöntjük a 100 éves testvértársulatot, mely 1891 november 5-én alakult meg Matematikai és Fizikai Társulat néven.

A Társulat 1921-ben Eötvös Loránd halála után, az első elnök nevével egészítette ki a Társulat elnevezését. Így lett Eötvös Loránd Matematikai és Fizikai Társulat, majd 1950-től csak Eötvös Loránd Fizikai Társulat.

Az elnevezések megváltozása azonban egyetlen pillanatig sem jelentette a tudományos munka folyamatosságának megszakítását, amely a Társulat fő tevékenységi területe.

A tudományos társulás gondolata akkor ötlött fel Eötvösben, amikor a külföldi eszmecserekhöz szokott tudós szinte tűrhetetlennek érezte azt az elszigeteltséget, amely a korabeli Magyarországon körülvette. Kezdeményezésére egyetemi tanárokból álló szűkebb baráti kör alakult ki, amelyben többek között részt vettek König Gyula, Scholtz Ágoston, Szily Kálmán, majd később külön meghívás alapján kiemelkedő középiskolai tanárok is. Ez a baráti kör alakult át később 1891-ben társulattá.

Eötvös Loránd a Társulat alakuló ülésén zárómondatában a társulati munkásság programját fogalmazta meg.

... "Hogyha ezen önképzés feladatát híven és komolyan teljesítjük, annak az is lesz az eredménye, hogy a mi körünkből fognak majd kiválni a tudomány önnálló művelői és fejlesztői"...

Telegdi Bálint a Svájcban élő magyar származású fizikus a Társulat tiszteleti tagja az Eötvösi életmű hatását elemezve mondja, hogy: ... "Eötvös Loránd maradandó hatása hazájára nem is az egyetemen volt, hanem a középiskolában. Mindent megtett, hogy a fizikatanárok értsék a fizikát. Amikor a külföldön működő magyar fizikusok hálával szólnak a magyar gimnáziumokról és tanárokról, akkor ez a dícséret jogos és ez Eötvös igazi öröksége"...

Ezt valljuk mi is és örömről szolgál, hogy 1991 október 19-én üdvözölhettük a 100 éves Társulatot a Centenárium Ünnepi Közgyűlésen, eredményes munkát kívánva az ELFT-nek, melyben a romániai magyar fizikusok, kutatók és oktatók is részt kívánnak vállalni.

Büszkeséggel tölthet el minket az a tény, hogy ezen az Ünnepi Közgyűlésen két jeles oktatónkat dr. Gábos Zoltánt és Toró Tibort az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Tiszteletbeli Tagokká választotta.

dr. Selinger Sándor

Ilosvai Lajos (1851-1936)

Désen született 1851-ben, Kolozsváron végezte középiskolai tanulmányait, 1872-ben a budapesti Tudományegyetem gyógyszerészeti szakára iratkozott be. 1878-ban tanári oklevelet is szerzett. Lengyel Béla majd Than Károly tanársegéde volt. Sokat járt külföldön. Bunzen, Baeyer és Berthelot mellett dolgozott, hazatérve a budapesti Műegyetemen kapott katedrát. Itt írta előadásai anyagából az első szerveskémiai könyvet *Bevezetés a szerves kemiába I. (szénhidrogének)* címen (1905). A század utolsó éveiben jelentős analitikai kémiai tevékenysége. Főleg gáz- és vízelemzés terén végzett maradandót. 1889-ben tökéletesítette Griess módszerét a nitrition meghatározására. A szakirodalom ma is Griess-Ilosvai reakció néven tartja számon. Az aromás aminokat javasolta hidrogén-peroxid kimutatására, az acetilénnyomok jelzésére is ő használta először a Cu(I)-acetilidet.

Kutatómunkája mellett nagy jelentőségű tudomány népszerűsítő, tudomány-szervező munkássága.

1906 és 13 között a Természettudományi Társulat főtitkára. Mint a társulat aktív tagja már 1887-ben szabadegyetem jellegű előadásorozatot tartott: a mezőgazdasági termékek és talajtani vizsgálatokról, majd a kémia alapelvei címen, melyeket könyv alakban is megjelentetett.

A Magyar Tudományos Akadémia aktív tagja, 1916-19 és 1925-28 között elnöke volt.

dr. Máthé Enikő

A galvánelemek útja a béka izomrángásaitól a "mesterséges" szívverésig

Frappáns hasonlaltal élve: napjainkban úgy viszonyulunk a galvánelemekhez... mint a postáshoz. Vagyis csak olyankor figyelünk fel a létezésükre, amikor nem kielégítően vagy egyáltalán nem dolgoznak! Például ha kimerül a zsebszámológép, a táskarádió, a kazettás magnó vagy a népszerű "sétálóember" (walk-man). Főleg az utóbbi elnémulása okoz bosszúságot, hiszen a biciklizéshez vagy az utcai csellengéshez egyaránt "nélkülözhetetlen" zenét szolgáltatja. De hogy komolyabbra fordítsuk a szót: a szívbeteg életét hosszabbítja meg egy apró ütemszabályozó áramforrás, amelyet "pacemaker"-nek neveznek, kirándulásokon vagy egyszerűen éjszakai útjainkon a zseblámpa ment meg egy esetleges lábtöréstől, a lesötétített előadástermekben pedig a galvánelemmel megvilágított kijáratok a közbiztonságot szavatolják.

Manapság nehezen tudjuk elképzelni, hogy alig kétszáz évvel ezelőtt az elektromosságtan még csak gyermekcipőben sem járt. Hogy ilyen irányú kísérleteket egyáltalán végezni lehessen, a dörzskerékkel feltölthető elektromos szikragerjesztő-készülékek helyett állandó feszültséget szolgáltató áramforrásokra volt szükség. Utóbbiak vegyi energiát alakítanak át villamos energiává, és nevük *galvánelem*, Luigi Galvani (1737-1798) olasz tudós tiszteletére, aki villamosjelenségek vizsgálatával foglalkozott.

Felkészültségét tekintve Galvani orvos volt, a bolognai egyetem anatómia- és szülészeti professzora. Azok közé tartozott, akik a 18. század elejétől érdeklődés tárgyát képező elektromos jelenségeket gyógyítás céljára próbálta hasznosítani. Egy véletlen felfedezés vezette el az *állati elektromosságnak* nevezett jelenség tanulmányozásához, amely kortársai körében rendkívül népszerűvé

tette. Állítólag a feleségének tűnt fel, hogy a tudós asztalán boncolt békák combja rángatózni kezdett, amikor a kísérleti asztalon álló dörzselektromos készüléket szikráztatták. Az eset nem hagyta nyugodni Galvanit, aki attól fogva szenvedélyesen kutatta a jelenség okát. Hasonló izomrángásokat figyelt meg az erkélyére kiakasztott békacomboknál, valahányszor villámlott. Nem lehetett kétséges, hogy a tanulmányozott jelenség összefügg az elektromossággal. Egy későbbi megfigyelése volt, hogy a rézkampóra akasztott békacomb vaslaphoz érintve úgyszintén összerándul. Ezt 1791-ben kiadott *Az izommozgás elektromos erői* című könyvében azzal magyarázza, hogy a békacomb rángatózása *belsőlről* ered, és nem a külső villamosság függvénye.

Gólyák serege nem tehetett volna akkora kárt a békák soraiban, mint Galvani idézett munkája; ahol csak békákhoz lehetett jutni, a kísérletet ismételtették; a gyermekek kedvtelésből, a tudósok kísérlet gyanánt. Akadt azonban közöttük egy rendkívüli szaktekintély is: Alessandro Volta (1745-1827), a páviai egyetem fizikatanára, az angol tudományos akadémia tagja. Ő volt az, aki hamarosan rájött, hogy nem az állati izom okozza az elektromosságot, hanem a nedves izom közvetítésével érintkező két különböző minőségű anyag, a rézkampó és a vaslap. Ezt később úgy fogalmazta meg, hogy a fémek szülik a villamos áramot, nem pedig az idegek. Ahhoz, hogy elektromos telepet nyerjen, nem volt szüksége állati izom jelenlétére; elegendő volt a két különböző fémlapocská (például réz- és ónkorongok) közé sóoldattal átitatott bőrt vagy papírszeletet helyezni.

Bar korábban tudományos ismeretei alapján még nem volt lehetséges az elektromos jelenségeket magyarázni, Volta zseniális intuícióval kiderítette, hogy kétféle elektromos vezető létezik: *száraz vagy első osztályú* és *nedves vagy másodosztályú* vezetők. Napjainkban ezeket *elsőfajú vagy elektronvezetőknek*, illetve *másodfajú* vagy *ionvezetőknek* nevezzük. Volta arra is rájött, hogy elektromos erő akkor keletkezik, amikor különböző fajú vezetők érintkeznek.

A 18. századvég legélesebb tudományos vitája azok között a tudósok között alakult ki, akik Galvanival az állati elektromosságban hittek, illetve Voltával az érintkezési vagy *kontakt elektromosságot* vallották. Perdöntő bizonyítékot hozott az 1800-as esztendő márciusa, amikor Volta az angol tudományos akadémiát a napjainkban *Volta-oszlop* néven ismert találmányáról értesítette. Amper nagyságrendű áramot szolgáltató, nagy teljesítményű áramforrásról volt szó, amelyet úgy állított össze, hogy réz, sárgaréz vagy ezüstkorongokat helyezett cink- vagy ónkorongra; közéjük sóoldattal átitatott posztódarabkákat helyezett. 30-60 ilyen "szendvicset" egymásra épített, és olyan feszültségű áramforrást nyert, amelynek pólusait megérintve az ember "villamos ütést" érez.

Furcsa, de egyben nemes módon békítette össze az utókor a tudomány egymással szemben állt nagyjait: a Voltáról elnevezett oszlopot napjainkban az első "galvánelemként" tartjuk számon!

