

## Az ENSZ javaslatára 2005. a Fizika Nemzetközi Világéve

### 100 évvel ezelőtt történt

Az Igazság akkor tájban,  
Úgy jött felénk a Fizikában  
És megértettük üzenetét:  
Minden relatív,  
Az idő, a mérték, az érték.  
A makro- és mikrokozmosz  
Két külön világ,  
Az egyik folytonos,  
A másik kvantum  
Ebből nőtt ki egy új világ,  
Mely felvetett sok új Talányt.

A XX. század a természettudományos felfedezések századaként vonult be a történelembe. Közismert tény, hogy a természettudományok terén szerzett ismereteinknek több mint 90%-át a XX. században valósította meg az emberiség. Ezt a csodálatosan gyors fejlődést a fizika terén elért eredményeknek köszönhetjük, hiszen a különböző természettudományok (kémia, biológia, geológia, orvostudományok) látványos eredményei is nagyrészt a fizika terén elért eredmények következményei. Ezért jogos az megállapítás, hogy a XX. század a *FIZIKA SZÁZADA* volt. De nézzük csak meg, hogyan is indult el a fizikának ez a csodálatos fejlődése.

100 évvel ezelőtt történt, hogy egy fiatal, alig 26 éves fizikus, Albert Einstein a Svájci Szabadalmi Hivatal munkatársa, a híres német fizikai folyóiratban, az *Annalen der Physikben* három cikket közölt, amelyek alapvetően megváltoztatták addigi fizikai világképünket, és ez a változás a XX. század természettudományos fejlődésének is lényeges tényezője lett.

Az egyik cikke a speciális relativitáselmélet megalapozását jelentette, amely túllépi a klasszikus fizika kereteit. A relativisztikus fizika a nagysebességek fizikája (a fénysebességhez viszonyítva), amely általánosabb megfogalmazását adja a természet törvényeinek, ennek határeseteként a kis sebességek tartományában érvényes klasszikus fizika.

Egy másik cikkében Einstein a fényelektromos jelenségek törvényeit vezeti le a fénysugárzás kvantum emissziójának a feltételezése alapján és bevezeti a foton fogalmát. Így Max Planckkal karöltve a kvantumfizika megalapozójának tekinthetjük. E közleményéért kapta 1921-ben a fizikai Nobel-díjat.

A harmadik cikke a Brown-mozgásra vonatkozó törvényeket vezeti le, a matematikai statisztika módszereit alkalmazva. Ezáltal, Boltzmann mellett az elsők között alkalmazza a statisztika módszereit a fizikában és így a statisztikus fizika egyik megalapozójának tekinthetjük. A későbbiek során Schrödinger és Heisenberg munkássága nyomán nyilvánvalóvá lesz, hogy a mikrovilág leírása csak statisztikus jellegű lehet, a mérhető adatok valószínűségi értékek.

Ezek az eredmények egyúttal azt bizonyítják, hogy a mikrovilágban már nem érvényes a Laplace-féle determinisztikus világkép.

Ezek a kezdeti eredmények elindítói lesznek az elméleti fizika gyors fejlődésének, amelyek a későbbiek során számos nagyjelentőségű gyakorlati alkalmazáshoz vezet-

nek. Ezek nyomán olyan új fejezetei jelennek meg a fizikának mint a lézerfizika, a holográfia, a szilárd test elektronika, amelyek lehetővé teszik korunk nagy megvalósításának, az *elektronikus számítógépnek* a létrehozását. Ennek a csodálatos találmánynak a sokrétű alkalmazási lehetőségeit napjainkban még fel sem tudjuk becsülni, hiszen a számítógépeink és a hozzákapcsolódó informatikai háttértudományok még csak néhány évtizedes múltra tekinthetnek vissza, de már egyre nyilvánvalóbb, hogy a fizika ezen eredményei a XXI. században gyökeres társadalmi átalakuláshoz vezethetnek, amelyek kialakítják korunk új arculatát, az információs társadalmat. Ez a társadalmi formáció nagy lehetőségeket, de ugyanakkor nagy veszélyeket is rejt magában. Az egyént elárasztja az információk özöne, és ha nem képes megfelelően szelektálni, kiválasztani a számára erkölcsileg, kulturálisan és szakmailag hasznos anyagot, akkor fejlődése könnyen rossz irányba terelődhet. Hogy ezek a veszélyek elkerülhetők legyenek, az oktatás és a nevelés hatékonyságát kell növelni. Ehhez az információs társadalom új oktatási formái fognak széleskörű lehetőségeket biztosítani.

Az aeronautika és a számítástechnika terén elért eredmények tették lehetővé, hogy az ember kiszabaduljon a Föld „gravitációs börtönéből” és otthagyja lábnyomát más égitesten. Ugyancsak a számítógépnek és a távközlési műholdaknak köszönhetjük, hogy a Földünk a világháló jóvoltából, a hírközlés vonatkozásában egy ponttá zsugorodott, mivel közvetlenül fénysebességgel kommunikálhatunk a Föld legtávolabbi pontjai között.

Egy másik kiemelkedő eredménye a XX. század fizikájának az atomenergia békés célú felhasználása. A különböző környezetvédő szervezetek tiltakozásai ellenére, jelenleg az egyedüli járható út az emberiség energiagondjainak a megoldására, hiszen a fosszilis energiahordozók kimerülöben vannak és ha a ma embere felelőséggel gondol az utódok gondjaira, akkor a fosszilis energiahordozók pazarlását meg kellene szüntetni és jelenleg az egyedüli hatékony megoldás csak a megfelelően ellenőrzött atomenergia felhasználása lehet.

A számos felfedezésből, amelyhez a fizika alapvetően hozzájárult, csak hármat emeltem ki, olyanokat amelyeket az emberiség jövője szempontjából is nagy jelentőségűnek tekinthetünk. Büszkén említhetjük meg, hogy az itt felsorolt eredményekhez magyar tudósok is alapvetően hozzájárultak. Illő, hogy ez alkalommal megemlítsük azok nevét akik, a legtöbbet tettek az említett tudományterületek és gyakorlati alkalmazásaik megvalósításáért. Szilárd Leó (magfizika, reaktorteknika), Wigner Jenő, Nobel-díjas (kvantummechanika, magfizika), Teller Ede (magfizika, reaktorteknika), Gábor Dénes, Nobel-díjas a holográfia atyja, Neumann János, a XX. század egyik legnagyobb matematikusa (számítógépelmélet, kvantummechanika), Kármán Tódor, a modern aeronautika megteremtője.

A természettudományoknak a XX. században elért csodálatos fejlődése, amelynek fő mozgatója a fizika volt és amihez Einstein munkássága nagymértékben hozzájárult, tette emlékeztetővé az 1905-ös évet, e nagy tudós jelentkezését a tudományos életben. Ezért a 100 évvel ezelőtti eseményekre emlékezve az ENSZ 2005-öt a fizika világévének nyilvánította. A világon mindenütt, ahol a tudományt tisztelet övezi, megemlékeznek a fizika világévről. Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság is a maga szerény lehetőségei között emlékezik meg erről. Ennek egyik megnyilvánulása, a FIR-KA folyóiratunk ezen *emlékszáma*, amelyet a Fizika Világévének dedikáltunk.

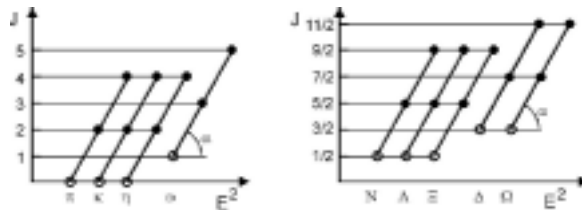
Puskás Ferenc

## Legújabb eredmények a részecskefizikában

II. rész

### 3. A hadronok gerjesztett állapotai

Adott hadron gerjesztett állapotainak azok a részecskék tekinthetők, amelyek minden belső kvantumszám tekintetében azonosak, és csupán energiában, valamint saját impulzusmomentumban, azaz spinben különböznek. Ha ábrázoljuk külön a barionok és külön a mezonok  $J$  spinjét az energia négyzetének függvényében, akkor rendkívül figyelemreméltó törvényszerűséget fedezhetünk fel, amint az a 3.1. ábráról leolvasható:



3.1. ábra

A hadronok  $J$  spinje  $E^2$  függvényében.

A  $J$  spin mindkét esetben az energia négyzetének lineáris függvénye. Ez annál is érdekesebb, minthogy az összes ismert mikro- és makro-rendszerrel az energia az, ami egyenesen arányos a  $J$  impulzusmomentum négyzetével:

$$E = J^2 / 2\Theta,$$

ahol  $\Theta$  a tehetetlenségi nyomaték.

Az egyetlen ismert kivétel a relativisztikus húr. Ennek a tulajdonságait a következőképp lehet összefoglalni. Gondoljunk el egy olyan  $2r_0$  hosszúságú, egydimenziós objektumot, amelynek végpontjai  $v_0=c$  fénysebességgel mozognak, középpontja áll, a többi pontjának sebessége pedig a

$$v = c(r/r_0)$$

képlet szerint változik. Tegyük fel, hogy a húr mentén a hosszegységre eső nyugalmi energia állandó:  $k$ . Ekkor az így definiált relativisztikus húr teljes energiája a következőképpen számítható ki:

$$E = 2 \int_0^{r_0} dr k (1 - v^2 / c^2)^{-1/2} = 2kr_0 \int_0^1 d(r/r_0) (1 - (r/r_0)^2)^{-1/2} = kr_0 \pi.$$

A  $J$  spin hasonlóképp kapható meg:

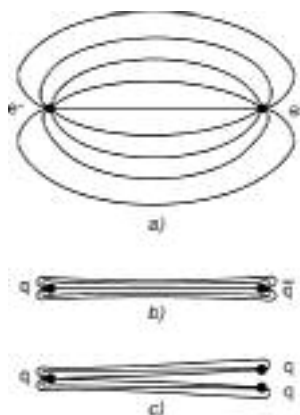
$$J = 2/(c^2 \hbar) \int_0^{r_0} dr k v r (1 - v^2 / c^2)^{-1/2} = 2kr_0^2 / (c \hbar) \int_0^1 d(r/r_0) (r/r_0)^2 (1 - v^2 / c^2)^{-1/2} = kr_0^2 \pi / (2\hbar c).$$

Összevetve,  $J$ -t és  $E^2$ -et, azt kapjuk, hogy

$$J = aE^2$$

ahol  $a^{-1} = 2\hbar ck\pi$ . Megállapíthatjuk tehát, hogy a relativisztikus húr (ami csak egy elgondolt modell) és a hadronok esetén  $J$  és  $E^2$  között ugyanolyan összefüggés érvényes. A hadronok tehát „olyanok”, mint a relativisztikus húr.

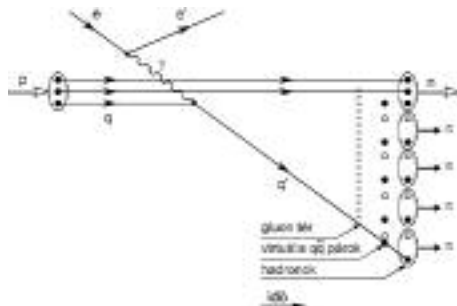
Első látszatra ellentmondás van a kvarkmodell és a húrmodell között, hiszen az egyik zsákhoz, a másik kötélhez hasonlítja a hadronokat. Az ellentmondás azonban megszűnik, ha figyelembe vesszük, hogy egy kvark és egy antikvark körül olyan gluontér alakul ki, amelynek erővonalai a kvarkból kiindulva a lehető legkisebb térfogatot kitöltve futnak be az antikvarkba, amint azt a 3.2 ábra szemlélteti. Ez a gluontér téregyenleteinek nem-lineáris jellegéből következik. A barionok esetén a helyzet hasonló: a gluontér erővonalai a kvarkból indulnak ki és egy két-kvark rendszerbe futnak be. (A csoportelméletből tudjuk, hogy az  $SU(3)$  csoportnak két független háromdimenziós alapábrázolása van. Az egyiket a kvarknak, a másikat az antikvarknak feleltetjük meg. Két kvarknak a kilencdimenziós szorzatábrázolás felel meg. A kilencdimenziós tér felbontható egy háromdimenziós és egy hatdimenziós irreducibilis al térre:  $3 \times 3 = \bar{3} + 6$ . Az előbbi megegyezik az antikvarknak megfelelő háromdimenziós ábrázolással. Csoportelméleti szinten tehát, egy antikvark és két kvark egyenértékű). Természetesen a relativisztikus húr egy idealizált határeset, a valóságos hadronikus húr inkább egy hurka semmint egy húr, aminek körülbelül 1 fm az átmérője. A hadronok alapállapotban inkább gömbszerűek, gerjesztett állapotokban inkább hurkaszerűek.



3.2 ábra

- a.) Az elektromos dipólus elektromos tere széttérül.  
 b.) Az erősen gerjesztett mezőben a kvark és antikvark között feszülő gluon tér minimális térfogatra terjed ki, ami a nem-lineáris téregyenletek következménye.  
 c.) Egy erősen gerjesztett barionban a minimális térfogatra kiterjedő gluon tér egy kvark és egy dikvark között feszül. Ez azért van mert a dikvark (csoportelméleti szempontból) megfeleltethető egy antikvarknak.

Amikor egy kvarkot el akarunk távolítani egy barionból, például rugalmatlan elektromos sugár segítségével, az elektrontól átadott foton elnyelődik az egyik kvarkon, amely megkapja a foton impulzusát. Ennek következtében a kvark eltávolodik a másik két kvarktól, és így egy kvark-dikvark konfiguráció jön létre. A kvark és a visszamaradott dikvark között egy húr szerű keskeny gluontér épül fel. A létrejött gluontér energiája rovására kvark-antikvark párok képződhetnek. A kilökött kvark egy képződött antikvark társaságában pionként távozik. Ezt további pionok követhetik. Az utoljára képződő kvark-antikvark párból az antikvark távozik egy pion kötelékében, míg a kvark visszamarad a dikvark társaságában. A végeredmény tehát az, hogy egy három kvarkból álló barion marad vissza. A lényeg tehát az, hogy a kiindulási barion egy kvarkját sikerült eltávolítani, de a végállapotban csak legális hadronok vannak jelen, egy barion és valahány pion.