Volta áramforrása akkora feltűnést keltett, hogy a kor leghatalmasabb politikusai: az orosz cár és Napóleon francia császár is több ezer korongból álló készüléket készíttettek maguknak. Mi több: Napóleon Voltát meghívta Párizsba, grófi ranggal tüntette ki, és nagy összegű Volta-díjat alapított.

Szerencsére azonban nemcsak államférfiak foglalkoztak az újonnan felfedezett áramforrással, hanem a kor jeles kutatói is. Két angol tudós: William Nicholson mérnök és a főnemesi származású Anthony Carlisle katonaeorvos már az 1800-as év május 2-án felfedezte, hogy az elektromos áram segítségével a vizet el lehet bontani, és azt is megfigyelte, hogy az egyik póluson hidrogéngáz, a másikon pedig oxigéngáz szabadul fel.

Ugyanabban az évben W. Cruikshank ún. átfolyó elemet épített egymáshoz erősített réz- és cinklemezből álló kettős elektródokkal. Azt is megfigyelte, hogy az áram különböző fémek oldatából az egyik póluson fémet képes leválasz-

tani. Tulajdonképpen a fémbevonat-készítés (galvanizálás) ősi mesterségének felelevenítéséről volt szó, hiszen már két évszázaddal korábban is ismert volt az ékszerek elektrolitikus aranyozása. Ez henger alakú rézelektrodokból állt, amelynek magassága elérte a 10, átmérője pedig a 2,5 centimétert; a rézhenger tartalmazta az áramot vezető oldatot (elektrolitot), minden bizonnyal tengervizet, a közepén pedig rudacska alakú vaselektród volt, amelyet aszfalt- vagy szurokdugó tartott függőleges helyzetben. Az egész szerkezetet égetett agyagból készült apró edényekbe helyezték. A leírásból kiviláglik, mennyire fejlett műszaki szinten állhatott az említett ókori nép, hiszen galvánelemük lényegileg nem különbözik azoktól, amelyeket napjainkig használnak.

A Napóleon alapította díj Volta utáni második aranyérmese - nagy meglepetésre - angol vegyész volt: Humphry Davy. Így hát a tudományok mecénásaként fellépő császár túl tudott nőni Angliával való örökös politikai szembenállásán. Davy az áram vegyi hatását vizsgálta kimagasló sikerrel; a díjat azzal érdemelte ki, hogy Volta-oszloppal vegyületeket bontott szét összetevőire. E munka folytatásának nagy lendületet adott az a nagy teljesítményű áramforrás, amelyet a díj mellett ajándékba kapott. Rövid időn belül, 1802-ben sikerült fém nátriumot és fém káliumot előállítania.

Az alkáli fémek elektrolitikus kinyerése nem kis fegyvertény volt, mert ezeket hidroxidjaik vizes oldatából nem lehet leválasztani; ameddig a víz jelen van, a könnyebben leváló hidrogén szabadul fel. Davy a kérdést úgy oldotta meg, hogy nátrium-, illetve kálium-hidroxid *olvadékát* elektrolizálta. Módszerét mind a mai napig alkalmazzák, ami szép példája a kiemelkedő emberi gondolkodásnak: a lángelmét megsejtései - gyakran egyes törvényszerűségek ismerete híján is - elvezetik a helyes megoldáshoz. Éppen a nem pontosan körülírható, megfogalmazható adatokból történő logikus következtetés (az ún. *heurisztikus gondolkodás*) által felsőbbrendű (egyelőre) az emberi agy bármilyen fejlett "gondolkodó" gépnél.

Talán nem érdektelen megemlítenünk, hogy Davy életpályája jellegzetesen romantikus, Victor Hugo tollára kívánkozó sors. Szegény családból származott, és fiatalon árvaságra jutott. Orvosi laboratóriumban tanult "szakmát", de közben több vegyszerkísérlete is robbanással végződött. Később egy magánygyógyintézetben dolgozott, ahol kis híján belepusztult egy önmagán kipróbált "gyógymódba". De mert a szerencse jegyében született, hamarosan a híres Sir Benjamin Thompson által megalapított intézményhez került. Ott kémiaelőadásaival viharos sikert aratott, kutatómunkája pedig értékesnek bizonyult, így nemcsak a tudományos ranglétrán ívelt felfelé, hanem a társadalmin is; házassága révén bekerült az "előkelőnek" nevezett emberek társaságába, estélyekre, fogadásokra járt el, de közben a tudományok iránti érdeklődése nem csappant meg, továbbra is megszállottan dolgozott. Nem csoda, hogy ez az életmód hamar felőrölte egészségét; alig ötvenéves korában meghalt.

Saját bevallása szerint, Davy legnagyobb "felfedezése" nem egy szerkezet vagy elmélet, hanem egy személy volt: asszisztense, Michael Faraday, aki később a Royal Institution professzora lett és nem kevesebb, mint 68 tudományos társaság tiszteletbeli tagja. Faraday autodidaktaként nőtt fel a tudomány nagyjainak sorába; alig néhány év alatt a vegytan és a fizika iránt fogékony könyvkötőinasból neves tudós lett, akinek nevét olyan megvalósítások fémjelzik, mint a gázok cseppfolyósításának megvalósítása, a benzol- és az elektromágneses indukció felfedezése (amely révén összekapcsolódott a mágnesség és az elektromosság jelensége). Ugyanakkor feltalálta az áramfejlesztőt (a *dinamót*) és a galvánelemek által szolgáltatott áram vegyi hatását mennyiségileg tanulmányozta; eredményeit ma Faraday törvényei néven ismerjük. Kanyarodjunk azonban vissza a galvánelemek történetéhez! Alig három évvel a Faraday-törvények felfedezése után, 1835-ben John Frederick

Daniell, a londoni Kings College kémia tanára 1,09 volt feszültségű - később róla elnevezett - galvánelemet talált fel. A Daniell-elem kétfolyadékos cella: porózus porcelántégely által elválasztott rézszulfát-oldatba merülő pozitív rézelektrodból és híg kénsavba mártott amalgámozott cinkből készült negatív elektrodból áll. Később William Grove az elemet módosítva ún. gravitációs cellát hozott létre, amely Daniel elvén alapul és mind a mai napig létezik: pozitív pólusa füstölő salétromsavba merülő platinadrót, míg a negatív sarok kénsavba mártott cink. Grove érdeme volt, hogy elsőként kísérletezett a napjainkban rendkívül elterjedt lúgos oldatú galvánelemekkel.

A göttingeni származású híres Robert Wilhelm Bunsen az 1840-es évek elején tökéletesítette Grove celláját, amely attól fogva széles körű alkalmazást nyert; egy koncentrikus elhelyezkedésű, füstölő salétromsavval érintkező szénhengerből és híg kénsavba merülő cinkelektrodból áll. 1842-ben a szintén német Johann Poggendorff Bunsen elektrodjait nátrium- vagy kálium- dikromáttal és kénsavval használta.

Poggendorff, Grove és Bunsen celláinak elektromotoros ereje (feszültsége) hozzávetőleg 2 volt nagyságrendű. Ezek mind *primér cellák* voltak, azaz ki lehetett sütni őket, vagyis fogyasztók rákötése esetén egy bizonyos idő után kimerültek, anélkül hogy utólag újratölthetők lettek volna. Hasonlóan működik az 1867-es párizsi vilákiállításon Georges Leclanché francia mérnök által bemutatott szárazelem is, amely ammónium-klorid-oldatba helyezett negatív elektrodból és mangán-dioxidba ágyazott pozitív grafit-elektrodból épül fel. 1888-ban Gassner létrehozta a napjainkig rendkívül népszerű "szárazelemet", azáltal, hogy Leclanché ammónium-klorid-oldatát nedves gabonakeményítő alapú gélbe kevert szilárd ammónium-kloriddal helyettesítette, a cinkelektrodot pedig tartályszerűen képezte ki, amely az egész elemet tartalmazza. De hát: melyik gyerek ne szedett volna szét életében legalább egy ún. laposelemet, amely három szárazelem sorbakapcsolásával 4,5 volt feszültséget szolgáltat. De készül "rádióelem" és "ceruzaelem" formájában is.

A Leclanché-elem első alkálíkőzeges változata már a múlt század végén megszületett, de sorozatgyártása csupán századunk ötvenes éveiben indult meg. Ebben a mangán-dioxidot vörös higany-oxiddal helyettesítik, az ionvezető benne kálium-hidroxid, a negatív sarok pedig a cink. Előnye, hogy miniatürizálható, akárcsak az ezüst-oxiddal készült változata. Mivel borsos áruk van, különleges alkalmazási területeken "vetik be" őket; hallókészülékekben vagy a már említett szívütemszabályozókban.

Az utóbbi korunk legnagyobb vívmányai közé tartozik, és csak kevesen tudják, hogy alapötlete már 1862-ben megszületett, amikor W. H. Walshe angol sebész javasolta, hogy elektromos áramütésekkel szívdobbanást idézzenek elő, és alig tíz esztendővel később egy francia kollégája már eredményesen alkalmazta. Az első működő pacemaker 1932-ben helyezte üzembe A.S. Hyman amerikai szívgyógyász. Ennek súlya még 7,2 kilogramm volt! Ezzel szemben napjaink higany-oxidos galvánelemei alig néhány gramm tömegűek, térfogatuk egytized köbcentiméteres alsó határig csökkenthető. Olyan tranzisztoros vibrátort üzemeltetnek, amely percenként 80, egyenként 6 voltos és néhány milliampères, 2 ezredmásodperc időtartamú impulzust gerjeszt. A serkentőberendezést művi úton a mellkas bőre alatt helyezik el, és csupán egy-két évenként kell kicserélni vagy bőrön keresztül besugárással újra és újra feltölthetők. Lehetne-e egyáltalán egy galvánelemnek nemesebb rendeltetése annál, hogy egy fiatal vagy idős beteg meghosszabbodott élete minden szívdobbanását neki köszönhesse? És persze mindazon felsorolt vagy felédésbe merült tudósnak, akik a galvánelemek fejlődését erre a szintre feltornázták.

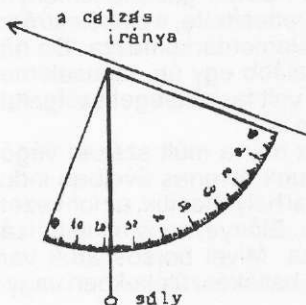
Lówy Dániel

Kísérlet, labor, műhely

A FIZIKATÖRTÉNET KÍSÉRLETEIBŐL

Sir Isaac Newton (1643-1727) angol fizikus és matematikus a géniuszok századában született a nagy előd, Galilei halálát követő évben, mintha csak a megkezdett mű folytatása lett volna a feladata. A csoda évére, 1666-ra, az annus mirabilis idejére esik legtöbb felfedezése. A nevéhez fűződő főbb felfedezésekből sorolunk fel, a teljesség igénye nélkül. A differenciál- és integrálszámítás feltalálása (Leibnitzcel), a dinamika három alapaxiómájának a megfogalmazása, az általános tömegvonzás törvényének a felismerése, a matematikai analízis alapjainak a lefektetése, a fény szénszóródásával, terjedésével, interferenciájával kapcsolatos elvek kidolgozása.

Newton a fényjelenségekkel azért kezdett foglalkozni, hogy csökkentse a lencsés távcső hibáit. 1671-ben készítette el a nevét viselő teleszkópját, a tükrös távcsövet, amelynek az elkészítését az alábbiak alapján ti is megpróbálhatjátok. Első változata elveszett, de a második a Royal Societynek ma is féltett kincse. Ez a felirat áll rajta: *Invented by Sir Isaac Newton and made with own hand, 1671.*



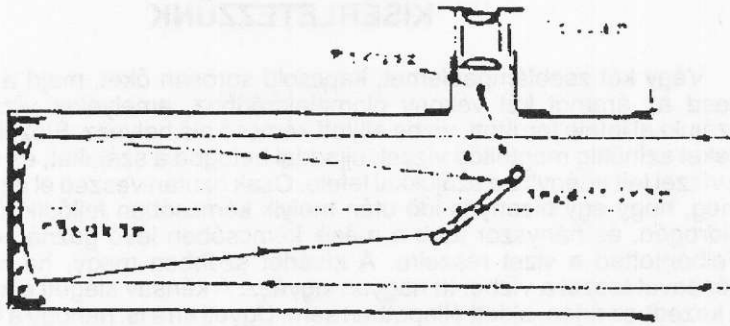
Newton 1700-ban a szextánszhoz hasonló műszert, kvadrást tervez, amellyel meg lehet határozni a csillagoknak a horizont fölötti magasságát, és kronométerrel táblázatok alapján a hajók földrajzi helyzetét. Az eszköz sosem készült el, a terv csak Newton halála után került elő, de a szextánszt már akkor feltalálták (Hadley, Godfrey).

Newton távcsövének tükrátmérője kb. 2,5 cm volt, fókusztávolsága mintegy 15 cm. A tükröt saját maga csiszolta. Csak nagyon elszánt kísérletezők próbálkoznak tükröcsiszolással, igen kényes művel. Ma már a tükrö beszerezhető.

Egy tükrös távcső készítése.

Szórakozásból, a működési elv megértésének a kedvéért meg Newton iránti tiszteletből ajánljuk egy tükrös távcső megépítését, amellyel viszonylag élvezhető kép állítható elő a Hold krátereiről. Nagyobb tejporos doboz aljára szorítsuk be a borotválkozó tükröt homorú tükrét. Vetítógéppel világítsunk a tükröre, és füstöt fújva rá, állapítsuk meg a fókuszt. A fókuszpont és a tükrö közé helyezünk 45°-os szög alatt síktükröt, hogy a fókusztávolság a doboz falára essen. Fúrjuk át a doboz falát ezen a helyen, és forrasszunk rá egy csövet, amelyben a szemlencse (nagyon kis fókusztávolságú sík domború lencse) mozgatható. Jó, előzőleg, beépítés előtt kipróbálni a rendszert, bemérni pontosan a távolságokat. Gondoskodni kell a kis méretű, ellipszis alakúra kivágott síktükrö rögzítéséről. A síktükrö méretére a füsttel láthatóvá tett fénypátszma alapján lehet következtetni. Ne legyen a kelleténél nagyobb, mert sokat takar el a beérkező fénynyalázból. A teleszkópot fényképezőgép-állvány csuklójára

fogjuk fel, hogy könnyen ráállíthassuk a Hold irányára, és hogy időnkénti utánállítással az elmozduló Holdat követni lehessen.

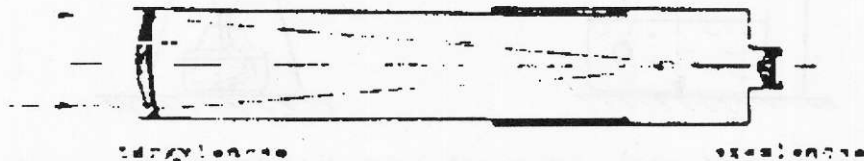


Készítsünk Kepler távcsövet

Ha nem áll rendelkezésedre homorú tükör, de mindenképpen vizsgálni szeretnéd a Hold krátereit, egyszerűbb megoldást javasolunk. Készítsetek *Kepler-távcsövet* (csillagászati távcsövet). A látszerészboltból beszerezhetek például egy +2 dioptriás szemüveglencsét, meg egy +20 dioptriás síkdomború lensét. Az előbbinek a fókusztávolsága 50 cm, az utóbbinak 5 cm. Ezt napfényvel könnyen leellenőrizhetitek, mert ekkora távolságban gyűjtja meg a papírt. Az utbi lensé helyett megfelel egy filatélis nagytű is vagy fényképező objektív. A két lensét egy két részből álló, egymásba csúsztatható cső két végére illesztitek. A csövet kartonpapírból készíthetitek, hossza a két lensé fókusztávolságainak az összegével, a távcső nagyítása pedig az arányával egyenlő. A mi esetünkben ez a két érték 55 cm, illetve 10.

A *Galilei-féle távcső* szemlencséje is nagy dioptriájú, csak negatív (szóró)lensé, a cső hossza a fókusztávolságok különbsége. A kép egyenes állású, de a látómező kisebb, mint a Kepler-távcsőnél.

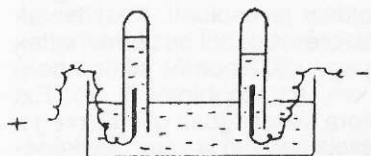
Ajánlatos félholdat megfigyelni, különösen az árnyékvonalhoz közeli krátereket.



Kovács Zoltán

KÍSÉRLETEZZÜNK

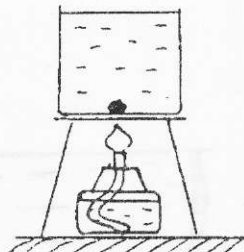
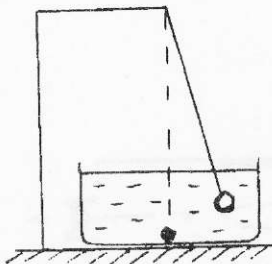
Végy két zseblámpaelemet, kapcsold sorosan őket, majd a sarkoktól vedd az áramot két vékony ólomelektrodhoz, amelyeket vízzel töltött, és szájukkal lefele fordított, vízbe állított kémcső alá helyezz. Előzőleg a kémcsöveket színültig megtöltöd vízzel, ujjaddal befogod a szájukat, és így befordítod a vízzel telt edénybe a szájukkal lefele. Csak ezután vedd el az ujjad. Figyeld meg, hogy egy bizonyos idő után melyik kémcsőben fejlődik több gáz, ez a hidrogén, és hányszor több a másik kémcsőben lévő gáznál, ez az oxigén. Felbontottad a vizet részekre. A kísérlet szebben megy, ha néhány csepp kénsavat teszel a vízbe. Itt nagyon vigyázz! A kénsav kiegészíti a kezdet, nehogy a kezvedhez érjen, oldott állapotban sem. Ügyelj arra is, nehogy a kénsavra tölts vizet, hanem csak fordítva: lassan, kénsavat a vízbe! Kénsav helyett használhatsz konyhasót is.



Jobban megértheted egy rendszer belső-energia-változását ami hőcserével, illetve mechanikai munkavégzéssel idézhető elő, ha elvégzed a következő két kísérletet. Először: egy nagyobb kristályosító tálba tölts vizet, csipesszel ejts az edény közepébe egy kálium-permanganát-kristályt, majd lógass a vízbe egy gravitációs ingát úgy, hogy lengéseket tudjon a kristályszemcse fölött végezni. Hozd lengésbe az ingát!

Másodszor: helyezz láng fölé egy vízzel telt Berzélius-poharat amelybe előzőleg ugyancsak beleejtettél egy kálium-permanganát-kristályt.

Tudva, hogy a vízmolekulák "mozgékonyabbá" válása a belső energia növekedésével függ össze, és ez a lila anyagrészek elterjedéséből állapítható meg, mit mondhatsz a belső energia megváltozásának okáról és mértékéről?



Házilag is végezhetesz kalorimetriás méréseket a következőképpen: Nagyobb műanyagpohárba vagy széles szájú termoszba tölts fél liter vagy 1 liter vizet. Allíts bele egy ismert teljesítményű merülőforralót és egy hőmérőt (fürdővíz hőmérőt). Kapcsold az áramkörbe a forralót, és mérd a melegítés idejét. A következő méréseket végezheted:

1. A berendezés hatásfokát, ha elosztod a víz által felvett hőt ($mc \Delta T$) a felhasznált elektromos energiával (Pt).

2. A rendszer hőkapacitását, ha gondosan ügyelsz a hőveszteségek minimalisra csökkentésére (hőpalack, kendőbe bugyolálása, letakarás stb.).