3.3 ábra

$A p + e \rightarrow n + e' + \pi + \dots + \pi$  reakció

#### 4. Exotikus hadronok

Negyven évig tartotta magát az a dogma, hogy a barionok három kvarkból, míg a mezonok egy kvark-antikvark párból állnak. Természetesen ezt nem szószerint kell venni, hiszen minden kvantumrendszerben jelen van a vákuumpolarizáció jelensége, ami azt jelenti, hogy az energiamegmaradás törvénye a Heisenberg-féle bizonytalansági reláció „által engedélyezett mértékben” megsérülhet, miközben virtuális részecske-antirészecske párok jöhetnek létre. Így a hadronokban is mindig található a körülményeknek megfelelő virtuális kvark-antikvark párok. Az elmúlt két évben azonban kiderült, hogy ez a dogma csak közelítő érvényű, mert igenis vannak olyan hadronok, amelyekben (kvark, kvark, antikvark, antikvark) található, ezek a tetrakvarkok, vagy (kvark, kvark, kvark, kvark, antikvark), ezek a pentakvarkok.

Hangsúlyozni, kell, hogy a „fölösleges” kvark-antikvark pár ezekben a hadronokban nem virtuális állapotban van jelen, hanem valóságosan. Úgy is lehetne gondolni, hogy a tetrakvark két mezonból álló molekula, míg a pentakvark egy barionból és egy mezonból álló hadron „molekula”. Hangsúlyozni kell azonban, hogy ezekben a „molekulákban” a hadronikus „atomok” nem őrzik meg úgy az önállóságukat, mint a közösleges atomok a közösleges kémiai molekulákban. Először nézzük a kísérleti tényeket. Egy Japánban működő kutatócsoport (KEK) 2003-ban számolt be arról, hogy találtak egy olyan 3872 MeV tömegnek megfelelő rezonanciát, azaz egy olyan véges élettartamú, véges energiabizonytalanságú részecskét, ami  $((uc)(\bar{d}\bar{c}))$  összetételű tetrakvarkként értelmezhető. A kísérlet a következő volt. Elektron-positron ütköztetés révén előállították a híres bottomiumnak nevezett  $Y$  rezonanciát, ami egy bottom kvarkból és egy bottom antikvarkból áll, ami rövid idő alatt elbomlik:

$$e^+ + e^- \rightarrow Y \rightarrow B^+ + B^-, \text{ ahol } B^+ \Rightarrow (u\bar{b}) \text{ és } B^- \Rightarrow (\bar{u}b).$$

Ezután az így előállított  $B^+$  bomlását vizsgálták:

$$B^+ \rightarrow K^+ + \pi^- + X^+ \rightarrow K^+ + \pi^- + \pi^+ + \psi^0.$$

Ahol  $\psi^0$  a híres charmonium, ami egy charm-anticharm kötött állapota, (hasonlít a bottomiumhoz.) Azt találták, hogy a bomlás első lépésében keletkezik egy  $X^+$ -nek nevezett részecske, ami az  $X^+ \rightarrow \pi^+ + \psi^0$  módon bomlik tovább. Ez azt jelenti, hogy  $X$  összetétele:  $((uc)(\bar{d}\bar{c}))$ . Megmérve a keletkező bomlástermékek kinematikai változóit, azt találták, hogy az  $X$  nyugalmi tömegének megfelelő mennyiségben 3872 MeV-nál egy rezonanciacsúcs található. Ez tehát egy véges élettartamú tetrakvark.

Ugyancsak 2003-ban fedezték fel a  $D_s(2317) \Rightarrow ((uc)(\bar{us}))$  tetraquarkot is.

Azóta találtak három pentaquarkot is.

$$\begin{array}{lll} \Theta^+ (1540) & \Rightarrow & ((ud)(ud)\bar{s}) \\ \Xi (1862) & \Rightarrow & ((ud)(ud)\bar{d}) \\ D^* (3099) & \Rightarrow & ((ud)(ud)\bar{c}) \end{array}$$

Ezen eredmények alapján várható, hogy előbb-utóbb bottom, illetve top kvarkot tartalmazó exotikus hadronokat is fognak találni. A kvark-összetételt megadó formulákban két-két kvarkot zárójelbe tettünk. Ezek dikvarkok. R. Jaffee és F. Wilczek elemzése kimutatta, hogy az exotikus hadron molekulákban kitüntetett szerepe van a dikvarkoknak. Az előzőekben említettük, hogy a dikvark csoportelméleti szempontból úgy viselkedik, mint egy antikvark. Ezek szerint a tetraquarkok, amik egy dikvarkból és egy antikvarkból állnak, megfelelnek egy antikvarkból és egy kvarkból álló párnak, azaz egy mezonnak. A pentaquarkban hasonlóképpen két dikvark és egy antikvark van jelen. Ez megfelel három antikvarknak, azaz egy antibarionnak. Ha az exotikus hadronokban nem dikvarkok lennének jelen, hanem kvark antikvark párok, akkor ezek a kész, mondhatni „előregyártott” mezonok gyorsan eltávoznának és így az exotikus hadronoknak olyan rövid lenne a bomlási ideje és ezzel együtt olyan nagy az energia bizonytalansága, hogy meg se lehetne figyelni őket. Az exotikus hadronok jellemző tulajdonsága, hogy bennük nehéz kvarkok fordulnak elő. Ez elméleti szempontból azért érdekes, mert alkalmat adnak arra, hogy a különböző modellek teljesítőképességét ellenőrizzük.

## 5. Higgs bozon

Amint a bevezetőben említettük, az egy fotonon, a három gyenge bozonon és a nyolc gluonon, azaz a tizenkét mérték bozonon kívül létezik még egy „szerencsétlen” tizenharmadik bozon is, ez a Higgs skalár. Pontosabban léteznie kell, de eddig kísérletileg még nem sikerült megtalálni. A Higgs skalár egy nagyon fontos alkatrésze a Standard Modellnek, mert a Higgs térrel való kölcsönhatás produkálja a gyenge bozonok szokatlanul nagy tömegét és hozzájárul a többi részecske tömegéhez is (kivéve a foton). Sokáig úgy tűnt, hogy a Higgs bozon kísérleti kimutatása a Standard Modell megkoronázása lesz, amellyel lezárul egy fontos fejezete a fizikának. Kitűnt azonban, hogy a Higgs bozon erősen remélt megtalálása távolról sem lesz egy „tanévzáró Te Deum Laudamus”, hanem inkább egy „tanévkezdő Veni Sancte Spiritus”. Már régebben megállapítást nyert ugyanis, hogy a Higgs bozon tömege nem állandó. A tömeg kvantumkorrekciói a rendszer energiájával együtt növekszenek. Ez egy olyan anomália, ami a Standard Modellt alapjaiban támadja meg. Kitűnt azonban, hogy ez az anomália megszűnik, ha a modellt szuper-szimmetrikusan kiterjesztjük. Ez azt jelenti, hogy a Standard Modell minden fermionjához egy bozont és minden mérték bozonjához egy fermiont társítunk. Ezen szuperszimmetrikus részecskék kvantumkorrekciói pontosan kompenzálják a Standard Modell részecskéinek járulékait. Így a Higgs bozon tömegével kapcsolatos anomália megszűnik. Ez viszont azt jelenti, hogy a Higgs bozonon kívül még meg kell találnunk 12 szuperszimmetrikus részecskét, ami elég kemény feladatot jelent. Ebben a helyzetben bizonyos változás következett be. Bebizonyították ugyanis, hogy a Higgs bozon tömegével kapcsolatos anomáliát nem csak a szuperszimmetrikus kiterjesztés útján lehet megszüntetni. Kitűnt ugyanis, hogy létezik a Standard Modellnek egy olyan kiterjesztése is, amelyben minden fermionhoz egy másik fermiont és minden bozonhoz egy másik bozont kell társítani. A Higgs bozonnal együtt tehát most is még

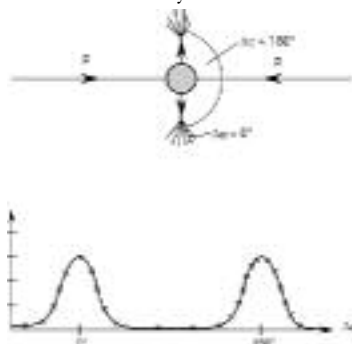
további 13 szerencsétlen részecskét kell felfedezni. Ezek közül még egy sincs meg, ezért túlzott optimizmus, (vagy pesszimizmus) azt hinni, hogy a részecskefizika a lezárás stádiumához közeledik. Indokolt inkább azt hinni, hogy most jön a neheze. „Veni Sancte Spiritus!”

## 6. Kvark-Gluon Plazma

A nagyenergiás fizika, ami a magfizika és a részecskefizika ötvözetét jelenti, a modern fizika egyik legfontosabb kérdésére keresi a választ. Ez a következőképpen hangzik: „Meg lehet-e olvasztani a hadronokat?” Más szóval ez a kérdés azt jelenti, hogy vajon lehetséges-e földi körülmények között, nagy energiás nehéz atommagok összeütköztetésével olyan nagy hőmérsékletű, nagy sűrűségű, nagy nyomású állapotot előidézni, amelyben a nukleonok börtönébe zárt kvarkok kiszabadulnak, és egy kvark-gluon plazma elnevezésű állapotba mennek át. A folyamat emlékeztet egy forradalmi körülmények között kitört börtönlázadáshoz, amikor is az utcai harcok hatására a három személyes cellákba zárt kvark rabok fellázadnak és lerombolják a celláik falait. A cellafalakat alkotó gluon darabokkal akarnak részt venni a forradalomban. A szabadságra vágyó kvarkok, azonban csak a börtön udvarig jutnak el, ahol egymást verik a gluon darabokkal, majd a forradalmi hevület csökkenésével visszakullognak és hármassával újra építik a saját háromszemélyes celláikat. A külső megfigyelő már csak ezeket a hiánytalan darabszámú cellákat, illetve az azokból kiáradó „panasz” észleli. Szakmai zsargonban az előbbieket barionoknak, az utóbbiakat mezonoknak hívják. Az a természet rendje szerint való, hogy a végén ugyanannyi cella található (ez a barionszám megmaradásának a következménye).

Kvark gluon plazmát előállítani azért lenne fontos, mert meg vagyunk arról győződve, hogy a Big Bang után egy ideig az egész Világegyetem ilyen állapotban volt. Jelenleg a Kvark Gluon Plazma előállítására irányuló nagyszabású kísérletek Brookhaven-ban folynak a RHIC (Relativistic Heavy Ion Collider) segítségével. Ez egy nagyenergiás tároló gyűrű, amelyben elsősorban, protonokat, deuteronokat és arany atommagokat gyorsítanak. A tároló gyűrű különböző pontjain elhelyezett detektorok belsejében történik a szembefutó nyalábok ütköztetése. Ezen detektorok közül a PHENIX elnevezésű mellett dolgozik egy igen sikeres magyar csoport, most azonban mégis a STAR elnevezésű detektorral kapott eredményeket ismertetjük, mert ezeket könnyebb értelmezni.

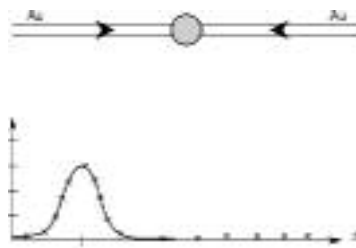
Megvizsgálták két azonos energiára gyorsított protonnyaláb ütköztetése révén kapott eseményeket. Azt találták, hogy a proton – proton ütköztetés során igen gyakran keletkezik olyan két-hadron jet, amelyek a protonnyalábra merőleges síkban egymással ellentétes irányba repülnek szét igen nagy impulzussal. Az impulzusmegmaradás törvénye következtében a két hadron jet impulzusa egymással megegyezik, csupán az irányuk ellentétes. Ha tehát kiválasztunk két tranzverzális hadront, akkor azok vagy közel zérus fokot bezáró, vagy közel 180 fokot bezáró irányban mozognak, attól függően, hogy az egyik, vagy a másik jethez tartoznak.



6.1 ábra  
 $p+p \rightarrow \text{jet} + \text{jet}$  ütközés

Két tranzverzális nagyenergiás hadron előfordulási gyakorisága a  $\Delta\phi$  szögkülönbség függvényében a következőképpen fest (6.1 ábra). Ez egy teljesen természetes, jól érthető dolog.

Nézzük ezután azt az esetet, amikor arany atommagot ütköztetünk arany atommaggal. Azt várjuk, hogy az ütköző arany atommagokban jelenlevő nukleonok ütközése során keletkező nagy tranzverzális impulzusú hadron-párok normál gyakorisága, a  $\Delta\phi$  szögkülönbség függvényében ugyanolyan lesz, mint amilyen volt két proton esetében. Ezt a feltételezést a kísérlet messzemenően cáfolja: 6.2. ábra.



6.2 ábra

$Au + Au \rightarrow jet + jet$  ütközés

A 180 foknál tapasztalt csúcs, ami jelen volt a p+p ütközésben, most teljesen hiányzik, de a 0 foknál tapasztalt csúcs megvan! Mi ennek az oka? Azért, hogy ezt a kérdést meg lehessen válaszolni, elvégezték az Au+d kísérletet. Az eredmény ugyanaz volt, mint a p + p ütköztetés esetén. Mind a két maximum jelen van! Az Au + Au esetben tapasztaltakat meg tudjuk érteni, ha feltételezzük, hogy az ütközés során egy erősen abszorbeáló közeg keletkezett. Ha egy hadron kijut az ütközés helyéről, akkor egy vele közel párhuzamosan mozgó másik hadron is ki tud jutni. Az a hadron viszont nem, amelyik ellentétes irányba indul, mert annak egy erősen abszorbeáló közegen kellene átküzdeni magát. Ez azonban nem sikerül. Ez a közeg elnyeli a kijutni igyekvő hadront. A következtetés tehát az, hogy az Au + d ütközésben ilyen erősen abszorbeáló közeg nem keletkezett, de az Au + Au esetben igen! Nyomon vagyunk! Ez lesz a Kvarc Gluon Plazma! Hátra van még az, hogy ellenőrizzük ennek a közegnek a tulajdonságait és összevessük az elméletileg várt tulajdonságokkal. Ha egyezést tapasztalunk, akkor elmondhatjuk, hogy „jó multság, férfi munka volt!”. Befejezésül szeretném hangsúlyozni, hogy amit találtak, az nem egy spekulatív elmekonstrukció igazolása, hanem egy valódi fizikai jelenség felfedezése. Ez egy gyönyörű jelenség! Ez azt bizonyítja, hogy a hadronikus anyagnak egy új halmazállapotát találták meg! A hátralévő feladat már „csak” az, hogy megkeressék ennek az új halmazállapotnak a helyes elméleti leírását.