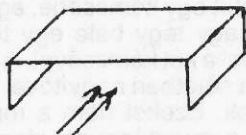
3. A víz fajhőjének vagy más folyadék vagy más test fajhőjének a meghatározása, ha már ismert a rendszer hőkapacitása, és a hőveszteségek elha-

nyagolhatók. Ennek a mérés módszernek a leírását, és eredményeitekről szóló beszámolókat töletek várjuk.

*

Függesz fel egy papírlapot. A lap két oldalára a nyugvó levegő ugyanakora nyomóerőt gyakorol, egyensúlyban lesz a lap. De ha az egyik oldalával párhuzamosan óvatosan egy csövön levegőt fújsz, a lap a cső fele fog kimozdulni, jelezve, hogy lecsökkent a nyomás, következésképpen a nyomóerő is. Létrejött a mozgó levegőnek az ún. torlónyomása (dinamikai nyomása), miközben a sztatikai nyomás lecsökkent. Ezt a jelenséget Bernoulli-egyenlete fejezi ki. Az alábbiakban néhány kísérletet ismertetünk erre vonatkozóan:

1. Próbáld meg kifújni egy ping-pong labdát egy tölcsérből.
2. Tűrd be egy papírlap (füzetlap) két szélét kb. 5 cm szélességben, a rövidebb oldala mentén, majd helyezd az asztallapra úgy, hogy "hidat" alkosson. Fújj a "híd" alá. Mit tapasztalsz?
3. Fújj egy csövön levegőt két egymás mellett levő ping-pong labda közé vagy két felfüggesztett papírlap közé. Mit tapasztalsz?
4. Fújj levegőt, enyhén, szívókával egy felfüggesztett vékony kartonlapra merőlegesen. Távolódik a lap? Miért?
5. Helyezz egy alumíniumérmét lapostányér elé. Ha az érme felől a tányér irányába fújsz hirtelen, az érme beugrasztható a tányérba. Hogyan lehetséges?



További kísérleteket magad is kitalálhatsz ezzel a jelenséggel kapcsolatban. Küldd be őket a lapunk számára!

*

Szerezz egy kb. 50 cm hosszú, 1-2 mm belső átmérőjű egyik végén zárt üvegcsövet (Melde-csövet). Magad is ellenőrizheted vele a gáztörvényeket. Például, a Boyle-Mariotte törvényt, az izoterm gáztörvényt a következőképpen:

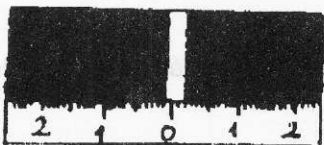
Beviszel a csőbe egy kevés higanyt, hogy az elzárjon egy bizonyos levegőt a csőben. Ez a higanydugó, amelynek megméred a hosszát, kerüljön a cső szájából a csőhossz egynegyedére. Ismerni kell még a higany sűrűségét (táblázatból) és a pillanatnyi légköri nyomást (telefonon megérdeklőd a meteorológiai intézettől, vagy leolvassod egy szobai barométerről).

Először a csövet vízszintesen helyezed el. Megméred a csőben található levegőoszlop hosszát. Azután a csövet szájával felfele fordítva ismét megméred a bezárt levegőoszlop hosszát. Végül, a csövet szájával lefele fordítva is megméred a levegőoszlop hosszát. Jelölje p_0 a légköri nyomást, l_1 , l_2 , és l_3 rendre a levegőoszlopok hosszát, h pedig a higanyoszlop hosszát, leellenőrizheted a törvényt:

$$p_0 l_1 = (p_0 + \rho gh) l_2 = (p_0 - \rho gh) l_3, \text{ vagyis } p v = \text{állandó.}$$

Milliméterpapíron ábrázolva a mért értékeket $p - l$ koordináta-rendszerben hiperbola görbét kapsz.

Próbáld megtervezni és elvégezni az izobár kísérletet, esetleg az izochor esetet is. Az eredményeidet küldd be!



Megmérhetjük (a fény hullámhossza ismeretében), hogy mekkora távolságra helyezkednek el a rések egy madártollon (azaz a toll "rácsállandóját"). Ehhez keressünk egy 4-5 cm nagyságú, finom, pelyhes, fiatal tollat, amelyet foglaljunk diaüvegek közé. A tollon lehessen átlátni. Próbáljuk ki, hogy kialakul-e a Nap fele tartott fehér karióka ceruzavédőt nézve színes diffrakciós kép. Ha igen, akkor a következő a mérési eljárás. Ragassz vékony (3-4 mm-es) fehér papírcsíkot fekete papírra, a csík alá, rá merőlegesen helyezz egy vonalzót. Világítsd meg erős fénnel a

papírcsíkot, és figyeld meg a tollon át a képet. A csík mindkét oldalán kialakult színes képnek válaszd ki a piros színű sávját, és mérd meg a fehér csíktól való távolságát. Jelölje d ezt a távolságot. Ha a piros fény hullámhosszát $\lambda = 650$ nm-nek ($6,5 \times 10^{-7}$ m) vesszük, és megmérjük még a papírcsík és a madártoll közötti távolságot, D -t, akkor a $\lambda D/d$ arány megadja a rések közötti távolságot. Ha ezt mm-ben fejezzük ki, a fordítottjából (reciprokából) megkapjuk az 1 mm-en egymás melletti rések számát. Kb. 50 jut 1 mm-re.

*

Ha sikerült beszerezned az előző lapszámunkban ismertetett eszközöket (világító óramutató, cinkszulfidos üveglemez, nagyítólencse), és elvégezted a kísérletet, akkor most leírunk egy módszert, amellyel meggyőződhetsz az új sugárzó anyag keletkezéséről. Atommagreakciót állíthatsz elő és figyelhetsz meg.

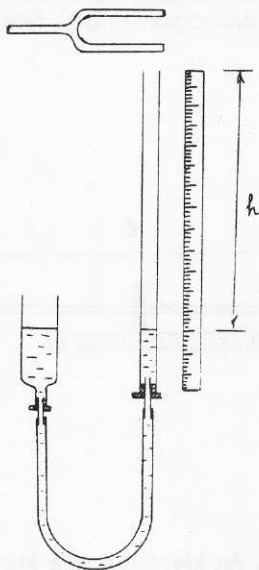
Helyezd a világító óramutatót egy kémcsőbe, egy másik kémcső belső felét vond be cink-szulfid-porral (vagy tégy bele egy törött fénycsődarabocskát). Kapcsold össze egy gumicsővel a két kémcsövet. A csövek álljanak függőleges helyzetben. Kb. egy óra múlva sötétben nagyítóval figyeljük a port, látni fogjuk, hogy felvillanások keletkeznek. Ezeket nem a mutatóanyagból kilépő részecskék idézik elő, hanem a mutatóanyag atomjai részben emanációgáz atomjaivá alakultak, ezek átjutottak a másik kémcsőbe. Miközben tovább bomlottak, alfa-részecskéket sugároztak ki, ezek váltották ki a felvillanásokat. Az emanációból új sugárzó elem születik.

Ha leválasztjuk a cink-szulfidos kémcsövet a másiktól, a poron megtapadt emanációatomok bomlása fokozatosan csökken. Ábrázolhatod grafikusán is e folyamatot.

Kovács Zoltán

Hangsebesség meghatározása rezonanciával

Megfigyelheted, hogy a beszéd bizonyos hangjára berezonál a hangszer, vagy külső zajokra megremeg az ablak. Ugyanúgy, ha változó magasságú hangokat bocsátasz egy tejesüvegbe vagy uborkásüvegbe, egyes hangok felerősödnek. Ezt a jelenséget rezonanciának nevezzük. Ilyenkor az edény levegőtömegében ún. állóhullámok formájában terjed a hang: orsópontok vagy duzzadópontok keletkeznek ott, ahol a rezgések maximális amplitudóval rendelkeznek és csomópontok, ahol minimálissal.



A rezonátorcső levegőoszlopának h hossza és a hanghullám jellemzői (λ hullámhossz, n rezgésszám, c -terjedési sebesség) között összefüggés van. Ezzel az összefüggéssel meghatározható a hang terjedési sebessége levegőben. A kísérlethez a következő eszközökre van szükséged: egy ismert rezgésszámú (frekvenciájú) hangvillára, egy kb. 1 m hosszú üvegcsőre (elhasznált fénycső, vagy egy műanyag Bergmann-cső), egy levágott aljú műanyag üvegre (hűsítő üveg), és egy benzinleszívó csőre. Ezzel a gumicsővel összekötöd a függőleges helyzetbe állított üvegcső alját a szájával lefele fordított hűsítőüveg szájával, és vizet töltesz beléjük, amint az ábrán láthatod. Feltételezzük, hogy a nemzetközi a hangot kibocsátó ($\nu = 440$ Hz frekvenciájú) hangvillával kísérletezel. A megpengetett hangvillát az üvegcső felső végéhez tartod, és a hűsítő üveget (a folyadék tartályt) addig emeled vagy ereszted, amíg felerősítve nem hallod benne a rezgéseket. A rezgésmódusoknak megfelelően a mért h érték és a hang

levegőbeli hullámhossza között az összefüggés: $h = \lambda/4$, $h = 3\lambda/4$, ... stb. Miután megmérte a rezonanciáknak megfelelő h értékeket, kiszámíthatja a hullámhosszat: kb. 75 cm körüli értékeket kell kapnia. A frekvencia és a hullámhossz ismeretében meghatározható a hang terjedési sebességét a levegőben a következő összefüggésből: $c = \lambda \cdot \nu$. A kapott értéket hasonlítsd össze az elméletileg meghatározott értékkel, amelyet módosíts a hőmérsékletnek megfelelően:

$$c = \sqrt{\chi R T / \mu}$$

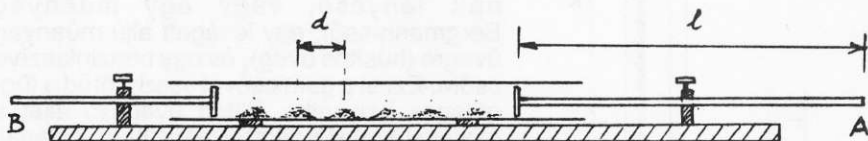
vagy $c = 331,6 + 0,6 \cdot t$ ahol $\chi = 1,4$; $R = 8314 \text{ J/kmol} \cdot \text{K}$, $T = 273 + t$,
 $\mu = 1,28 \text{ kg/kmol}$, t a $^{\circ}\text{C}$ -ban mért hőmérséklet.