Lovas István

a Magyar Tudományos Akadémia tagja



## Áramlások, örvények és egyéb érdekes jelenségek

VI. rész

### A szélcsatornától a repülőgépig

A nagy sebességű járművek és a repülőgépek szélcsatornában történő vizsgálatánál hasonlósági modelleket használnak. Milyen kell, hogy legyen a hasonlósági modell? A



szélcsatornában létesített körülmények határozzák meg, hogy az alkalmazott modell milyen arányú kicsinyített mása legyen a vizsgált gépnek. A hidrodinamika alaptörvényeiből levezethetők a hidrodinamikai hasonlósági törvények. Mely szerint geometriailag hasonló áramlásoknál, pl. két hasonló testnél, egy repülőgépnél és a megfelelő modelljénél, akkor alakulnak ki hasonló áramlási feltételek, amelyek az erőhatásokra is kiterjednek, ha mindkét testre a saját áramlási terükben megegyező Reynolds-szám adódik. E törvény alapján felírható a következő egyenlet :

$$R=R_h \text{ vagy } (\rho \cdot r \cdot v / \eta) = (\rho_h r_h \cdot v_h / \eta_h) \quad (20)$$

A képletben  $r$  indexszel szereplő mennyiségek a szélcsatornára vonatkozó adatokat jelentik,  $r$  az áramlásra geometriailag a legjellemzőbb hossz méretét jelenti a vizsgált testnek, például egy gömbnél a sugárát, repülőgépnél a szárnytávolságot. Egy légcavaros repülőgép esetében a Reynolds-szám eléri a  $10^6 - 10^7$  értéket. Ennek megfelelően kell a hasonlósági modell méretét és a szélcsatornában kialakított áramlási feltételeket megválasztani. A (20). összefüggésből következik, hogy ha  $r_h$  1/100 része  $r$ -nek, akkor a  $\rho_h \cdot v_h$  szorzatot kell 100-szorosára növelni. Ami azt jelenti, hogy igen nagy sebességű, és nagy sűrűségű légáramot kell létrehozni a szélcsatornában. Az áramlási sebesség növelése 200 m/s érték fölött már nagy technikai nehézségeket jelent, ezért a  $\rho_h$  sűrűség növelésével lehet kisebb sebességű szélcsatornákat építeni. A sűrűséget az által lehet növelni, hogy zárt rendszerben magas nyomású levegőt áramoltatnak. A nagy nyomú levegőnek nagyobb lesz a sűrűsége. A szélcsatorna méretét a vizsgált hasonlósági modell mérete szabja meg. Figyelembe kell venni, hogy a vizsgált testet körülvevő határreteg vastagsága is benne kell legyen a szélcsatornában, amint azt a Kármán-féle örvényút elmélet megköveteli (lásd IV. rész, FIRKA 4-es szám). Hogyan határozható meg a szélcsatornába helyezett test körül kialakult határreteg vastagsága? A hidrodinamikában egy empirikus összefüggést vezettek le, amely jó közelítéssel megadja a határreteg vastagságát, mely szerint :

$$\delta \approx \sqrt{\frac{\eta \cdot L}{\rho \cdot v}} \quad (21)$$

ahol  $L$  jelenti az áramlási térben a testre jellemző lineáris méretet. Egy repülőgép esetében a  $\delta$  értéke mindössze 1 és 10 cm között van. Tehát a szélcsatorna mérete nem kell sokkal nagyobb legyen a behelyezett hasonlósági modell méreténél. Így a hasonlósági modell méretét elsősorban a szélcsatornában megvalósítható technikai feltételek (áramlási sebesség, levegő sűrűség) szabják meg. Ezeknek megfelelően a hasonlósági modell mérete a valóságos géphez viszonyítva, annak 1/10 és 1/100 közötti kicsinyített mása kell legyen. A szélcsatornában rendszerint előbb a hasonlósági modelleken végzik el a vizsgálatokat, amelyekből igen fontos adatokat lehet kapni a gép tervezésére vonatkozóan. Ezek a vizsgálatok lehetnek csak kvalitatív jellegűek, például a vizsgált gép körül kialakuló áramvonalak és örvények kialakulását vizsgálják füst markeres módszerrel. Ilyen esetet láttunk a 36. ábrán (FIRKA 5. szám), vagy amint a 40. ábrán láthatjuk, hogy a Zsukovszkij szárnyprofil körül milyen örvénytér alakul ki. (az ábrán a fénykép után készült grafikus vázlat látható).

Ha a repülési sebességet növelni akarjuk, akkor a szárnyprofil körül kialakult örvényképződést meg kell szüntetni, vagy nagy mértékben csökkenteni, ami végső fokon azt jelenti, hogy a nagyobb sebességű gépeknél más szárnyprofilot kell alkalmazni.



40. ábra

A madarak repülését tanulmányozva rájövünk, hogy a repülésnek lényegében két lehetséges módozata van. Az egyik az ún. *evezős repülés*, ez a madaraknál figyelhető meg, szárnyaik csapkodásával a sűrű közegben (levegőben) előretolják magukat, úgy ahogy a csónak halad a vízben, ha az evezőkkel „lapátolva” toljuk előre a csónakot. Ebben az esetben a madár izommunkája szolgáltatja a hajtóerőt. Ugyanez a repülési mód figyelhető meg a szárnyas rovarok esetében. Az aerodinamikai emelő erőt a létrejött mozgási sebességnél kialakuló közegellenállás eredményezi (lásd Firka V. rész).

Az első repülési kísérleteknél, az ember is, talán az Ikarus legenda nyomán, de főleg a madarak repülését tanulmányozva, ezzel a módszerrel próbálkozott, amikor mesterséges szárnyakat testére szerelve, azokat kezével mozgatva igyekezett a levegőbe emelkedni. Ez az út nem bizonyult járhatónak mivel az ember fizikai adottságai ezen a téren messze elmaradnak a madarakétól, de a motorral hajtott csapkodó szárnyú repülő, amely a madarak evezős repülését utánozta, szintén nem bizonyult járható útnak. A repülésnek a másik módja amely ugyancsak megfigyelhető a madaraknál, a *sikló-emelő repülés*. Ennél a repülési módnál a madár a már meglévő mozgási energiáját felhasználva lefelé siklik, és a fellépő közegellenállás folytán ható aerodinamikai emelőerőt használja fel a levegőben való fennmaradásra, de ha kedvező felfelé irányuló légáramlatok vannak az is megfelelő emelőerőt biztosít. A repülésnek ez a módja nem igényel energia befektetést a madár részéről. A motor nélküli vitorlázó repülés ugyancsak a sikló-emelő repülés elvén alapszik. Ebben az esetben a vitorlázó gépet motoros vontatással vagy gumiköteles katapultálással indítják, majd a felfelé irányuló légáramlatokat kihasználva emelő-sikló repüléssel kedvező körülmények között több kilométer magasságba is felemelkedhet és több száz kilométer távolságot berepülhet. A repülőgépek a repülésnek ezt a változatát alkalmazzák, amennyiben a megfelelő mozgási sebesség folytán a szárnyakra ható közegellenállási emelőerőt használják a gép levegőben tartására.

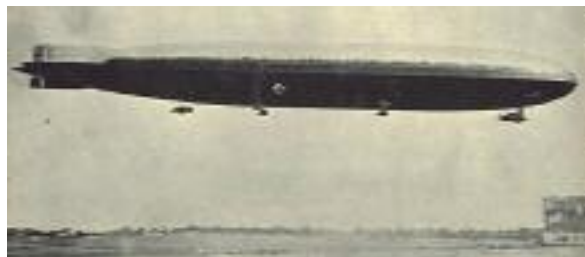
Mielőtt a repülőgépekről részletesebben beszélénk érdemes röviden áttekinteni a repülés történetének fontosabb mozzanatait.

*A repülés történetéről.* A madarak repülését látva, valószínűleg már az ősemberben is felmerült a repülés utáni vágy, hiszen ez nagyobb sebességgel való mozgást és nagyobb távlatokba való kitekintést jelentett. Számos ókori legendában, de napjaink meséiben is megtaláljuk a repülés utáni vágy gondolatát, a szárnyas embert, a repülő szőnyeget, vagy a madárháton repülő hőst. Az európai legendák közül a legismertebb az Ikarusz-legenda.

A modern repülés első nagy úttörője Leonardo da Vinci (1485) volt, aki különböző repülő szerkezetek részletes vázlatait, rajzait hagyta az utókorra. A repülés mechanikájának tudományos vizsgálatával először Hooke (1655) foglalkozott. Az első eszköz, amellyel ember a levegőbe emelkedett, a Montgolfier-testvérek léggömbje volt (1783). Az első siklórepülést és az azzal kapcsolatos aerodinamikai vizsgálatokat O. Lilienthal végezte 1889-ben. Az első motoros repülőgép megépítése, amely a levegőbe emelkedett (katapultos indítással), az amerikai Wright-testvérek nevéhez fűződik (1903), bár ez a gép kb. egy fél percet repült a levegőben, mégis ez a repülés történelmi jelentőségű volt. Bebizonyította, hogy a levegőnél jóval súlyosabb motoros meghajtású gépek repülésre alkalmasak. Az első távolsági repülést Blériot valósította meg, aki 1909-ben átrepülte a La Manche csatornát (34 km, 32 perc). Ez a repülés korszakalkotó jelentőségű volt, mert rámutatott a légi közlekedés lehetőségeire. Ezután számos sportember és amatőr barkácsoló kezdett különböző típusú repülő alkalmatosságokat építeni. Ezeknek a kipróbálása során, gyakran súlyos balesetek is adódtak. Egyre inkább bebizonyosodott, hogy a repülésre alkalmas eszközök kifejlesztése csak a tudományos kutatások segítségével valósítható meg.

Kezdetben két irányban indult meg a kutatás. Egyrészt a különböző típusú repülőket, másrészt a levegőnél kisebb sűrűségű gázzal (hidrogén, hélium) töltött léghajók irányában folytak kutatások.

A *léghajók* az archimédeszi felhajtóerő folytán emelkednek a magasba, vízszintes irányú mozgásukat a repülőgéphez hasonlóan benzin-motor hajtotta légcsvár húzóereje teszi lehetővé. Léghajók tervezésére és előállítására főleg Németországban folyt eredményes kutató munka W. Zeppelin irányításával. A képen látható Zeppelin léghajó (41. ábra), méreteiben is impozáns légi jármű, hossza 245 m, magassága 45 m, 1.900.000 m<sup>3</sup> térfogatú, utazási sebessége 125 km/óra. A repülőgépek ma már teljesen kiszorították a léghajókat a légi közlekedés területéről, de fénykorukban sem bizonyultak biztonságos légi járműveknek. Ugyanis töltőgázként hidrogént alkalmaztak, mivel a hélium igen drága és nehezen beszerezhető, ugyanakkor a hidrogén a legkisebb sűrűségű, a legolcsóbb és könnyen előállítható töltő gáz, de van egy óriási hátránya. Közismert, hogy a hidrogén roppant gyúlékony és nagy tömegben nagyon robbanékony anyag. A kilencszázas évek elején a Zeppelin és más típusú léghajók egész sora pusztult el légi katasztrófa következtében, minden esetben hidrogén gázrobbanás okozta baleset miatt. Végül is az 1930-as évektől kezdve beszüntették a hidrogén töltetésű léghajók gyártását és a légi közlekedés fejlesztése kizárólag a repülőgépre összpontosult.



41. ábra

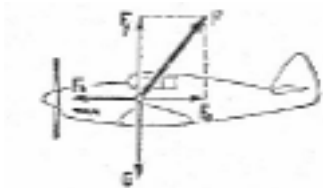
Az első világháborúban már nyilvánvalóvá vált, hogy a repülőgépre fontos szerep hárul a jövő hadviselésében és a nagyhatalmak ettől kezdve fokozott figyelmet fordítottak a repülőgépek fejlesztésére, így ez a terület egyre inkább a tudományos kutatások előterébe került. A cél az volt, hogy minél nagyobb sebességű gépeket tervezzenek, amelyek leszállás nélkül nagy távolságot tehessenek meg, nagy tömeg szállítására legyenek alkalmasak és végül minél nagyobb magasságban repülhessenek. Ahhoz, hogy ezeket a célkitűzéseket megvalósíthassák nagyon komoly kutató munkára volt szükség. Létrejött egy új és nagyon lendületesen fejlődő iparág, a repülőgép-gyártás és tervezés ipara, amely a tudósok és a különböző szakemberek tízezreit foglalkoztatta. Ez tette lehetővé, hogy a szárazföldön és vízben közlekedő ember egyre inkább légi közlekedésű lényé alakult át. A XX. század ipari forradalmának jelentős területét képezte a különböző típusú légi járművek gyártása, amelyhez hozzávehetjük az űrhajózási berendezéseket is, és valószínűleg a jövőben is a modern ipar legfejlesztettebb ágazata lesz.

A második világháború végére kifejlesztettek olyan vadászrepülőket, amelyeknek a sebessége elérte az 1 mach (a hangsebességgel egyenlő) értéket, de ezek a gépek már más hajtóművekkel rendelkeztek, nem légcsváros gépek voltak. A dugattyús motorral hajtott légcsváros gépeknél a maximális sebesség 750 km/óra, a gázturbinás légcsváros (turbo-légcsváros) gépeknél 1000 km/óra, ennél nagyobb sebesség csak sugárhajtóműves („lökhajtásos”) repülőgépekkel érhető el. Ma már ott tartunk, hogy olyan interkontinentális személyszállító repülőgépek tervein dolgoznak, amelyek 2,5 mach se-

bességgel 50 km feletti magasságban haladva 15.000 km megtételére képesek (leszállás nélkül), 1000 utassal a fedélzeten.

*A repülőgép.* A 42. ábrán látható, hogy vízszintes repülés esetén milyen erők hatnak a gépre. Ahhoz, hogy állandó sebesség mellett stabil repülési feltételek valósuljanak meg, az szükséges, hogy a légcsavar  $F_b$  húzóereje egyenlő legyen az  $F_e$  ellenállási erővel, ugyanakkor a gépre ható erők eredője és a súlypontra vonatkoztatott forgatónyomatékok eredője zéró kell legyen. Ez utóbbi feltétel akkor teljesül, ha az eredő erők támadópontja a gép súlypontjában van, vagy siklórepülés esetén a súlyvonalon. Biztosítani kell a mozgó repülő állandó kormányzását.

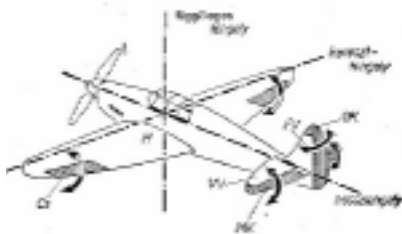
Ez két szempontból szükséges. Egyrészt, hogy a gépet a célhelyre eljuttassuk, biztosítani kell a három térirányban való mozgatását, másrészt a külső légáramlatok (szelek) változásai kisebb nagyobb mértékben megváltoztatják a gépre ható erőket és azok támadáspontjait. Megfelelő kormányzással általában biztosítható a stabilitás fenntartása.