Ha rendelkezel egy nagy vízhordóval, akkor a csövet abba merítheted. Kis hangolóvillával vizes lábasba merített petróleumlámpa-üveggel is kísérletezhetsz.

Kovács Zoltán

Anyagok Young-féle rugalmassági moduluszának meghatározása (akusztikai módszerrel)

Minden iskola tartozékai között szerepel a Kundt-féle cső. Ha nem, akkor magunk is könnyen elkészíthetjük. Ehhez szükség van egy 1 m hosszúságú üvegcsőre (letisztított fénycső), amelyet egy vízszintes deszkaalapra felfogsz. A két végébe belehelyezel egy-egy fémrudat, amelyek az üvegcső két végéhez kapcsolódnak, és amelyeknek a végein egy-egy korong található (lásd az ábrát) A hosszabbik (kb 75 cm) korongja kisebb kell hogy legyen a cső belső átmérőjénél, és pontosan a rúd felénél kell befogva lennie (A-rúd), a rövidebbik rúd korongjának tömítenie kell, és a rúd ki-be állítgatásával idézzük elő az állóhullámokat a csőbéli levegő esetében (B-rúd). Az A-rúd végét begyantázzuk, és egy irhaprémmel dörzsöljük, amíg visító hangot nem ad. Eközben az üvegcsőbe szórt líkopódiuszemcsék, vagy összemorzolt száraz falevelek halmokba tömörülnek, ehhez a B-rudat állítgatjuk.



A mérés menete a következő:

- megmérjük néhány kupac közötti távolságot és kiszámítjuk a kupacok közötti d távolságot. Ez éppen a hang levegőbéli hullámhosszának a fele,
- megmérjük az A-rúd hosszát, ez a fémrúdban terjedő hanghullám hullámhosszának a fele,

- elosztva őket $d/l = c/c'$ ahonnan $c' = c \cdot l/d = \sqrt{E/\rho}$

A fém ρ sűrűségét táblázatból kiolvashatjuk, ki lehet fejezni az illető fém E rugalmassági moduluszát. A c értéket vagyis a hang levegőbéli terjedési sebességét akár a $c = 331,1 + 0,6 t$ (m/s) képletből számíthatjuk ki, ahol a t a $^{\circ}\text{C}$ -ban mért hőmérsékletérték, vagy pedig rezonanciakísérletből meghatározott értékkel dolgozhatunk.

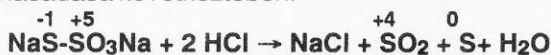
Kovács Zoltán

A TIOSZULFÁT DÍCSÉRETE (IV)

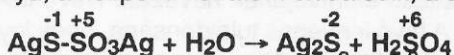
Redoxfolyamatok

A tioszulfátion oxido-redukációs tulajdonságaiért elsősorban a központi kénatomhoz kötődő szélső, alacsony oxidációs fokú kénatom a felelős. Ez a kénatom meghatározza a tioszulfátion egész kémiáját, a redukáló hatást, a szulfidképződést és a komplexképzésre való hajlamot.

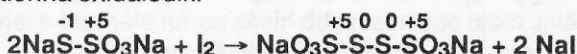
Néhány redoxfolyamattal már eddig is találkoztunk. Így például, a tioszulfátion bomlása során savas közegben mindkét kénatom oxidációfoka megváltozik, a központi redukálódik, a szélső oxidálódik, a S-S kötés heterolitikus felhasadása következtében.



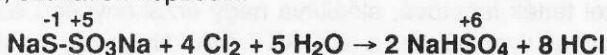
Ha egyes tioszulfátok (Ag, Pb, Cu stb.) szulfidokká bomlanak a S-S kötés ugyancsak heterolitikusan hasad, de mint láttuk, a redoxfolyamat fordított irányú, a központi kénatom oxidálódik, a szélső pedig redukálódik.



Enyhe oxidálószerrek (I₂, Cu²⁺, Fe³⁺ stb.) hatására a tioszulfátion tetratio-nátiónná oxidálódik.

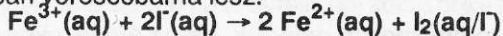


Erős oxidálószerrek (Cl₂, MnO₄⁻, CrO₄²⁻ stb.) hatására az oxidáció folytatódik, szulfátion képződik.



Mindkét reakciónak nagy gyakorlati fontossága van. Mivel a nátriumtioszulfát a jóddal kvantitatíve reagál, a jód pedig keményítővel könnyen kimutatható, e reakciót a térfogatosságon alapuló analízisben kiterjedten alkalmazzák. Ha vizes jóddoldathoz keményítődoldatot csepegtetünk, sötétkék színeződést kapunk. A jód oldékonyságát vízben, KI hozzáadásával, I₃⁻ komplexion formájában növeljük. Nátrium-tioszulfát-oldat adagolásakor a kék szín hirtelen eltűnése jelzi a reakció végét. E reakció segítségével más redoxfolyamat lefutását is figyelemmel kísérhetjük.

Vegyük például a Fe³⁺ és I₂ reakcióját. Szükségünk lesz néhányszor tized moláris töménységű Fe³⁺- (pld. Fe(NO₃)₃, KI és Na₂S₂O₃- oldatra, valamint 2%-os keményítő- és híg Cu²⁺- (pld. Cu(NO₃)₂, oldatra. Egy pohárba a Fe(NO₃)₃- oldatot, egy másik pohárba pedig a Fe(NO₃)₃- és kis fölöslegben KI-oldat keverékét töltjük. A keverék színe, a jódkiválás miatt lassan, fokozatosan yörösesbarna lesz.



Mindezt bizonyítja az 1-2 csepp Cu(NO₃)₂- oldat, majd néhány csepp keményítődoldat adagolásakor jelentkező kék szín. Fecskendezünk orvosi csepegtetővel nátrium-tioszulfát-oldatot a keverékbe. A kék szín eltűnik, a jód jódiónná (I⁻) redukálódik. Ha az oldat tartalmaz még Fe³⁺ iont és a használt tioszulfátoldat nem volt túl sok, akkor várhatóan megfigyelhetjük, hogy a jódképződés miatt lassan visszatér a kék szín. Esetleg kevés Fe(NO₃)₃- oldatot töltünk a keverékhez és megfigyeljük a kék szín jelentkezését és fokozatos erősödését. A nátrium-tioszulfát klórral való reakcióját a textiliparban alkalmazzák a klórnyomok eltávolítása végett. Ha klóros vízhez nátrium-tioszulfát-oldatot adunk, eltűnik a sárgás szín és a köhögésre ingerlő szag. A szulfátion képződését BaCl₂- dal vagy CaCl₂- dal kimutathatjuk. A BaCl₂- oldat a tioszulfáttal is csapadékot képez (BaS₂O₃), a CaCl₂ nem.

Virágh Károly

Fotózzunk!

Mielőtt az A-03 és az FX-10 hívókkal szerzett tapasztalataimat közölném, hadd ismeressek részletesen egy hívót, melyet megjelenésekor, a hetvenes évek közepén, Járai Rudolf az évszázad előhívójának nevezett. Neve MAXIFEN, megalkotója Szentirmai Jenő. A hívó lényeges tulajdonsága, hogy igyekszik teljes mértékben kihasználni a film érzékenységtartományát. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy egy fekete-fehér negatív filmet egy bizonyos mértékig alul lehet exponálni, majd egy hosszabb hívás során elérhető a lehető legjobb fedettségű negatív, mely megőrzi egy "normál" film tulajdonságait. Ezt az eljárást erőltetésnek, "pushirozásnak" nevezik. A módszer elterjedését a nyugati cégek kísérletei tették lehetővé, előállítva nagy érzékenységű és jól erőltethető nyersanyagokat. Ilyen például a KODAK T-MAX film, mely többféle érzékenységgel kapható. Így például a T-MAX 3200-as (=36°DIN) a saját hívójával 45°DIN-es filmként dolgozható ki. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy éjszaka, egy utcai lámpa fényénél kézből, kb. 1/125 idővel is lehet exponálni. Ilyen körülmények mellett is, a képen hihetetlen részletek figyelhetők meg. A forszírozás technikáját a színes anyagoknál, még a színes diánál is lehet alkalmazni, persze csak a megfelelő filmmel és munkamódszerrel.

Ilyen körülmények között, figyelembe véve, hogy a fent említett anyagok számunkra elérhetetlenek, jelentőssé válik a MAXIFEN. A szerző eredetileg a 15°DIN-es ORWO filmhez találta ki, egyesítve a nyersanyag nagyon finom szemcsézetét a hívóval elérhető 24°DIN-es érzékenységgel. A magas érzékenységű anyagok előnyei közül a legfontosabb a gyenge fényviszonyok közötti használhatóság valamint a rövid expozíciós idő, illetve szűk rekesz által nyújtott jobb eredmény. A hívó eléggé kontrasztosan dolgozik, de az árnyékokban is sok részletet tartalmaz.