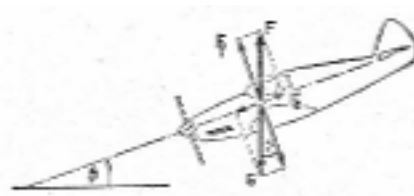
42. ábra

A kormányzás történhet kézi vezérléssel vagy robotpilóta által.

A gép stabilitása és irányítása miatt két hordfelületet kell kialakítani (lásd 43. ábrát). A fő hordfelületet a törzs elején lévő két szárny biztosítja, de a törzs végén a farkon is van egy kisebb hordfelület (VV) vízszintes vezérsík, amelyen az (MK) magassági kormány sík található. Ennek az elforgatása teszi lehetővé a gép keresztengely körüli forgatását. Ugyancsak a farkon található az (FV) függőleges vezérsík, amelynek a végén található elforgatható lemez az (OK) oldalkormány, amely a gépet a függőleges tengely körül forgatja. A két szárny hátsó szélén található (CS) csűrőlapok, mindig ellentétes irányba fordulnak, ha az egyik lefelé akkor a másik felfelé billen és így a hosszengely körül forgatják a gépet.



43. ábra



44. ábra

Ha csökkentik a motor fordulatszámát vagy éppen leállítják, akkor csökken a húzóerő és a gép siklórepüléssel szállhat le, a vízszintessel  $\beta$  szöget alkotó egyenes mentén (lásd 44. ábrát). Ebben az esetben a gép súlyát, az  $F$  eredő erőt, az  $F_e$  közegellenállási erő és az  $F_f$  emelő erő a gép súlyának a megfelelő komponensei egyenlítik ki :

$$G = F, \quad F_e = G \cdot \sin\beta, \quad F_f = G \cdot \cos\beta \quad (22)$$

A  $\beta$  szöget a gép *siklószögének* nevezik. A siklószög tangense a siklószám:  $\text{tg}\beta = F_e/F_f$ . Minél kisebb a siklószám értéke, annál simább és biztonságosabb a leszállás. A repülőgépeknél ez kb. 1/10 körüli érték (a megfelelő siklószög  $\beta = 5,7^\circ$ ), a vitorlázó repülőgépeknél akár 1/27-re is lecsökkenthető. Például, ha leszálláskor a pilóta 1/10-re választja a siklószámot, akkor a repülőtértől 5 km-re el kell kezdje a leszállási manővert, és

ekkor a gépet 500 m kezdeti magasságba kell hozza. A nagy forgalmú légikikötők szükségessé teszik a meredekebb siklószöggel és a nagyobb sebességgel való leszállást, mivel ez csökkenti a leszállási időt. Ez a gép konstruktőröket arra készíti, hogy a gép orr és farok részén speciális állítható fékszárnyakat alkalmazzanak.

A kis sebességű gépeknél a hordfelület alakja az 40. ábrán látható klasszikus forma, melynek Zsukovszkij profilja van, a nagy sebességű, különösen a szuperszonikus gépeknél, a hordfelület alakja és profilja különleges kiképzésű. A szárny lehet hátranyilatott (45a ábra), vagy delta alakzatú (45b ábra), a szárny-profil csepp vagy lencse alakú.



45/a ábra



45 b. ábra

Ha egy pillanatképet akarunk bemutatni a modern légi közlekedés és repülőgéppark jelenlegi állásáról, akkor a legcélszerűbb, ha néhány repülőgép típus esetében megvizsgáljuk annak legújabb változatát.

A polgári légi forgalomban a legfejlettebb technológia alkalmazását a nagytávolságú utasszállító gépeknél figyelhetjük meg. Ezek az interkontinentális járatú gépek ki kell, hogy elégték a légitársaságok elvárásait, amely a biztonságos és gazdaságos üzemeltetésre vonatkozik. Ez azt jelenti, hogy olyan hajtóműveket kell alkalmazni, amelyek jó hatásfokú és biztonságos üzemeltetés mellett lehetővé teszik a hangsebesség közeli repülést több száz utassal a fedelzetén.



46. ábra

Így jelentek meg a különböző európai és amerikai tervezésű óriásgépek, a Concorde, a Tu 144 és a különböző Boeing típusok. Jelenleg ebben a kategóriában a legnagyobb és a legkorszerűbb gép, a nyugat-európai tervezésű *Airbus A380* (46. ábra), amelyet 2005 januárjában mutattak be és valószínűleg már az idén forgalomba is állítják. Ez a 8 emelet magas (24 m.), 4 sugárhajtóművel rendelkező gépóriás 73 m hosszú, a szárnyai közötti fesztávolság 80 m. A gép két szintes (emeletes) utasterében 555 utas befogadására alkalmas, de ha csak turista osztályra alakítják át, akkor 800 utast tud szállítani, súlya közel 600 tonna. Az utazó sebessége 0,89 mach, de rövid időre 1 machra is felgyorsítható. A gép belsejében liftek és mozgólépcsők szolgálják az utasok és a személyzet gyors és kényelmes mozgását. Jelenleg csak 81 légikikötő hajlandó fogadni ezt a gépóriást, amelynél a fő gondot nem is a kifutópálya hossza, hanem a röptéri kiszolgálása jelenti. Ugyanis a légitársaságoknak csak akkor kifizetődő a járat, ha a gép nem tartózkodik 90 percnél hosszabb ideig a röptéren. Ennyi idő alatt kell az utasokat ki- és a következő

járat utasait beszállítani, ugyanakkor el kell végezni a szükséges műszaki ellenőrzést, üzemanyag feltöltést, áru, csomag és hulladék átrakást. Mindezt a gép rendelkezésére álló 850 m<sup>2</sup>-es felületen kell megvalósítani, a gépet kiszolgáló 20 speciális szolgálati kocsni segítségével. Már a gép tervezésénél figyelembe kellett venni ezeket a repülőtéri követelményeket, ezért a gépet 24 speciális ajtóval látták el, és a gépbe történő utas és áruszállításra újszerű megoldást terveztek. A leszállt gép meghatározott helyre, a terminál közelébe kell begördülni. A terminál épületéből több emelet magasságból csuklós folyósok csápszerűen kinyúlnak és a gép ajtóihoz kapcsolódnak, ezeken keresztül történik az utas és az áruforgalom lebonyolítása, így ez a tevékenység nem zavarja a gép műszaki ellátását és nagyon kis felületet vesz igénybe a gép kiszolgálása. Az első *Airbus A380* csak az év végén fog szolgálatba állni, de máris nagy az érdeklődés iránta. A különböző légitársaságok több mint 150 gép vásárlására tettek bejelentést.

*Biztonság és navigáció.* Az utóbbi évek statisztikája azt bizonyítja, hogy azonos távolság megtétele esetén, az autóval való közlekedés súlyos balesetveszélye 13-szor nagyobb a repülőhöz képest. Úgy néz ki, hogy ez a statisztika a jövőben még tovább javulhat a repülőgép javára, ugyanis a nemzetközi navigációs rendszer további fejlődésével és a gépeknél alkalmazott legújabb műszaki megoldásokkal a repülés biztonsága a jövőben tovább növelhető.

A repülés folyamatos és gyors fejlődését a katonai repülőgépek és az űrhajózás területén végzett tervszerű kutatások biztosítják. Ezért érdemes a különböző katonai repülőgépek néhány ismertebb típusát is szemügyre venni. A leggyorsabb repülőgépek közé tartoznak a különböző vadászipülőgépek, amelyek sebessége a 2 mach értéket is meghaladja, egyes típusok a 3 machot is elérik. A képen látható F-16-os vadászipülőgép (47. ábra), az USA légi haderejének nagy szériában gyártott gépe.



47. ábra

A hadirepülőgépek egy másik jellegzetes gépe a stratégiai bombázó, amely nagy távolság berepülésére képes és nagy tömegű hadianyagot tud szállítani. Ennek a géptípusnak a jellegzetes képviselője a 8 hajtóművel rendelkező B-52-es távolsági bombázó (48. ábra).



48. ábra

Egy érdekes géptípus a helyből felszálló és függőlegesen leszálló repülőgép, amelynek függőleges irányban fel-le történő mozgása a helikopteréhez hasonló, de vízszintes irányban repülőgépként működik, ezáltal akár a 800 km/óra sebességet is elérheti, ami a

kétszerese a leggyorsabb helikopter sebességének. Ilyen gép az orosz légierő Jak-13-as és az angolok Herriot típusú gépe. A (49/a, b.) ábrán látható e géptípus legújabb változata, a *V-22 Osprey* jelzésű gép. A két képen jól látható, hogy a gép légszavaros hajtóműve beállítható vízszintes (49/a. ábra) vagy függőleges helyzetbe (49/b. ábra). Az első esetben a gép normális üzemmódban vízszintes síkban repül. A második esetben a gép csak függőleges irányban mozoghat.



49/ a, b. ábra

A katonai repülőgépeknek egyik legújabb és legdrágább változatát jelentik a lopakodó repülőgépek. Ezt a géptípust azzal a céllal fejlesztették ki, hogy a rádiólokátorok ne észlelhessék. Ezért a gép olyan festékanyaggal és ez alatt egy abszorbens réteggel van bevonva, amely a lokátorok elektromágneses sugarait elnyeli. A gép első és hátsó homlokfelülete minimális határfelületű (nagyon lapos), ezenkívül sok éles szögben hajló törőfelülettel rendelkezik, amely nagymértékben szétszórja a visszaverődő sugarakat.

Egy ilyen gépet a radarkészülékek nem észlelnek, ezért észrevétlenül be tud hatolni nagy mélységbe az ellenséges területre, emiatt kapta a lopakodó elnevezést. Az 50. ábrán az USA légi haderejének a B-2a lopakodó repülőgépe látható. A legköltségesebb katonai repülőgép (egy gép ára több mint 2 milliárd dollár).



50. ábra

### Kedves diák olvasóink

*E cikksorozatunk befejező része a szeptemberi számunkban fog megjelenni. Abban szó lesz a helikopterekről és egy érdekes jelenségről, amelyet gyakran láthatok a televízió sportközvetítésein, de ti magatok is előüzhettek amikor fociztok, ping-pongoztok, vagy biliárdoztok. Az a kérdésem, hogy hívják ezt a jelenséget. Aki kitalálja és röviden leírja a jelenséget, közölje velünk (maximum 10 sorban) e-mail-en vagy levélben. A helyes megfejtők között 5 db. egyéves előfizetést sorsolunk ki. Beküldési határidő 2005 július 1.*

*Levél vagy e-mail címünk a FIRKA belső borítóján megtalálható. Válaszotok mellett közöljétek pontos postai címeteket, iskolátok és fizikatanárotok nevét és hogy bányadike osztályosok vagytok.*

Puskás Ferenc



## Tudomány és művészet találkozása a CERN –ben

Festői környezetben, a Jura hegység és az Alpok ölelésében, a svájci Genf mellett találjuk a harmadik évezred legmodernebb részecskefizikai laboratóriumait, a CERN –ben. (1. ábra)

A CERN az Európai Nukleáris Intézet Európai Részecskefizikai Laboratóriuma néven ismert.

Története 1954-ben kezdődött a 12 alapító ország összefogásának köszönhetően. Magyarország 1991-ben csatlakozott a ma már 20 országot tömörítő szervezetbe. A nukleáris megnevezés talán félrevezető lehet, de a „nucleus” szó helyes értelmezéseként atommagkutatásra utal.

Mivel a CERN 20 tagországa 18 különböző hivatalos nyelvet használ és a világ 80 országának kb. 500 intézményéből évente érkező több mint 7000 felhasználó közel 100 különböző nyelven beszél, a bábeli zűrzavar elkerülése végett a CERN-ben két hivatalos munkanyelv az angol és a francia használatos.

Az intézet állandó alkalmazottainak létszáma 3000 körüli, amelynek mindössze a 2,9%-a kutató fizikus, a mérnökök 38%-ot tesznek ki, technikusok 34,4%, az adminisztrációt ellátók 16,6%, míg az egyéb alkalmazottak, kisegítőmunkások 8,2% .

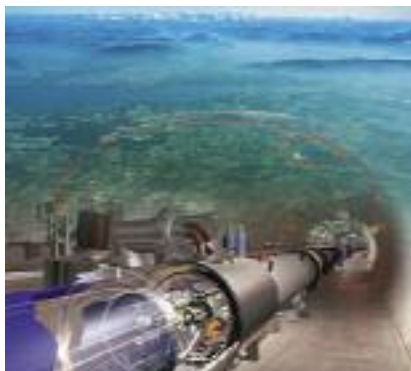
A kutatások anyagi háttérét is érdemes megemlíteni, az intézet éves költségvetése közel 1000 millió CHF (600 millió €) amelyet a 20 tagország különböző arányú befizetéseivel fedez. A hivatalosan közzétett adatok szerint 2003-ban pl. Németország a költségvetés 20,71%-át fedezte, az Egyesült Királyság követte a maga 16,89%-val, míg Bulgária 0,18%-át Magyarország 0,74%-os hozzájárulásával előzte meg.

A hivatalos álláspont szerint a tagországok kutatói a befizetett hozzájárulás arányában foglalhatják el a CERN állásait, de a gyakorlat azt mutatja, hogy ettől eltérő arányban találkozhatunk az intézetben nemcsak magyar fizikusokkal, de informatikusok és Phd hallgatók is szép számban megfordulnak az intézetben.

### LHC — az időgép

A tervek szerint 2007-ben nyitja meg kapuit az LHC, amely segítségére lesz az emberiségnek visszatekinteni az időben, egészen az Univerzum kezdetének pillanatáig. De mit is láthatunk majd a messzi múltban, az Univerzum megszületését követő hőségben és káoszban? Először is nyugalmi tömeg nélküli részecskéket és az őket összetartó „őserő” hatásait is tanulmányozhatjuk közvetve. Később, a hőmérséklet csökkenésével az egyetlen erő négyféle: gravitációs, elektromágneses, gyenge kölcsönhatási, valamint erős kölcsönhatási erő formáját öltve hozzájárult ahhoz, hogy az Univerzum általunk ismert végtelen harmóniája kibontakozzon. Ez a harmónia mindent magába foglal, meghatározza a részecskék egyéniségét, alapvető tulajdonságaikat, mindenekelőtt a tömegüket.

Minden részecske a természetének megfelelő energiát és ezzel együtt különböző tömeget kap. De milyen szabályszerűség húzódik meg a tömegeloszlásban? Vagy véletlenszerű folyamat eredménye? Mivel magyarázható, hogy amíg egyes részecskék tömeg



1. ábra



nélküliek, addig mások, a részecskék világában szokatlanul nagy tömeggel rendelkeznek? Napjaink legtökéletesebb fizikai elmélete, a Standard Modell szerint az ún. Higgs-effektus által szerzik tömegüket a különböző részecskék. Az elmélet szerint mind az anyagi részecskék, mind a kölcsönhatási erők egy új részecskével, a Higgs (Peter Higgs után) bozonnal állnak kölcsönhatásban. A kölcsönhatás erőssége az, amit mi tömegként érzékelünk, és minél erősebb a kölcsönhatás, annál nagyobb a tömeg. A CERN LEP nevű gyorsítója kísérletileg sem cáfolni, sem igazolni nem tudta az elmélet helyességét, ezért az LHC feladata lesz a végső döntést meghozni a kérdésben.