Megfelelő papír és hívó kiválasztásával jó eredmény érhető el kis méretben is. Nagyítások készítéséhez, éppen kontrasztja miatt kiváló. A szemcsézet nem roncsolódik, a rajz rendkívül éles. Az általam végzett "100 lejes" kísérlettel 21°DIN-es AZO filmet 30°DIN-re exponálva minden kis részlet élesen jelentkezett a 25-szörös nagyításon. A hívó jól kihasználható, majdnem amíg kifogy az üvegből. Én egy év után vettem elő már használt hívót, és tökéletesen dolgozott. Íme az összetétel: vízmentes nátrium-szulfid 80g, hidrokinon 3g, Fenidon 0,3g és benzotriazol 0,02g, mindez 1 l oldatra. Nagyon fontos a szulfid minősége, valamint a fenidon és a benzotriazol pontos adagolása. Ez utóbbiak 1%-os oldat formájában is tárolhatók, így pontos kimérésük egyszerűbb.

A továbbiakban ismertetem a szerző által megadott előhívási táblázatot, mely ORWO NP filmekre vonatkozik, 20°C-on. Az első oszlopban (+) a szükséges érzékenység növelés van megadva DIN^o-ban.

	NP-15	NP-20	NP-27
+ 6 ^o DIN	14 perc	16 perc	18 perc
+ 10 ^o DIN	22 perc	24 perc	26 perc
+ 12 ^o DIN	28 perc	30 perc	32 perc

Mivel ez esetben is érvényes az előző rész végén tett megjegyzés, miszerint az ORWO-anyagok fogytán vannak, lássuk, mit nyújt a hívóval az AZO film. Feleki István fotóművésztől kértem tanácsot. Ő állandóan 30^oDIN körül dolgozik, és híve a MAXIFEN-nek.

Először is minden egyes emulziót ki kell próbálni, még mielőtt komolyabb munkához fognánk. Jelentős különbségek adódhatnak különböző sorozatszámú és azonos típusú filmek között.

Tapasztalata szerint a 21^oDIN-es filmet 21^oDIN-re exponálva az előhívási idő 8-9 perc 21^oC-on. 24^oDIN-re exponálva 16 perc, 27^oDIN-re exponálva 22 perc, 24^oC-on és 30^oDIN-re exponálva 25-30 perc 24^oC-on. A kísérletezés szükséges, mivel a film szerint változhat a kontraszt, valamint fátyolosodás léphet fel. A 24^oDIN-es AZO filmet 27^oDIN-re exponálva 24^oC-on 13 perc alatt igen jó minőségű negatívot kapunk. Persze itt is érvényes a hívási idő hosszabítása a 3. filmtől kezdődően, rendszeres mozgathatás mellett. De ezek már egyéni tapasztalattól függő kérdések.

Szovjet filmmel is használható a módszer, de óvatosan, mert könnyen beszürkül a film. Ez úton is köszönöm *Feleki* úrnak a tanácsokat, és kívánok sok sikert a kísérletezéshez.

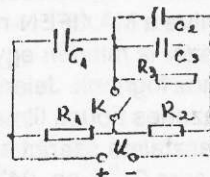
Imecs Zoltán

Megoldandó feladatok

Fizika

F.L. 33. Egy kerékpár 5 m/s sebességgel halad. Kereke csúszásmentesen gördül. Ha a kerékpár kerekének sugara 0,3 m, küllőinek száma 30, mekkora sebességgel kell a 15 cm hosszúságú nyílvevesszőt a kerék síkjára merőlegesen kilőni, hogy a forgó keréken átrepüljön?

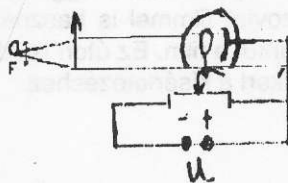
F.L. 34. Az ábra szerinti kapcsolásban a K kapcsoló lehet nyitott és zárt állásban. Határozzuk meg a kondenzátorok töltéseit és feszültségeit a kapcsoló két állásának megfelelően. $U = 60 \text{ V}$, $R_1 = 36 \Omega$, $R_2 = 40 \Omega$, $R_3 = 60 \Omega$, $C_1 = 2 \mu\text{F}$, $C_2 = 4 \mu\text{F}$, $C_3 = 6 \mu\text{F}$.



F.L. 35. Rendelkezésünkre áll egy kronométer és egy kő. Adjunk mérési utasítást, és számítást, egy kút mélységének a meghatározására. ($v_{\text{hang}} = 350 \text{ m/s}$)

Néda Árpád K-vár

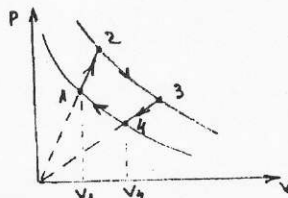
F.L. 36. Az ábra szerinti kísérleti elrendezés fotocelláját első esetben $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$, míg második esetben $\lambda_2 = 450 \text{ nm}$ hullámhosszú monokromatikus fényel sugározzuk. Első esetben a fotókatodból kilépő fotóelektronok mozgási energiája $U = 1,58 \text{ V}$, míg a második esetben $U_2 = 1,83 \text{ V}$ ellenfeszültséggel kompenzálható. Határozzuk meg a Planck-állandó értékét ($hc = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)



F.L. 37. Egy gramm rádium másodpercenként $3,68 \cdot 10^{10}$ számú α részecskét sugároz ki. Határozzuk meg a bomlási állandót és a felezési időt. (a rádium atomsúlya 226 g, az Avogadro-szám $6,023 \cdot 10^{26}$)

F.L. 38. A T hőmérsékletű ideális gáz izoterm feltételek mellett kiterjed, úgy hogy térfogata a kezdeti érték kétszeresére növekedik, majd adiabatikus feltételek mellett addig sűrítjük, amíg a nyomása megegyezik a kezdeti értékkel. Mennyi lesz a gáz hőmérséklete ha ezeket a folyamatokat n -szer megismételjük? ($C_v = 5R/2$).

F.L. 39. Ideális gáz a p-v diagramon ábrázolt körfolyamatot végzi. A 4-1 és 2-3, T_1 , illetve $T_2 = 2 T_1$ hőmérsékletű izoterm folyamatok. Ha $V_4/V_1 = e$ és $C_v = 3R/2$, határozzuk meg a körfolyamat hatásfokát.



Néda Árpád K-vár

F.L. 40. Ideális gázzal reverzibilis Carnot-féle körfolyamatot valósítunk meg. Az adiabatikus kiterjedés alkalmával a gáz nyomása tízszeresére csökken. Egy perc alatt a gáz 5 körfolyamatot és mindenik körfolyamat alkalmával 10^2 Joule munkát végez. Határozzuk meg a meleg hőforrástól 1 óra alatt felvett hőmennyiséget.

F.L. 41. A 2 km magasan, vízszintes síkban, állandó $v_1 = 300$ m/s sebességgel haladó repülőgépből kilövünk egy lövedéket, a haladás irányításával ellentétesen. A lövedék a puska csövét $v_2 = 400$ m/s sebességgel hagyja el.

a. Vízszintes irányban mekkora utat tesz meg a lövedék a Földre érkezésig?

b. Mekkora sebességgel ér Földet?

c. Mekkora szöget kell alkotson a puska csöve a vízszintes iránnyal, hogy a lövedék függőleges síkban mozogjon? Mennyi idő szükséges a Földre érésig? (Tárgyaljuk az utolsó kérdést.)

F.L. 42. A $d = 20$ mm vastag, $n = 1,5$ törésmutatójú sík-párhuzamos üveglemez hátsó lapja tükröző. A levegőből $i = 60^\circ$ -os szög alatt beeső fénysugár egy része közvetlenül, más része a tükröző felületről verődik vissza. Határozzuk meg a két sugár kilépési helyének a távolságát.

GIMNÁZIUMI OSZTÁLYOK SZÁMÁRA KITŰZÖTT FELADATOK

F.G. 8. A világ legnagyobb léghajóját Zeppelin készítette, 1938-ban. A léghajó teljes tömege 213,9 tonna, térfogata 199981 m^3 volt.

a. Mekkora felhajtó erő hatott a léghajóra induláskor, a föld felszínén? (a levegő sűrűsége $1,29 \text{ kg/m}^3$).

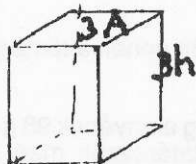
b. Mekkora felhajtóerő hatott a léghajóra akkor, amikor nagy magasságban lebegett?

c. Mekkora volt a levegő sűrűsége ott, ahol a léghajó lebegett?

Az Öveges József Országos Általános Iskola Fizikaversenyen kitűzött feladat, 1991, Eger.

F.G. 9. Két azonos fémből készült testről a következőket tudjuk:

a. Mekkora a nyomás a kisebb térfogatú test alatt, ha a nagyobb hasáb alatt: p ?



b. A nagyobb térfogatú test elektromos ellenállása: R . Mekkora a legkisebb térfogatú hasáb ellenállása a kontaktusokat az egymásnak megfelelő felületekre helyezve?

Az Öveges József Országos Általános Iskola Fizikaversenyen kitűzött feladat, 1991, Eger.

F.G. 10. Hanglemezről magnoszalagra játszunk át egy zeneszámot. A hanglemez 800-at fordul átjátszás közben. A lemezjátszó fordulatszámja $31/3$ percenként. A magnoszalag sebessége $4,8 \text{ cm/s}$.

a. Mekkora a lemezjátszó tűjének a lemezhez viszonyított sebessége, ha a tű 14 cm -re van a tengelytől?

b. Milyen hosszú magnoszalagra van szükség a felvételhez?

Kémia.

K.G. 35. Vízbe 7,8 g káliumot téve 8 tömeg %-os lúgoldatot nyerünk. Számítsuk ki, hogy milyen mennyiségű vizet kellett használnunk az oldat elkészítésére!

K.G. 36. 6,8 %-os ezüst-nitrát-oldat azonos tömegű nátrium-klorid-oldattal teljes mértékben reagál. Mekkora volt a nátrium-klorid-oldat tömegszázalékos koncentrációja?

K.G. 37. Milyen tömegarányban tartalmaz metánt és szén-dioxidot az a gázelegy, amelynek az átlagos molekulatömege 23,46?