A fizikusok ma úgy gondolják, hogy a közönséges anyaggal együtt egy tökéletesen szimmetrikus világ is megszületett Univerzumunkban. Minden egyes megfigyelhető részecskének kell, hogy legyen egy hozzá hasonló partnere, amelynek sokkal nagyobb a tömege. Ezt nevezik a részecske szuperszimmetrikus partnerének. Az LHC egy másik feladata lesz ezen részecskék megtalálása. Egy másik, nagyon izgalmas feltevés szerint, amely az előzővel teljesen kompatibilis, az Univerzum megszületésének pillanatában minden részecske együtt született a partnerével, és amikor találkoztak, kölcsönösen megsemmisítették egymást. Csak nagyon ritkán keletkeztek egyedi részecskék, ezért nem semmisültek meg. Miért? Egy újabb problémafelvetés az LHC számára.

Az egyes feltételezések nem csupán fikciók, mivel több, látszólag más megközelítéskből is el lehet jutni egy – egy konklúzióig. Példa erre a szuperszimmetrikus részecskék hipotézise, amely a „nagy egyesítés” elméletnek is egyik következménye. De mit is jelent a nagy egyesítés?

Az 1970-es években nagy áttörést jelentett a részecskefizikában az elektromágneses és gyenge kölcsönhatás egyesítésének sikere. Napjaink fantasztikus kihívása a „nagy egyesítés”, amely az említetteken kívül az erős kölcsönhatást is képes ötvözni.

A kísérletek azt sugallják, hogy az erős kölcsönhatás egyre „gyengébbé” válik a nagy energiatartományokban. Elképzelhető tehát, hogy elég nagy energiatartományokban a négy alapvető kölcsönhatás megkülönböztethetetlené válik. Sajnos, a szükséges energia több 100 milliószor nagyobb, mint amekkorát egy részecskegyorsító, akár az LHC is előállítani képes.

A számítások szerint hasonló energiaértékkel az Univerzum rendelkezett a Big Bang után kb.  $10^{-34}$  s-al. A nagy egyesítő elméletnek azonban az alacsonyabb energiatartományokban is vannak jóslatai, amelyeket a jelenlegi kísérleti eszközökkel ellenőrizni lehet. Az elmélet ugyanis megköveteli a szuperszimmetria révén a szuper-részecskepartnernek létét is, melyek egy részét várhatóan detektálni lehet az LHC-ben is.

Más, érdekesítő kérdéskör a sötét anyag köré csoportosul. Miből áll a sötét anyag? Asztronómiai mérések szerint az Univerzum közel 90%-a nem látható, vagyis nincs elektromágneses sugárzása. Ezt az anyagot sötét anyagnak nevezték el, amelynek a jelenlétét a megfigyelhető anyagra kifejtett gravitációs hatásán keresztül észleljük.

A megfigyelések szerint a csillagok a galaxisokban gyorsabban mozognak, mint ahogyan a megfigyelhető anyag befolyása szerint mozogniuk kellene. A sötét anyag természete és az Univerzum fejlődésében betöltött szerepe egyelőre még ismeretlen. Feltehetően néhány alapvető összetevőből épülhet fel, amelyek közt neutrínó, forró gáz, és a Standard Modell által előre jelzett Higgs-bozonok is előfordulnak.

A fizikusok remélik, hogy a sötét anyag néhány elemi építőkövét sikerül az LHC egyik detektorában azonosítani.

A vázolt problémák megoldása érdekében az első lépéseket már a '80-as években megtették, amikor megépítették a svájci Genf melletti részecskegyorsítót, a LEP-et. Száz méter mélyen 27 km-es kör alakú alagutat fúrtak a Jura hegység szikláit sem kímélve, és abban elhelyezték a LEP-et, amely elektronokat és pozitronokat gyorsított. Sajnos, minél jobban gyorsítják az



A CMS detektor nevében az S betű a solenoid kezdőbetűje, amely egy óriási, henger alakú szolenoid szupravezető mágnesre utal. A mágnes 4T erősségű mágneses teret hoz létre és 12,5 m hosszú, belső átmérője pedig 6,3 m. A mágneszt Olaszországban építik 5 db., egyenként 2,5 m hosszú, 45 tonnás modulból.

A detektorban 700 tonna acél veszi körül az ütközési pontot. A detektorhoz kapcsolt számítógépeknek annyi adatot kell másodpercenként feldolgozni, mintha ennyi idő alatt egymillió telefonhívást kellene lebonyolítaniuk. Ez egy igazi technológiai kihívás, amelynek sikeres megvalósítására a GRID program keretében számíthatunk.

Összehasonlításként, amíg a LEP-en a részecskecsomagok 7 km-ként követték egymást, addig az LHC-ben 7 m-ként, és ebből adódóan másodpercenként több millió ütközéssel kell számolni.

Az itt felsorolt adatok leginkább arra szolgálnak, hogy az olvasó bepillantást nyerjen egy olyan, tudományos célokat szolgáló építkezésbe, amely világméretű összefogást és jelentős anyagi ráfordítást igényel, de az újra felhasználható technológiának köszönhetően kivitelezhető. A 3. ábra a készülő CMS detektort ábrázolja az LHC a LEP helyén épül, mindössze két új üregre van szükség; az injektorok, laborok, műhelyek irodák már megvannak.



3. ábra

Mi több, megvan a fizikusok, mérnökök és technikusok sok éves tapasztalaton alapuló szakértelme is.

Szakértelem és tradíció. Itt minden résztvevő kortól és beosztástól függetlenül úgy érzi, hogy egy nagy kaland résztvevője, egy olyan kalandé, amely mindenkitől professzionizmust követel meg. Elég egy kis hiba a hegesztésben vagy egy porszem a gyorsítócsőben ahhoz, hogy minden szép remény hamuvá váljon. Mindenki tudatában van annak is, hogy a cél eléréséhez vezető út nagyon összetett, bonyolult. A 27 km-es gyorsítócső alkotóelemei, az LHC óriási detektorai monumentális méretűek ugyan, de az egyes alkatrészeket 0,1 mm pontossággal kell összeilleszteni.

Az LHC mérnökeinek a különleges technológiát igénylő anyagokkal is meg kell vívniuk egyedi csatáikat, de a szupravezetők, folyékony hélium hűtés, elektromos csatlakozók „szimbiózis” is komoly fejfájást tud okozni.

Az LHC építési munkálatai 2000-ben kezdődtek. A LEP leállítása után és megépülését követően olyan egyedülálló eszköz lesz, amelyet a világ fizikusai használnak részecskefizikai kutatásokhoz a harmadik évezred küszöbén. És ez mind arra szolgál, hogy megfejtsük az Univerzum titkait a végtelenül kicsitől, a végtelenül nagy mérettartományokig.

Honnan jöttünk? Miből vagyunk? Mi lesz a sorsunk?

Az LHC-nak köszönhetően nemsokára eljutunk a lehetséges válaszok kezdetéig.

1] <http://www.cern.ch>

2] <http://www.cerncourier.com>

Borbély Éva

## Gondolatébresztő sorok

Most, hogy íróasztalomhoz ültem megírni rövid eszmefuttatásomat a fizika aktuális problémáiról, szemembe ötlött az *American Physical Society*-nek falra függesztett kb. 1 méteres plakátja a 2005-ös év ünnepléséről.



A képen látható Albert Einstein bozontos feje, amely rá van helyezve egy hatalmas órára, mellette az  $E=mc^2$  mindenki által ismert egyenlete, összekapcsolva a kozmosz-kutatás néhány releváns képével.

Valószínűleg még ma is, majdnem 100 évvel a speciális relativitás elmélet felfedezése után ez a legnépszerűbb rekláma a fizikának a többi nagyjelentőségű felfedezés között.

Valóban sokat lehetne írni és tárgyalni az einsteini elméletekről, különösen a kevésbé ismert általános relativitáselméletéről, de nekem most más jut az eszembe.

Vajon miért éppen Einstein tűnik ma is a legismertebb fizikusnak, holott szép számmal vannak mások is a porondon, akik talán többet adtak az emberiségnek elméletben és főleg gyakorlatban. Tévedés ne essék, én mélyen tisztetem, értékelem és szeretem Albert Einsteint a tudóst, a fizikust és az Embert. Könyvet és számos cikket írtam munkáiról, a doktori disszertációm is az általános relativitáselmélet egyik eredményéről szólt. Mégis úgy érzem, hogy a mai, fiatalabb generációt jó lenne tudatni arról, hogy mi a legfőbb kritérium a tudományt művelők értékelésében és érdembeli sorrendbe állításában.

Kezdem ott, hogy itt nincsenek abszolút kritériumok, egyetlen témakörben sem állíthatunk fel ilyen követelményeket. Ennek bizonyításához később egy alapvető érvet fogok megemlíteni. Talán elsősorban arra szeretném felhívni olvasóim figyelmét, hogy az elméleteket, technikai felfedezéseket és azok értékelését nem lehet az adott korszakból és a megfelelő körülményekből kiemelni és abszolút piedesztálra emelni. Igaz, hogy Isaac Newtont óriásnak tartjuk, de ne felejtjük el, hogy elméletének alkalmazása ma már csak a klasszikus fizika világában érvényes. Ha nagy sebességekkel és kozmikus méretekkkel kell számolnunk, akkor az einsteini elméletet kell alkalmaznunk, ami az idő és a mértékek relatív voltát hozza előtérbe.

A mikrovilág pedig új meglepetéseket tár elénk. A 20-ik század közepe táján Werner Heisenberg (Nobel-díj 1932), Ervin Schrödinger (Nobel-díj 1933) és Paul A.M. Dirac (Nobel-díj 1933) munkássága nyomán megszületik a mikrorészecskék fizikája, a kvantummechanika. Igaz, az einsteini Nobel-díj (1921) is a mikro-világot dicséri (a fotonok és elektronok kölcsönhatásáért kapta), de csak azért, mert a bizottság szégyellte magát, hogy a relativitáselméletéért nem adott neki elismerést. A jelenkor mérnöke nem is gondol arra, hogy minden tervezése a newtoni fizikán alapszik, de ha véletlenül a Boeing hiperszonikus rakétájának tervezésén dolgozik, Einsteinhoz kell fordulnia. Az asztrofizikusok, akik a kozmosz titkait kutatják (a fekete lyukakat, vagy az ősrobbanás jelenségét), a NASA szakemberei, akik a Naprendszeren túli űrutazásokat tervezik, meg sem tudnának mozdulni az általános relativitás alapegyenletének újabb megoldásai nélkül (ahol módosítani kell az Einstein által értelmezett időállandót).

De maradjunk csak itt a Földön, a mindennapi életünket egyre inkább betöltő számítógépeknél, digitális-óránál-és fényképezőgépeknél, vagy az orvosi diagnosztika „csodával határos” gépeinél (MRI – mágneses magrezonancia tomográf és a többi újdonság) ahol a mikrovilág elemi részecskéinek a törvényei érvényesülnek. No és most közeledünk eszmefuttatásom lényegéhez. Ez a világ már nem csupán Newton, Einstein és követői világa, hanem a kvantum statisztika heisenbergi bizonytalansági-relációján alapuló új világ, amelyben a mérhető mennyiségek csak valószínűségi értékek. A ma végző fizikust és mérnököt még ennél is ezotérikusabb elméletek és gyakorlati megoldások érdeklik. Kezdjük 1985-el, amikor is Smalley, Curc és Croto felfedezik a szén újabb kristály modosulatát (C60-C70), a különböző fulleréneket (1996-os Nobel-díj), amelyek a nanotechnológia alapját képezik. Ezen az alapon olyan új anyagokat fedeznek fel nap-

mint nap, amelyek erősebbek a legjobb acélnál és könnyebbek mint az alumínium. Persze itt sincs megállás és, sohasem lesz semmilyen területen! Tehát melyik fizikus, vegyész, biológus vagy mérnök érdemi ki a mai fiatal tanár, kutató, vagy egyszerűen érdeklődő ember értékelését, mint a tudománytörténet legfontosabb, legtöbbet adó, legérdemlegesebb kutatója? A fentebb megemlített pár neves ember közül melyik, vagy mindegyik? Számos kiemelkedő tudós és nagyjelentőségű felfedező neve kimaradt a felsorolásból. Vagy hogyan lehet őket sorrendbe állítani, valamilyen értékrendszer alapján? Vagy nem is lehet őket rangsorolni, és hol maradnak a „törpék az óriások világában”, akik szintén odatesznek egy-egy értékesebb téglácskát a nagy építményhez? Vagy maga a kritérium hibás?

Az 1980-as években egyre inkább előtérbe került mind a fizika, mind a matematika területén a problémák „nem lineáris” megközelítése. A kettőnél több ismeretlennel rendelkező nemlineáris differenciális egyenletek kaotikus megoldásokhoz vezetnek, mivel a kezdeti feltételeket sohasem lehet kellő pontossággal meghatározni. Az ilyen nemlineáris rendszerek megoldásai ún. atraktor struktúrához vezetnek, amelyek a kaotikus rendszerek jellemzői. Benoit Mandelbrot nevéhez fűződik talán a legérdekesebb (és ma úgy tűnik), a legjelentősebb elméleti fölfedezés, amely hidat képez a klasszikus és a kvantum statisztikák között, ez a *FRACTAL*-ok bevezetése és ennek során a, *KÁOSZ*-elmélet kibontakozása. Heisenberg óta tudjuk, hogy a körülöttünk levő világ nem determinisztikusan, hanem statisztikusan rendezett. Kérem higgyék el, hogy e kijelentés nem tévedés és nem is hibás, amint ez mindjárt kiderül. Hogy pontosabb legyek a rend és rendezetlenség (order-disorder) mély összefüggéséről van itt szó. Ez a kaosz elmélet lényege. Körülöttünk minden (de valóban minden) egyszerre *kaotikus* is és *rendezett* is.

Klasszikusan szemlélt és tárgyalt események, tárgyak és tények, valamint a kvantum elmélet alapján vizsgált események, tárgyak és tények egyaránt alávetik magukat ennek a törvénynek. Az egyidejű rendezetlen (kaotikus) események az A.N. Lorenz (meteorológus) féle atraktor jelenléte miatt előbb utóbb rendezetté válnak és az order-disorder ciklusa újból és újból felfedezhető és az egész folyamat újból és újból ismétlődik. Hogy ez a ciklus menyi ideig tart és menyi idő múlva ismétlődik, azt ma még nem lehet tudni, mert minden esemény, folyamat és tárgy esetében mások és mások a körülmények, feltételek, és kölcsönhatások. De tessék csak körülnézni. A történelem, politika, irodalom, művészet és tudomány, valamint a technika minden területén ez így megy végbe és a létezése sok esetben nyomon követhető (hogy a családi perpatvarokról ne is beszéljek), akár a makro világban nézünk körül (pl. a kozmikus folyamatokat figyeljük), akár a mikro- és szubmikroszkópikus események világát vizsgáljuk. Minden kaotikus körülöttünk, és ami itt és most, ma vagy tegnap még rendezettnak tűnik, holnapra rendezetlené válhat, majd újra rendeződik itt és most, vagy másutt és valamikor a jövőben. A kaoszelmélet adja ma a legvilágosabb képet a statisztikus világunkról, mindenütt és mindenkor. Ezt tekinthetjük tehát (legalább is szerintem) az egyetlen követhető kritériumként életünk minden területén a tények, tárgyak, elméletek és emberek megítélésében. Visszatérve eredeti kérdésünkhöz, egyetlen lehetséges konklúzió jut eszembe. Nincs és nem is lehet univerzális kritériumot felállítani mindenütt és mindenkor, függetlenül az adott kortól, és körülményektől, azzal kapcsolatban, hogy megítéljük a tudomány vagy technika bármely területén kit tartunk a legnagyobbnak, ki adta a legtöbbet, és kit illik legjobban tisztelnünk. Ha erről mélyebben gondolkodunk, rájövünk, hogy maga a gondolkodás teszi az embert Emberré.

**Weiszmann Endre**

**Szerkesztői megjegyzés:** *A szerző Dr. Weiszmann Endre a City University of New-York emeritus professzora, hajdani kedves kollegánk a Bolyai Tudományegyetemen, majd a Babes-Bolyai Tudományegyetemen, egy ideig az izraeli Weiszmann Intézet kutatója.*

## A titokzatos E-szám

### II. rész

Az élelmiszeriparban és háztartásokban is a leggyakrabban használt adalékanyagok a *tartósítószer*ek (konzerváló anyagok), amelyek késleltetik az élelmiszerek romlását azáltal, hogy megakadályozzák a káros mikroorganizmusok életműködését, gombaölő hatásuk van. A tartósítószer

E-szám	Adalékanyag neve	Funkciója	Hatása, megjegyzések <i>ADI: megengedett napi bevitel (milligramm/ testtömeg-kilogramm/ nap)</i>
200	Szorbinsav	- tartósítószer	- allergia - vörösfonnyában található - a szervezetben lebomlik - ADI = 25
201-203	Alkáli szorbátok	- tartósítószer	- ADI = 25
210	Benzooesav	- tartósítószer	- allergia (aszpirin-érzékenység esetén), - csalánkiütés, asztma, rákkeltő - ADI = 5
211-213	Benzoátok	- tartósítószer	- allergia, rákkeltő - üdítőitalokban található - ADI = 5
214-219	p-Hidroxi benzooesav etilészterei	- tartósítószer	- allergia, - erős görcsoldó - ADI = 10
220	Kéndioxid	- tartósítószer, - antioxidáns	- irritáció, allergia, fejfájás, hányinger, asztma, - rákkeltő - süteményekben, sörben, borban, ecetben - található - ADI = 7
221, 226	Szulfitek	- tartósítószer, - antioxidánsok	- allergia, rákkeltő, emésztési zavarok - bontja a B-vitamint
223-224	Metabiszulfid	- tartósítószer, - antioxidánsok	- allergia, emésztési zavarok - bontja a B1-vitamint - ADI = 0,7
227-228	Hidrogén-szulfitek	- tartósítószer, - antioxidánsok	- allergia, emésztési zavarok - bontja a B1-vitamint
230	Bifenil	- tartósítószer	- citromfélék felületkezelője penészedés ellen, - főként a gyümölcs héjában raktározódik
233	Tiabendazol	- tartósítószer	- banán penészedése ellen
236	Hangyasav	- tartósítószer	- fehérje a vizeletben - nagy mennyiségben mérgező - hangyában, csalánban található
249-252	Nitritek	- tartósítószer	- önmagában nem veszélyes, hús tárolása során - mérgező nitritté alakulhat, amely rákkeltő - ADI = 0,2

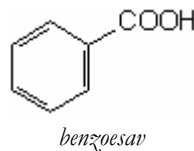
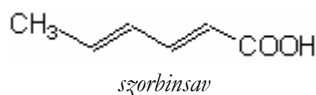
<b>E-szám</b>	<b>Adalékanyag neve</b>	<b>Funkciója</b>	<b>Hatása, megjegyzések</b> <i>ADI: megengedett napi bevitel (milligramm/ testtömeg-kilogramm/ nap)</i>
270	Tejsav	- étkezési sav, tartósítószer, savasságot szabályozó	- savanyúkáposztában, aludttejben
280	Propionsav	- tartósítószer	- bőrirritáció - a szervezetben zsírsavként lebomlik
284	Bórsav	- tartósítószer	- ájulás, hasmenés, - a kaviár tartósítószeré
285	Bórax	- tartósítószer	- a szervezetben felhalmozódik, erősen mérgező
290	Széndioxid	- csomagológáz, hajtógáz, savasságot szabályozó	- az alkohol hatását erősíti
297	Fumársav	- savasságot szabályozó	- irritáció (szem, légúti)
300	L-Aszkorbinsav (C-vitamin)	- antioxidáns	- hólyagrák, fejlődési rendellenesség
310	Propil-gallát	- antioxidáns	- csecsemőknél cianózis (kékbetegség), allergia - ADI = 1,4
311	Oktil-gallát	- antioxidáns	- allergia - ADI = 0,1
312	Dodecil-gallát	- antioxidáns	- ADI = 0,05
315	Izo-aszkorbinsav	- antioxidáns	- irritáció (bőr, szem, légúti)
320	Butil-hidroxi-anizol (BHA)	- antioxidáns	- allergia, vesekárosodás, immunrendszer-, pajzsmirigy- és májelhváltozás - felhalmozódik az emberi zsírszövetben - ADI = 0,5
321	Butil-hidroxi-toluol (BHT)	- antioxidáns	- ADI = 0,125
330	Citromsav	- étkezési sav, antioxidáns, kelátképző	- ártalmatlan
331-333	Citrátok	- savasságot szabályozó, kelátképző, stabilizátor, hordozó	- bőrirritáció
334	Borkósav (L (+)-)	- étkezési sav, kelátképző, antioxidáns,	- ADI = 30
338	Ortofoszforsav	- savasságot szabályozó, antioxidáns, kelátképző	- emésztési zavarok - ADI = 70
350-352	Malátok	- savasságot szabályozó	- rákkeltőek
355	Adipinsav	- savasságot szabályozó	- ADI = 5

<b>E-szám</b>	<b>Adalékanyag neve</b>	<b>Funkciója</b>	<b>Hatása, megjegyzések</b> <i>ADI: megengedett napi bevitel</i> <i>(milligramm/ testtömeg-kilogramm/ nap)</i>
385	Kalcium-dinátrium-(etilén-diamin)-tetraacetát	- kelátképző, antioxidáns tartósítószer	- bélpanaszok, vesekárosodás, vérvezelés
400	Alginsav	- sűrítő anyag, stabilizátor, hordozó	- ADI = 25
401-404	Alginátok	- sűrítő anyagok, stabilizátorok, hordozók	- ADI = 25
405	Propán-1,2-diol alginát	- sűrítő anyag, emulgeálószer, hordozó	- ADI = 25
406	Agar	- sűrítő anyag, stabilizátor, hordozó	
407	Karragén	- sűrítő anyag, zselésítő anyag, stabilizátor, hordozó	- rákkeltő, emésztési zavarok
412	Guargumi	- sűrítő anyag, stabilizátor, emulgeálószer, hordozó	- allergia
413	Tragantmészga	- növényi sűrítő anyag, stabilizátor, emulgeálószer, hordozó	- allergia
415	Xantángumi	- sűrítő anyag, stabilizátor, hordozó	- növények cukortartamú oldatából készül, mikroorganizmusok termelik
420	Szorbit	- édesítőszer, nedvesítőszer, kelátképző, hordozó,	- nagyobb mennyiségben hasmenést okozhat
422	Glicerin	- nedvesítő, lágyító, hordozó, édesítőszer	- nagy mennyiségben fejfájást okoz, bőrkiszáradás
425	Konjac	- emulgeálószer, stabilizátor, sűrítő anyag	- légzési zavarok - zselékben található
432-436	Poliszorbátok	- emulgeálószer, hordozók	- ADI = 25
450-452	Pirofoszfátok	- emulgeáló só, stabilizátor, savasságot szabályozó, kelátképző, csomósodást gátló	- emésztési zavarok



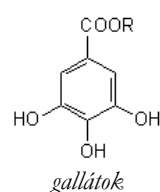
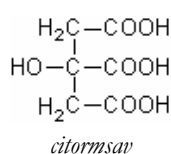
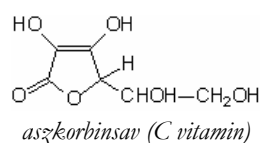
E-szám	Adalékanyag neve	Funkciója	Hatása, megjegyzések <i>ADI: megengedett napi bevitel (milligramm/ testtömeg-kilogramm/ nap)</i>
461	Metil-cellulóz	- emulgeálószer- rek, stabilizáto- rok, hordozók	- mellkasi fájdalom
472	Zsírsavak mono- és digliceridjei	- emulgeálószer, hordozó	- bélpanaszok
476	Poliglicerolsav	- emulgeálószer	- ADI = 7,5
491- 492	Szorbitán- sztearátok	- emulgeálósze- rek, hordozók	- ADI = 25
500- 501	Karbonátok	- emulgeálósze- rek, savasságot szabályozók, csomósodást gátlók	- irritáció (gyomor)
508- 509	Kloridok	- zselésítő anyagok, hor- dozók	- vérkeringési panaszok, ájulás, bélpanaszok
510	Ammónium- klorid	- savasság szabályzó	- irritáció (bőr), vizeletsavanyító
621- 622	Glutamátok	- íz fokozók	- depresszió, fejfájás, gyors szívverés, mellkasi fájdalom, légzési zavarok - instant levesek, hentesáruk, konzervek adalék- anyaga
924	Káliumbromát	- szervetlen só, szerkezet kialakító, texturáló anyag	- sörkésztésnél használják
926	Klórdioxid	- fertőtlenítő, fehérítő gáz	- irritáció (bőr, légúti)
942	Dinitrogén- oxid	- hajtógáz	- eszméletvesztés
950	Aceszulfam kálium só	- édesítőszer	- rágógumi, sütemények, üdítőitalok
951	Aszpartám	- édesítőszer	- fejfájás, tájékozódási zavar
954	Szacharin sói	- édesítőszer	- rágógumi, édességek, üdítőitalok

A tartósítószernek nagy része savas természetű (kénnessav, ecetsav, tejsav, szorbinsav, benzoosav, szalicil-sav stb.)



Megállapították, hogy a disszociálatlan molekuláknak csíraölő hatása van. A disszociált formájuk a savas íz hordozói, ezért ezeknek az anyagoknak savasságszabályozó hatásuk is van. Egyrésztük gombaölő szerként viselkedik (pl. bifenil, o-fenilfenol, tiabendazol), ezeket a citrusfélék és a banán felületi konzerválására használják. A tartósító anyagok egy része (pl. kén-dioxid), redukálószer, ezek megakadályozzák a levegő hatására történő oxidatív folyamatokat, amelyeknek szín- és ízváltozás lehet az eredménye (pl. a gyümölcslevek megbarnulása, zsírok, olajok avasodása), tehát antioxidánsként is viselkedhetnek.

Az *antioxidánsok* késleltetik az élelmiszerek oxidáció okozta romlását. Általában szabadgyökök megkötésére képesek, s ezért a láncreakciókat is meggátolják. A legismertebb és hatékonyabb antioxidánsok az aszkorbinsav (C-vitamin), a karotinoidok, a citromsav. Ezek mind természetes anyagok. A mesterséges antioxidánsok közül a szintetikus gallátokat használják zsiradékok romlásának gátlására.



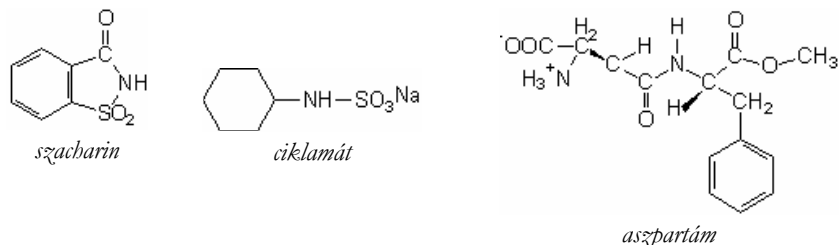
Az élő szervezet termelte antioxidánsok közül sok enzim, vagy koenzim (pl. kataláz, glutation peroxidáz, szuperoxid dizmutáz SOD). Ezek működésében a Se, Fe, Mn, Cu, Zn nyomelemeknek van jelentősége.

*Allományjavító adalékok*ként szerepelnek a sűrítő, gélképző és az emulgeáló anyagok. Ezeket az élelmiszerek (lekvárok, sajtok, pudingok, zselék, fagyaltok, habok, húskészítmények, pékáruk, tészták, italok) optimális állagának beállítására használják. A legjelentősebb sűrítő anyagok a gabona- és a krumpli keményítő (a háztartásban a rántásnak is ilyen szerepe van), pektin, agar, zselatin, kazein.

Az emulgeátorok lehetővé teszik több nem elegyedő fázis keveredését és stabilizálják a keverék állapotát azáltal, hogy csökkentik a két egymással nem elegyedő folyadék határfelületi feszültségét és növelik a diszperziós közeget képező folyadék viszkozitását. Az emulgeátor anyagok molekuláiban egyidejűleg hidrophil és hidrofób csoportok is találhatóak (a mosószerekhez hasonlóan). Természetes emulgeátorok a foszfatidok (lecitin, kefalín ezek a tojássárgában, olajos magvakban, élesztőgombában képződnek nagyobb mennyiségben), szójafehérje (húsiipari vörösárukban), mono- és digliceridek (krémek, salátaöntetek, margarin, majonéz előállítására, sütőipari termékek öregedésének gátlására), cukorészterek (csokoládékészítmények, rágógumik), tejsav, sztearil-laktulitejsav. Használatukkor javul a gépi megmunkálhatóság, alapanyag megtakarítás is megvalósítható, mivel a készítménybe több víz, vagy levegő keverhető. Az emulgeátorok megváltoztatják a membránok átteresztőképességét. Ezt a biológiai hatást igazolja, hogy bélbántalmakat, allergiát okozhatnak, amiért nem használhatók korlátlanul.