K.G. 38. Azonos tömegű kén-dioxidot és szén-dioxidot tartalmazó gázelegynek mekkora az átlagos molekulatömege és a mólszázalékos összetétele?

K.G. 39. Határozzuk meg a tömegét és tisztasági fokát annak a kálium-kromát próbának, amelyből teljes hőbontása után 3,725 g tömegű olyan szilárd maradékot kaptak, amely kálium-klorid mellett 20% hőálló szennyeződést tartalmazott. Számítsuk ki, hogy az adott tömegű próba hőbontásakor keletkezett gázzal milyen térfogatra fújható fel egy léggömb, ha hőmérséklete 27°C és a légköri nyomás 1 atm!

K.G. 40. Ha etén és butadién keverékét hevítjük, hattagú gyűrűs vegyület képződik. Mi lehet a szerkezete? Számítsd ki a termék 1,5 mólnyi mennyiségének égetéséhez szükséges levegő térfogatát, ha az 20% oxigént tartalmaz és a sűrűsége $1,29\text{ g/dm}^3$.

K.G. 41. Öt kémcső közül az elsőben KOH-oldat van, a többiről leesett a címke, de tudjuk, hogy Cu^{2+} , Fe^{3+} , NH_4^+ , Zn^{2+} -ionok közül valamelyiket mindegyik tartalmazza. Más vegyszer felhasználása nélkül állapítsuk meg milyen kation található mindegyik kémcsőben?

K.G. 42. Magyarázd meg, hogy a kén-dioxid és a klóros víz színtelenítő hatásának mi az oka! Ezen tulajdonságuk alapján milyen anyagcsoportba sorolhatók?

K.G. 43. 3,19 g CuO és Fe_2O_3 keverék redukációjakor 0,90 g víz képződött. Számítsuk ki a keverék %-os összetételét!

K.G. 44. 25 g só téve egy 18%-os oldathoz 250 g-ra nőtt annak a tömege. Határozd meg ennek az oldatnak a %-os sótartalmát!

K.L. 55. Az alkének homolog sorából két szomszédos tag elegyének 98 g-ja normál körülmények közt 56 dm^3 térfogatot foglal el. Határozzuk meg az elegyet alkotó szénhidrogének molekulaképletét és az elegy térfogatszázalékos összetételét!

K.L. 56. Egy réztárgyat 500 cm^3 0,05 mólos $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ -oldatba teszünk. Mekkora lesz az oldatban az ionok koncentrációja, amikor a fém tömege 5 g-al megnőtt? (Irínyi J. Középiskolai Kémiaverseny, Győr, 1991).

K.L. 57. 350 cm^3 kénsavoldatot, amelynek töménysége 50%-os és sűrűsége $1,4\text{ g/cm}^3$, sztöchiometrikus arányban 50%-os KOH-oldattal reagáltatunk

szobahőmérsékleten, majd a rendszert 10°C -ra hűtjük. Számítsuk ki a kristályosodó só tömegét és a telített oldat %-os töménységét, ha a K_2SO_4 oldékonysága 10°C -on: $10\text{g}/100\text{g}$ víz.

Horváth Gabriella - Marosvásárhely

K.L. 58. Higanykatódos eljárással elektrolizálnak 2925 g 10% -os NaCl -oldatot. A keletkezett hidrogén 25% -át a klór egy részével reagáltatják, a többit ammóniává alakítják. Az így kapott termékek 50% -os határfokkal egy új anyagot képeznek, mely 5 kg vízben feloldva $\rho = 1,0053\text{ g}/\text{cm}^3$ sűrűségű oldatot eredményez. Határozzuk meg:

a) a reakció során megmaradt klórgáz térfogatát normál körülményre számolva!

b) a keletkezett oldat pH-ját, ha $K_{\text{bNH}_4\text{OH}} = 1,8 \cdot 10^{-5}\text{ mol}/\text{dm}^3$

Horváth Gabriella, Marosvásárhely

K.L. 59. Hogyan változik az elektródok tömegének összege abban a működő galvánelemben, amely saját ionjaiba merülő Zn és Cd elektródokból áll? Mekkora kell hogy legyen az elektródok eredeti tömegének az aránya, ha azok 95% -os tisztaságú fémekből készültek, és az egyik elektród elfogyásakor a másik tömege megkétszereződött? $\varepsilon_{\text{Zn}^{+2}/\text{Zn}} = -0,76\text{ V}$, $\varepsilon_{\text{Cd}^{+2}/\text{Cd}} = -0,40\text{ V}$

Horváth Gabriella, Marosvásárhely

K.L. 60. Sorbakapcsolva elektrolizálunk 100 g 10% -os kénsav és 100 g 10% -os sósavoldatot. Az elektródokon elemi gázok képződnek. Mi lesz a kénsavoldat koncentrációja, mire a sósavoldat 1% -ra hűl?

Irinyi J. K.K. verseny, Győr, 1991

K.L. 61. Hogyan készítene (térfogatossággal) 60 tömegszázalékos ($\rho = 1,064\text{ g}/\text{cm}^3$) ecetsav-oldatból 1 dm^3 $3,00$ pH-jú oldatot ($K_{\text{s}} = 2 \times 10^{-5}\text{ mol}/\text{dm}^3$)?

(Irinyi J. K.K. verseny, Győr, 1991)

K.L. 62. Egy 25 dm^3 tartályban 2 mol CO -ot és 5 mol nyi H_2 -t elegyítenek adott hőmérsékleten a $\text{CO}_g + 2\text{H}_2g \leftrightarrow \text{CH}_3\text{OH}_g$ egyensúlyra vezető folyamat megvalósítására. Tudva, hogy az egyensúly eléréseig a CO 25% -a alakult át, határozzuk meg

- a hidrogén %-os átalakulását,
- az egyensúlyi állandó értékét!

K.L. 63. Adottak a következő egyensúlyi reakciók:

- $2\text{SO}_3 \leftrightarrow 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$
- $2\text{NH}_3 \leftrightarrow 3\text{H}_2 + \text{N}_2$
- $\text{PCl}_5 \leftrightarrow \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$
- $2\text{HI} \leftrightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$

Számítsuk ki:

a) a disszociáció fokot, tudva, hogy az egyensúlyi gázelegyben $25\text{ mol}\%$ kiinduló anyag van;

b) a kiinduló anyag és az egyensúlyi elegy móljainak a számát az egyensúlyi állandó függvényében! ($V_{\text{edény}} = 1\text{ dm}^3$)

Értelemezzük az eredményeket!

Horváth G. - Marosvásárhely

K.L. 64. Ugyanolyan összetételű alkilgyököt tartalmazó primér-, szekundér-tercier-alkilamin és kvaterner-ammóniumsó keveréke, melyben a komponensek mólaránya a megadott sorrendben 1:2:3:4 3,1(4) % klórt tartalmaz. Írjuk fel a vegyületek molekulaképletét! (Horváth G. - Marosvásárhely)

K.L. 65. A krumplicukrot (szőlőcukor) a burgonyakeményítő savas hidrolízisével állítják elő. A hidrolízis során létrejött oldatnak mekkora a szőlőcukor tartalma, ha 15 grammjával elvégezve az ezüsttükör-próbát, 3,24 g ezüst keletkezik?

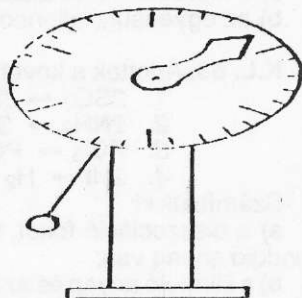
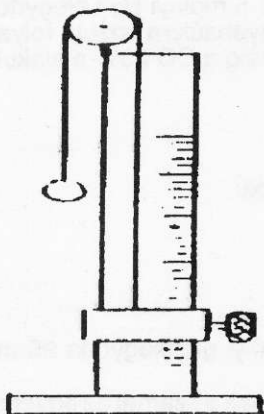
Feladatmegoldók figyelmébe!

A terjesztés terén felmerült technikai behézségek miatt az 1., 2. és 3. számban közölt feladatokra a beküldési határidőt 1992. március 15.-ig meghosszabítjuk.

A megoldással kapcsolatos kérdések ismertetését és a pontverseny állását az 5. számtól kezdve fogjuk közölni.

Hibaigazítás

A Firka 3. számából a *Régmúlt idők kísérleteiből* című írásból kimaradt a longium pulsi rajza:



Számítástechnika

I.8. Adott a következő függvényleírás:

FÜGGVÉNY Rejtvény (A,B)
Ha $A > B$
akkor Rejtvény := - Rejtvény (B,A)
különben Ha $A = 0$ akkor Rejtvény: = B
különben Rejtvény: = Rejtvény (A-1, B-1)
(Ha) vége
(Ha) vége
FÜGGVÉNY VÉGE

Mit adnak eredményül a következő függvényhívások?

- Rejtvény (3,12)
- Rejtvény (4,6) + Rejtvény (6,4)
- Rejtvény (X,Y), ahol X és Y tetszőleges természetes számok.

(Nemes Tihamér számítástechnikai verseny, 1991, első forduló).

I.9. A *kompatibilis programozóhoz* címzett mulatóban egy játékgép áll. A gép tetején egy piros, egy zöld és egy kék lámpa van, amelyek közül mindig csak egy ég; kezdetben a piros. A gépbe 1 és 0 feliratú zsetonokat lehet dobálni. A gépen van még egy nyomógomb, amely csak akkor nyomható meg, amikor a piros lámpa ég. Ilyenkor a gép annyi forintot fizet, amennyi az a 2-es számrendszerbeli szám, amelyet az addig bedobott zsetonokon lévő számjegyek a bedobás sorrendjében balról jobbra sorba állítva kiadnak (pl. 1,1,0 bedobása 6 Ft-ot ér). A zsetonokat a kasszánál darabonként 10 forintért árulják. A gépbe csak 9 zseton fér. Ha 9 zseton bedobása után a zöld vagy a kék lámpa ég, a pénzünk odaveszett. Só Sajó szerint az, hogy legközelebb melyik lámpa gyullad ki, csak attól függ, hogy éppen melyik lámpa ég, és hogy milyen zsetont dobunk be. Tapasztalatait a következő táblázatban összegezte:

Melyik lámpa ég	p	z	k	
Milyen zsetont dobunk be	→ 0	p	k	z ←
		→ 1	z	p
			k	←

gyullad ki

Serte Petra szerint a gép csak 9-cel osztható összegeket fizet ki. De Petra nem igazán ismeri a gépet, és lehet, hogy téved.