Az *ízélesztőanyagok* az élelmiszerek élvezeti értékének kialakításában jelentősek. Hatásuk szerint osztályozhatók édes ízű (természetes édesítőszer: répacukor, szőlőcukor, malátacukor, invertcukor, tejcukor, cukoralkoholok: mannit, szorbit, xilit, a szintetikus, nem szacharid szerkezetű édesítőszer: sacharin, ciklamát, aszpartám), sós ízű (konyhasó, Na-ion szegény só), keserű ízű (*alkaloidok*: kinin, koffeín, teobromin, *glükozidok*: narancsban levő heszperidin, a grapefruitban levő naringin, *csersavanyagok*: csersav) és fűszer adalé-

kokra (paprika, bors, mustármag, vöröshagyma, fokhagyma, fahéj, vanília stb.), ezekkel később részletesen fogunk foglalkozni.



A természetes édesítőszeres túlzott fogyasztása nem egészséges (túlsúly, vércukorszint emelkedés). A cukoralkoholok (poliolok) kevésbé növelik a vércukorszintet, mivel a szervezetben lassan alakulnak glükózzá, s ezért cukorbetegség számára készített élelmiszerekbe javasolják édesítőszerként. Hátrányos tulajdonságai is vannak (vastagbélben gázképződés, hasmenés). A mesterséges édesítőszereseknek tápértékük nincs, édesítőképességük sokkal nagyobb, mint a természetes anyagoké, élettani hatásuk nem teljesen tisztázott. Ezért a termék csomagolásán fel kell tüntetni az édesítőszer minőségét és mennyiségét is. Élelmiszeriparban cukor helyett nem használhatók, csak a diétás termékekben. Az aszpartám az aszparaginsav és fenilalanin dipeptidjének metilésztere, amely a tápcsatornában lebomlik a három komponensére, ezért alkalmazásakor a csomagoláson fel kell tüntetni, hogy fenil-alanin forrást tartalmaz, ugyanis az erősen allergén anyag, allergiásoknak veszélyes a fogyasztása.

Az élelmiszeriparban savanyítást a biológiai módszerek (pl. tejsavas erjesztés) mellett szerves és szervetlen savak (sósav, kénsav, orto-foszforsav) adagolásával végzik. Ezek jelzésére a 300-399 E-számokat használják. Savasságszabályozóként pufferhatású anyagokat használnak (foszfátok, citrátok), melyekkel pontosan be lehet állítani az élelmiszer savasságát.

Az élelmiszerekben még sokféle adalékanyagot használnak az élelmiszeripar: ízfokozók, ízmódosítók (glutamátok, inozinátok, guanilátok), csomósodásgátlók (Mg-sztearát, szilikátok), fényszűrőanyagok.

Élelmiszeripari technológiai segédanyagként gyakran használnak enzimeket, melyeket természetes anyagokból (penészgomba, baktériumok, vágóállat mirigyei) különítenek el, tisztításuk nehezen megoldható, költséges, ezért különböző szennyeződések tartalmazhatnak. Csírátlanításukat sugárkezeléssel lehet megoldani.

### Irodalom

- 1] Gasztonyi Kálmán: Élelmiszerkémia, tankönyv, 1995
- 2] Sohár Pálné: Tanártovábbképző ELTE, 2000
- 3] Horváth Dénesné: Amit az élelmiszerek adalékanyagaikról és az E-számokról tudni kell
- 4] <http://www.wfg.esmartweb.com/gesundc.html><http://www.tnt.uni-hannover.de/js/subj/other/cooking/zusatz.html>
- 5] <http://www.kfki.hu/~cheminfo/hun.html>
- 6] <http://www.math.elte.hu/komal/>
- 7] [http://vizsla.origo.hu/katalogus/bevasarlas\\_kereskedelem/belkereskedelem/kiskereskedelem/boltok\\_szakuzletek/elelmiszer/elelmiszeradalekok\\_e-szamok/](http://vizsla.origo.hu/katalogus/bevasarlas_kereskedelem/belkereskedelem/kiskereskedelem/boltok_szakuzletek/elelmiszer/elelmiszeradalekok_e-szamok/)
- 8] <http://topcat.iit.bme.hu/~joker/eec/>
- 9] <http://www.hazipatika.com/articles?aid=20040106201239>

Tankó Ildikó

## Katedra

### Emberközeli és interdiszciplináris fizikatanítás

VI. rész

#### Az információ fizikája

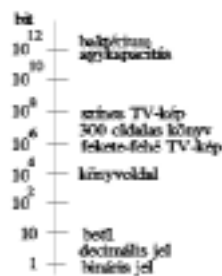
Az információ az energia és az anyag mellett a fizika egyik legáltalánosabb fogalma. Az információ nagyon tág fogalom, a nyelvészet, a pszichológia, a biológia, a szociológia, az informatika, a kibernetika, a technika, a matematika és a fizika, de leginkább a mindezen területeket integráló információtudomány foglalkozik vele. Az információ az információs láncban terjed, és tárolható. Az információs lánc leegyszerűsítve az adóból, a közvetítő csatornából, és a vevőből áll.



Ezekon kívül még további egységeket is tartalmazhat: információforrás, kódoló, dekódoló, felhasználó. A csatornán bejut még a zaj is. Az információ továbbítása energiát igényel.

Az információ valamilyen jelentéssel bíró üzenet, amely fizikai vagy más jelekből áll. Az információ csökkenti egy adott jelenséggel kapcsolt bizonytalanságot. Olyan hír, jel, amelynek újdonság jellege van, új ismeretet szolgáltat. Az információ az élet kialakulásának és fennmaradásának egyik feltétele. Egyik jellemzője az információtartalom, a másik az információs entrópia.

Egy adott jel információtartalma csak a jel előfordulási valószínűségétől függ. A gyakori eseményeknek kisebb, a ritka eseményeknek nagyobb az információtartalma. Valamely  $x$  jel  $I(x)$  információtartalma annak  $p(x)$  megjelenési valószínűségével fordítottan arányos:  $I(x) = \log(1/p(x)) = -\log p(x)$ . Ha csak kétféle esemény valósulhat meg – ami a gyakorlatban a leggyakoribb eset, akkor a logaritmus 2-es alapú, az információmennyiség mértékegysége pedig a *bit* (binary digit unit).

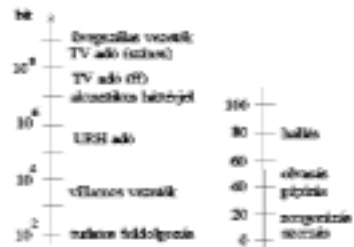


Az ábra néhány példát mutat be az információtartalomra. (Pl. a bináris jelé 1 bit.)

Az entrópia a statisztikus termodinamika fogalma, bizonytalansági fokot jellemez. Csak közvetett módon határozható meg, és megmaradási törvények érvényesek rá. Az információs entrópia nem pontos megfelelője a termodinamikai entrópiának, az információs entrópia az információtartalom fordítottja. „Az entrópia valamely rendszer rendezetlenségi fokát jellemzi, míg az információ a szervezettség mértékét.” (Norbert Wiener). Az információ csökkenti a rendszer rendezetlenségi fokát, a magasabban

szervezett rendszer több információt hordoz. Az információ *negentrópia*, míg az entrópia az információ hiánya. A nemegyensúlyi termodinamika fogalmait az információelméletben alkalmazva meghatározták az élő sejtthártyában az információ keletkezési sebességét, amivel meg lehetne határozni a biológiai időt a fizikai időhöz mérve.

Az információátvitel jellemzői tehát az átviteli sebesség ( $c = dI/dt$ , az időegység alatt átvitt információmennyiség, mértékegysége a bit/s) és a tárolási kapacitás. Az információt modellezhetjük valamilyen folyadék formájában, amelyre megmaradási törvények érvényesek, ezért az ún. mérlegegyenletek írják le az információ átalakulási folyamatát is:  $dI/dt = c_x + \Sigma x_x$ . Ha nincs információforrás jelen a rendszerben ( $\Sigma x_x = 0$ ), akkor  $dI/dt = c_x$ .



A fizikában bármilyen adat, paraméterérték információnak bizonyul. Ezt továbbítani, átalakítani és tárolni lehet.

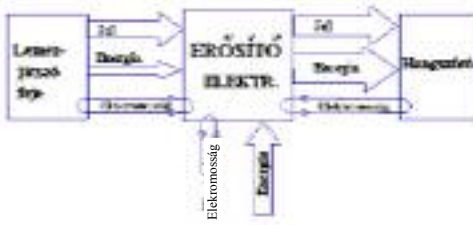
A fizikai információ (hang, fény, elektromos jel) a mérőeszközökön és mérőműszereken olvasható le, különféle eszközökkel átalakítható, tárolható és továbbítható.

Az információ hordozója lehet például egy ajtókulcs, hanglemez, könyv, fénykép, hologram, mágnesszalag, mágneslemez, videoszalag, a CD, a DNS, vagy az agy.

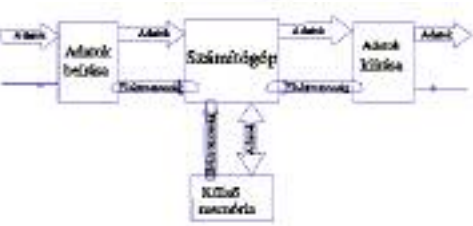
Ezek az adatok tárolására szolgálnak, míg a számítógép és az agy adatfeldolgozásra is képes. Az adó a hangszóró, az antenna a csatorna a fény, a levegő, a modulált elektromágneses tér. Az alábbi ábrán a lemezjátszó információátviteli vázlat látható:



A múlt század az információ forradalmát hozta. Ehhez az elektronika, a számítógépipar, az űrkutatás, valamint a mesterséges intelligencia járultak hozzá.



A hálózatelméletek újabb lendületet adtak az információkutatásnak. Ezek mindegyikéről sokat lehetne írni. Az alábbi ábra a számítógép adatfeldolgozási folyamatát szemlélteti.



Végül az információ széleskörű területei közül egy különleges területet, az esztétikai területet kívánjuk még bemutatni, mivel csak a (főleg) pozitív élményekkel társult információ bizonyul tartós tudásnak.

Az esztétikai hatást lehet mérni. Empirikusan meghatározott mértéke a rendezettség és az összetettség aránya. (Birkhoff, 1950):  $M = O/C = (V + E + R + HV + F)/C$ . Az (O) rendezettség összetevői: V – a függőleges szimmetria; E – az egyensúly, a súlypontnak az alapfelületre helyezése; R – forgási szimmetria; HV – a vízszintes és a függőleges vonalak aránya; F – az alak kellemes volta (a középpontból kiinduló vonalak csupán egyszer metszik a láthatárt). Újabb kutatások szerint az *esztétikai információ = redundancia / információmennyiség*. (A redundancia az adatfeldolgozásban azt a részarányt képviseli egy üzenetben, amely nem tartalmaz információt.) Meghatározható még a meglepetési fok és a különlegesség mértéke is. Az első monoton csökken a jel megjelenési valószínűségének csökkenésével, a másodiknak a maximuma  $1/e = 37\%$  értéknél van, ami az aranymetszés értékével azonos. A műalkotások esetén ajánlott megkeresni az új információ mennyisége (eredetiség) és információs redundancia (banalitás) helyes arányát, ami úgy tűnik, 0,5 körül található. A túlzott eredetiséget is, de a banalitást is elutasítják az emberek. Erre számos példát lehet találni a tudománytörténetben is.

Összegzésképpen elmondható, hogy az információ a társadalom és az emberi tudat meghatározója. Mint mindig a történelem folyamán, az információ birtoklójának hatalmat jelentett. Manapság az Internet által is elérhetővé vált információáradatban nehéz a releváns információt kiszűrni. Az emberi társadalom jövője azon fog múlni, hogy hogyan hasznosítja majd az információt.

#### Irodalom

- 1] Fülöp Géza: **Az információ**. Kriterion Könyvkiadó. Bukarest, 1990.
- 2] SH atlasz. **Informatika**. Springer Hungarica, 1995.
- 3] F. Herrmann: **Physik**. Der Karlsruher Physikkurs. Unterrichtshilfen. Uni. Karlsruhe, 1994.
- 4] *Fizikai Szemle*, 1999/1(17)

Kovács Zoltán



*Albert Einstein* 100 évvel ezelőtti zseniális felfedezéseinek tiszteletére a 2005-ös esztendő az Európai Fizikai Társulat (*European Physical Society, EPS*) javaslatára az ENSZ a Fizika Événé nyilvánította (World Year of Physics 2005). 1905-ben Einstein négy olyan kiváló tanulmányt jelentetett meg, melyek a modern fizika (kvantumelmélet, relativitáselmélet) alapját képezik. A nemzetközi programsorozat célja, hogy a fizika iránti általános társadalmi megbecsülést és érdeklődést növelje, hogy bemutassa a fizika mai, múltbeli és jövőbeli fontos szerepét a kultúra, a gazdaság és a műszaki élet számos területén. Ez az alkalom egyedülálló lehetőséget hordoz a fizika népszerűsítésére, és kedvező alkalom arra, hogy találkozzanak egymással a szakemberek és azok, akiknek korábban talán semmilyen tudatos élménye nem volt a fizikával kapcsolatban.

A fizikával kapcsolatos magyarországi és nagyvilági honlapokat a <http://fizika.lap.hu/> portál foglalja össze.



A 2005 – a fizika éve magyarországi rendezvényei mellett a portálról elérhetők a Magyar Tudományos Akadémia kutatóintézetei, az oktatással kapcsolatos honlapok, a magyarországi nagy fizika tematikájú portálok, a holográfiáról, magfizikáról tudhatunk meg részleteket. Külön fejezet van fenntartva a középiskolások számára, és nem hiányoznak a fizika témájú viccek sem. Folyóiratokról, könyvtárakról, kiadókról tudhatunk meg információkat, egyetemi szervezeteket látogathatunk meg. Külön olvashatunk szoftverekről és hardverekről, vagy a fizika történetét is végigkövethetjük. Az angol nyelvű *Fizikusok arcképcsarnoka* számos tudós arcképét, életrajzát tartalmazza.

Jó böngészést!



## Elektrokémia és a lyukas fogak

Az állatvilágban ismert minősítő eljárás az egyed fogainak vizsgálata. Korára, egészségi állapotára tudnak következtetni a fogazat megszemlélésekor látottakból. A fogak anyagi elemzéséből az embernél is következtetni lehet életvitelére, élőhelyének minőségére. A régészek is értékesítik kutatómunkájuk során ezeket a tényeket.