Kérdések:

- Kapunk-e a géptől pénzt a következő zsetonsorozatok bedobásával?
 - 1,1,0
 - 0,1,1,1
 - 1,0,1,0,0
 - 1,0,1,0,1
- Igaza van-e Petrának? Ha nincs, akkor mi jellemzi a játékgép által kifizetett összegeket?
- Maximum mennyit fizet a gép egyszerre, egy játékban?
- Legalább hány zsetont kell bedobni ahhoz, hogy a játék nyereséges legyen? (Hiszen a zsetonok is pénzbe kerülnek.)

(Nemes Tihamér számítástechnikai verseny, 1991, első forduló)

Beküldési határidő: 1992. március 15.

Diákjaink részvétele Nemzetközi Versenyeken

fizika

Nemzetközi együttműködéssel az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság kezdeményezésére és védnöksége alatt most első ízben nyílt alkalom arra, hogy szervezett formában részt vegyenek erdélyi líceumi tanulók is a magyarországi Mikola Sándor országos tehetségkutató fizikaversenyen és a Vermes Miklós nemzetközi barátsági fizikaversenyen. Mindkét vetélkedő június 17-19 között zajlott Sopronban, azzal a céllal, hogy a kiemelkedő tehetségek minél korábban felszínre kerüljenek s a fizika iránti érdeklődést fokozzák a líceumi korosztályban.

A verseny első fordulójára április 23-án került sor igen népes részvétellel, a versenyben kitűzött feladatokat Magyarországról kaptuk. A továbbjutáshoz legalább 30 pont elérésére volt szükség.

A II. forduló a megyeszékhelyeken bonyolítottuk le ugyancsak a Mikola Sándor országos tehetségkutató fizikaverseny központi feladataival, de a tananyag eltérő volta miatt a IX-es és X-es diákok csak a hazai tantervnek megfelelő feladatokat kapták megoldásra, illetőleg a XI. osztályosok számára külön tételt kellett szerkesztenünk.

A második forduló dolgozatait egységesen javította egy megyeközi bizottság a kolozsvári Brassai Sámuel Líceumban. Az eredményeket az alábbi táblázat összesíti:

Helység	Iskola	IX.o		X.o		XI.o	
		R	D	R	D	R	D
1. Csíkszereda	Márton Áron Líceum	1	1	1	-	3	-
2. Gyergyószentm.	Salamon Ernő Líceum	-	-	3	-	3	1
3. Kolozsvár	Báthory István Líceum	7	2	6	1	7	-
	Brassai Sámuel Líceum	1	-	-	-	-	-
4. Marosvásárhely	Bólyai Farkas Líceum	3	1	5	-	3	1
	Papiu Ilarion Líceum	-	-	1	-	-	-
	Elektromaros Líceum	-	-	-	-	1	-
5. Nagyvárad	Ady Endre Líceum	4	-	6	-	6	2
6. Nyárádszereda	Elméleti Líceum	1	-	-	-	-	-
7. Régen	Elméleti Líceum-	1	-	1	-	-	-
8. Sepsiszentgyörgy	Székely Mikó Kollégium	5	1	3	-	2	-
9. Szatmárnémeti	Kölcsey Ferenc Líceum	6	1	8	1	2	-
10. Székelyudvarhely	Tamási Áron Líceum	2	2	8	5	3	2
11. Szováta	Elméleti Líceum	1	-	-	-	-	-
12. Temesvár	Barthók Béla "	-	-	-	-	3	1
	Összesen:	32	8	42	7	33	7

Megjegyzés: R-résztvevők száma
D-döntőbe jutottak száma

A döntőbe jutott 21 erdélyi tanuló Bardócz Imre, Péterffy Csaba, Varga Anna és e sorok írójának kíséretében Sopronba utazott s a Vermes Miklós nemzet-

közi baráti versenyen mérte össze tudását a soproni csapattal, az ausztriai és szlovákiai magyar tanulókkal. Az erdélyi csapat-versenyen kívül, tapasztalatszerzés céljából - résztvett a II. osztályosok Mikola Sándor versenyének gyakorlati próbáján is.

Hazai tanulóink az alábbi eredményt érték el:

I. Farkas Imre	X. Tamási Áron Líceum	Székelyudvarhely	Bardócz Imre
I. Szántó Csaba	X. Báthory István Líceum	Kolozsvár	Czilli Péter
I. Kovács Csaba	X. Tamási Áron Líceum	Székelyudvarhely	Bardócz Imre
I. Buzogány Endre	X. Tamási Áron Líceum	"	"
I. Rácz Zsuzsanna	X. Tamási Áron Líceum	"	"
I. Rotáru Adám	X. Kölcsey Ferenc Líceum	Szatmárnémeti	Grebur Miklós
I. Farkas Árpád	XI. Salamon Ernő Líceum	Gyergyószentmiklós	Lakatos Mihály
II. Ambrus Attila I	XI. Márton Áron Líceum	Csíksereda	Nagy Antal
II. Szilágyi István	X. Tamási Áron Líceum	Székelyudvarhely	Bardócz Imre
II. Orgonás József	XI. Bartók Béla Líceum	Temesvár	Varga Anna
II. Nagy Zsombor	IX. Bólyai Farkas Líceum	Marosvásárhely	Máthé Márta
II. Szócs Péter	XI. Tamási Áron Líceum	Székelyudvarhely	Bardócz Imre
III. Gál Kinga	XI. Bólyai Farkas Líceum	Marosvásárhely	Bíró Tibor

Dícséret

Máthé Zsolt	IX. Báthory István Líceum	Kolozsvár	Párhonyi Sándor
Patócs Attila	XI. Ady Endre Líceum	Nagyvárad	Pikó János
Páll Árpád	XI. Ady Endre Líceum	Nagyvárad	Pikó János
Miklós Krisztina	IX. Tamási Áron Líceum	Székelyudvarhely	Bardócz Imre
Balogh Attila	IX. Székely Mikó Kollégium	Sepsiszentgyörgy	Gábor Béla
Balázs Imre József	IX. Tamási Áron Líceum	Székelyudvarhely	Bardócz Imre
Blaskó Lóránd	IX. Kölcsey Ferenc "	Szatmárnémeti	Boga Márta
Telegdi Áron	IX. Báthory István "	Kolozsvár	Tellmann Jenő

Ez a verseny elsősorban szakmai gazdagodást jelentett mind a résztvevő diákok, mind a kísérő tanárok számára, közvetlen, hasznos tapasztalatcserét, s főleg a követelményszint egyeztetését. Segített a tehetséges tanulók felkutatásában, a szakköri tehetséggondozás hatékonyabb módszereinek kimunkálásában s általában a fizika iránti tanulói érdeklődés élénkítésében.

Külön elismerés illeti a verseny szervezőit a szakmai színvonalon túl a gazdag kulturális programok szervezéséért. Látogatást tettünk a Széchényi Emlékmúzeumban Nagycenkre, az "egyiptomi kőtemplomhoz", megtekintettük a leghűségesebb magyar város valamennyi múzeumát és történelmi nevezetességét. A Mikola Sándor és Vermes Miklós emléktáblánál az erdélyi és szlovákiai diákok is koszorút helyeztek el, s e jelképes gesztus is az összetartozás tudatát erősítette bennünk.

A kiváló szervezés és gazdag díjak mind Sopron városának vezetőségét dicsérik, a soproni Távközlési Igazgatóság hathatós segítségét, a Berzsényi Dániel Gimnázium, a Vas- és Villamossági Szakközépiskola valamint az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat önzetlen fáradozását. Név szerint megemlítendő Gnädig Péter és főleg Nagy Márton hozzájárulása a rendezvénysorozat sikeres lebonyolításához. Köszönet érte.

Darvai Béla
tanár

Brassai Sámuel Líceum
Kolozsvár

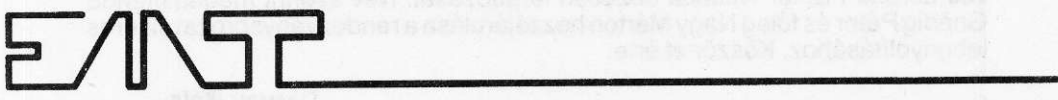
... az érdekes és új ötletek, ötletek, ötletek...
 ... az érdekes és új ötletek, ötletek, ötletek...
 ... az érdekes és új ötletek, ötletek, ötletek...

... az érdekes és új ötletek, ötletek, ötletek...
 ... az érdekes és új ötletek, ötletek, ötletek...
 ... az érdekes és új ötletek, ötletek, ötletek...

... az érdekes és új ötletek, ötletek, ötletek...
 ... az érdekes és új ötletek, ötletek, ötletek...
 ... az érdekes és új ötletek, ötletek, ötletek...

... az érdekes és új ötletek, ötletek, ötletek...
 ... az érdekes és új ötletek, ötletek, ötletek...
 ... az érdekes és új ötletek, ötletek, ötletek...

... az érdekes és új ötletek, ötletek, ötletek...
 ... az érdekes és új ötletek, ötletek, ötletek...
 ... az érdekes és új ötletek, ötletek, ötletek...



- Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság
- RO - 3400 Cluj - Kolozsvár, str. Universităţii 10
- Levélcím: RO - 3400 Cluj - Kolozsvár, C.P. 140
- Telefon: 111269 Telefax: 111402