A mai ember jó egészségi állapotának megőrzésére és a fogromlással járó fájdalmak elkerüléséért ügyel fogazatára, s amennyiben az sérül, kijavíttatja. Már több mint 100 éve, a „kilyukadt” fogakat *amalgámos tömés*sel javítják. A fogászatban ezüst amalgámot használnak, amely higanyon kívül 60-70 % ezüstöt és pár százalék ónt, rezet, cinket tartalmaz. Ezek a kis mennyiségben jelenlevő fémek növelik az amalgám keménységét

és csökkentik a zsugorodási hajlamát, ugyanakkor nem oldódnak ki az egészségre káros mennyiségben.

Tudott, hogy az amalgám a fémeknek higannyal képzett ötvözet. A higany a szervezet számára oxidált (ionos) formában nagyon mérgező. Ezért az amalgámos tömések alkalmazásának kezdete óta gyakran tanulmányozták hatását a szervezetre. Utoljára a Nemzetközi Egészségügyi Világszervezet (WHO) is megerősítette, hogy a fogászati amalgám biztonságos, nem mérgező. Ennek ellenére a hibás fogúaknak és a fogorvosoknak is jó ha ismerik azokat az elektrokémiai jelenségeket, amelyek felléphetnek egy amalgámos tömést tartalmazó szájban. Például nem ajánlatos arany fogpótlást végezni olyan szájban, amelyben már van amalgámos tömés. Ennek az a magyarázata, hogy az arany és az amalgám a szájban levő nyállal galvánelemet képez, amelynek az arany a katódja, s az amalgám fémei viselkednek anódként. Ezért az amalgám anyagának elektrolitikus oldódása következtében a tömés romlik és mérgező fémionok kerülnek a szervezetbe. Ezt az elektrokémiai jelenséget akkor is észlelhetjük, ha amalgámos tömést tartalmazó szájunkba alumínium evőeszközt teszünk, vagy véletlenül alufólia darabka kerül a szájunkba. Ekkor a kialakuló galvánelemnek az alumínium az anódja, s az amalgám lesz a katódja. A működő galvánelem kellemetlen érzést okozhat, akár áramütéshez hasonló érzetet is.

Érdekességként említjük meg, hogy ezüst és arany amalgám ásványritkasággként a természetben is előfordul. Ismert ezüstamalgám ásványok a kongsbergit, vagy  $\alpha$ -ezüst, amely 5-23% Hg tartalmú, illetve a landsbergit, vagy  $\gamma$ -ezüst, 50-70% Hg tartalmú kristályos ásvány.

A természetes arany amalgám lágy, majdnem folyékony, összetétele  $Au_2Hg_3$ . A felsorolt ásványok ezüstfehér színűek. A fémek közül a Fe, Mo, W nem képeznek amalgámokat.

#### **Forrásanyag**

Náray-Szabó István: Szerzetlen Kémia, Akad. kiadó. Bp.  
[www.sulinet.hu/tart/ncikk/af/0/1781/galvan.htm](http://www.sulinet.hu/tart/ncikk/af/0/1781/galvan.htm)

## **Érdekes informatika feladatok**

### VIII. rész

#### **Sztereogramok szerkesztése**

A minket körülvevő anyagi, valós világ háromdimenziós, a tér három koordináta mentén  $(x, y, z)$  szerveződik. Beszélhetünk hosszúságról, szélességről, magasságról és jobbra-balra, előre-hátra, fel-le mozoghatunk. Az ábrázolási lehetőségeink nagy többsége (papír, könyv, TV, monitor stb.) azonban csak kétdimenziós, két koordinátánk van  $(x, y)$ , csak hosszúságról és magasságról beszélhetünk, csak jobbra-balra, fel- vagy le mozoghatunk.

Az ember – mint vizuális lény – mindig is arra törekedett, hogy a lehető legpontosabban, legtöbb információval ábrázolja a háromdimenziós valós világot a kétdimenziós adattárolókon. Ebből a célból fejlesztették ki a különböző fényképezési technikákat, vetítéseket, ábrázolási módokat. Mindezek által az ábrázolási mód így is szűkös marad: egy szobor fényképét nem tudjuk például bejárni, nem tudjuk megnézni, hogy „mi van hátul?”. Napjaink grafikus szoftverei hűen ábrázolják a valóságot, már forgatni tudnak,



körbejárhatóvá teszik az objektumokat, de ezekhez az ábrázolási módokhoz rengeteg információt kell tárolni. Összegezve elmondhatjuk, hogy lehetőségeink így is szűkösek.

A mélységlátás a szem alapvető funkciói közé tartozik. Nemrég mutatták ki, hogy az emberi agykéreg mintegy ötven százaléka szerepet játszik a vizuális érzékelésben, vagyis legalább két pályarendszer és számos egymástól elkülönült, független funkciójú terület bonyolult együttműködése teszi lehetővé a háromdimenziós látást. A vizuális inger értelmezésében jelentős szerepet játszik a tapasztalat is. A retinára vetülő kép valódi, kicsinyített és fordított állású, ám egyenes állásúnak érzékeljük, mert a tapasztalataink ezt diktálják. Hasonlóan – mivel a retina és a rávetülő kép egyaránt kétdimenziós – a térlátásunk a kétdimenziós vetületek elemzésével és értékelésével valósul meg. A tárgyak mélységdimenziójának felismerése, vagyis a térbeli (úgynevezett sztereó-) látás a két szemmel való nézés eredménye. A két szemtengely eltérése, a két szem helyzete enyhén különböző képeket hoz létre a két retinán és ennek következtében az agyban is. Az emberi agy az, amely elemzi, értékeli és összegezi a két képet. A sztereólátás a kb. 0,25–50 m távolsághatárok között fekvő tárgyakra ad közvetlen távolságérzetet.

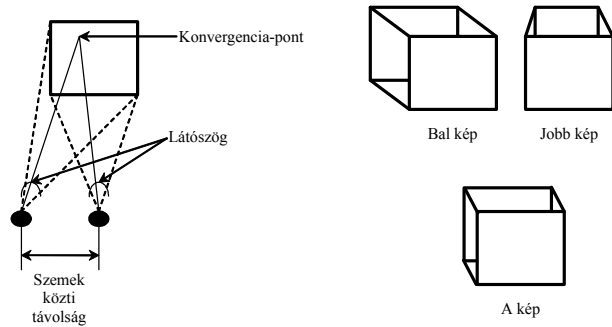
Noha az illúziókon alapuló térbeli ábrázolás már az ókori rómaiaknál vagy görögök-nél is megfigyelhető, a perspektivikus ábrázolási mód csak a reneszánsz szülötte.

A látás becsapható, annak köszönhetően, hogy az emberi agy absztrahál, elhanyagol, asszociál, és a gyorsaságot tartja „szem előtt”. Látási illúziók akkor keletkeznek, ha a látvány egymásnak ellentmondó jeleket indukál. Ismertebb illúziók:

- Egy szürke tárgy fekete környezetben világosabbnak tűnik, mint fehérben.
- Egyforma hosszúságú, egymásra merőleges vonalak közül a függőlegesek hosszabbnak tűnnek, mint a vízszintes.
- A fehéren izzó objektum nagyobbak látszik, mint a valóságban.
- Tiszta időben távolabbi tárgyak közelebbieknek látszanak, párás levegőben ez fordítva történik.
- Egy objektum piros fényel fehér lapra vetett árnyéka zöldes színű (kiegészítő színek).
- Felületesen nézve, bizonyos ábrákat térbelinek látunk annak ellenére, hogy ilyen térbeli ábrák nem is léteznek.
- Ha egy ábra sok olyan elemet tartalmaz, amelyek a perspektíva érzékeltetésére szolgálnak, akkor azt akkor is perspektivikusnak látjuk, ha nem az.

Foglaljuk össze a perspektivikus mélységi látás alapelveit is:

- *Vonalperspektíva*
  - Két hasonló tárgy közül a közelebbit nagyobbak látjuk.
  - Két egyforma tárgy közül távolabbinak látjuk azt, amelyik a képen magasabban áll.
  - Az összetartó vonalak távolodó párhuzamosaknak látszanak.
  - Ha két azonos tárgy egyike részben takarja a másikat, akkor a takaró tárgy közelebbinek látszik.
  - Ha apróbb, egyforma tárgyak tömeget alkotnak, akkor a távolabbiak kisebbnek és egymáshoz közelebb állónak látszanak.
  - Egymás mögötti tárgyak méretcsökkenése távlati hatást vált ki.
- *Színperspektíva*
  - Az előtérben levő tárgyak világosabbak és melegebb színűek, a háttérben lévő tárgyak sötétebbek és hidegebb színűek.
  - A kiegészítő színek használata perspektivikus hatást kelt.



*A sztereó- vagyis a térbeli látás*

Tehát térlátásunk azon alapszik, hogy két szemünk más-más képet lát és ezeket az agy térinformációkká alakítja át. Ezt szimulálja a *sztereogram*. A sztereogramok egy újfajta grafikai irányzat eredményei, amelyek lényege, hogy egy papírlapra nyomtatott kép is okozhat valódi térhatást, ha azt megfelelően nézzük: a kép mögé fókuszálunk, vagy keresztezzük a szemünket, „elbambulunk”. Ekkor mindkét szemünk a papírlap más-más részére fókuszálódik, és más-más képet lát, vagyis létrejöhet a kívánt térhatás.

A sztereogramok fogalmával szorosan összefügg Julesz Béla, (1928–2003) magyar mérnök neve. Az 1960-as években Julesz Béla által kifejlesztett véletlen-pont sztereogramok (*Random Dot Stereogram*) forradalmasították a mélységészlelés kutatási területét, és kutatók generációinak szolgáltak inspirációul.

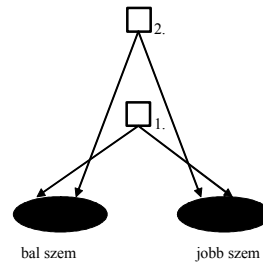


*Julesz Béla*

Ha a sztereogramokat osztályozni próbáljuk, a következő három kategóriát különíthetjük el:

- *véletlen-pont sztereogramok* (SIRDS – Single Image Random Dot Stereograms)
- *véletlen-szöveg sztereogramok* (SIRTS – Single Image Random Text Stereograms)
- *egyképes sztereogramok* (SIS – Single Image Stereograms)

A *véletlen-pont sztereogramok* az eredeti, Julesz Béla által bevezetett sztereogramok. Működésüknek lényege, hogy a közelebbi tárgyak mindig tovább vetülnek a két szem retinájára, mint a távolabbiak. Így ha egy adott mintázatot a jobb és bal szemnek szánt képen közelebb hozunk egymáshoz, azt a mintázatot egyre távolabbinak fogjuk látni.



A sztereogramok elkészítéséhez elengedhetetlenül szükséges a számítógép. A képet jobb és bal oldali nézőpontból vizsgáljuk.

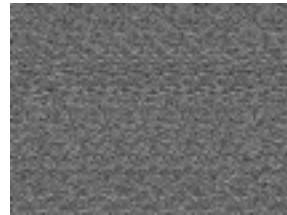
Képzeljük el, hogy egy tárgyat úgy nézünk egy üveglapon vagy papíron keresztül, hogy ahol a tárgy egy pontjából kiinduló és a bal illetve jobb szembe érkező fénysugár áthatol ezen a lapon, oda egy pontot rajzolunk. Így a tárgy minden egyes pontjának a lapon két pont felel meg, egy a jobb, a másik a bal szem számára. Ha megoldjuk, hogy ezeket a pontokat a két szem külön érzékelje, ezekből az agyunk egy térbeli képet rak össze.

A kép készítésekor először az alakzatot sok véges pontra kell bontani, majd soronként végighaladva rajta, az előbb ismertetett leképezéssel minden pontról el kell készíteni a képpontokat. Az egyes sorokat általában más színnel jelenítjük meg, az élek men-

tén pedig szintén más színűek lesznek a megfelelő pontok. Így tehát olyan pontthalmazokat kapunk, amelyet a látósugarak rajzoltak volna ki a lapra. Ha most egyesíteni akarjuk a képet, ellazult, „elbambult” szemmel annyit kell csak elérnünk, hogy a megfelelő pontok külön-külön a két szembe jussanak. Nem mindenki látja a Julesz féle sztereogramokat. Az emberek 10-15 %-a egyáltalán nem látja, másoknak pedig néhány percbe is telhet az első alkalommal, hogy összeálljon a kép, de segíthet, ha piros-zöld szemüveggel nézzük a sztereogramot (piros fólia a bal szemén).

A számítógéppel az is megoldható, hogy egy tartományon belül más nézőpontból is elvégezzék ezt a leképezést, így az észlelt kép a fejünk mozgásakor ugyanúgy változik, mint amikor a valódi tárgyat is egy kissé más szögből nézzük, tehát a térbeliség illúziója tökéletes.

A véletlen-szöveg sztereogramok hasonlóak a véletlen-pont sztereogramokhoz, csak itt a pixelek (képpontok) szerepét a karakterek veszik át, számítógéppel generálva tehát szöveges üzemmódban is láthatók, nemcsak grafikus üzemmódban.



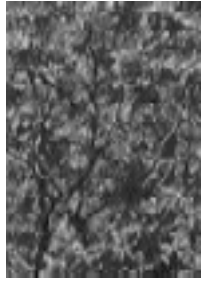
Véletlen-pont sztereogram

```
a@e<j$H%3e;Sa@e<j$H%3e;Sa@e<j$H%3e;Sa@e<j$H%3e;Sa@e<j$H%3e;Sa@
VC7*'bI0"}ujVC7*'bI0"}ujVC7*'bI0"}ujVC7*'bI0"}ujVC7*'bI0"}ujVC
J@.@5>g@4:}uJ@.@5>g@4:}u@.@5>g@4:}u@.@5>g@4:}u@.@5>gg@:}u@.@
"At\gc0Xs2zo"At\gc0Xs2zoAt\gc0Xs2zoAt\gc0Xs2zoAt\gc0Xs2zoAt\gc00X2zoAt\
\6aDL[3go2d1\6aDL[3go2d16aDL[3go2dd16aDL[3g2dd16aDL[33g2dd16aD
X+b(t9'<2+DJX+b(t9'<2+DJ+b(t9'<2+DDJ+b(t9'<+DDJ+b(t9'<+DDJ+b(
OW+VOW\5]Z#WOW+VOW\5]Z#WW+VOW\5]Z#WW+VOW\5]Z#WW+VOW\5]Z#WW+V0
QK&:yTU72r-6QK&:yTU72r-6K&:yTU72r-6K&:yTU72r-6K&:yTU72r-6K&:y
8uj,3zrz`*Xt8uj,3zrz`*Xtuj,3zrz`*XXtuj,3zrz`*XXtuj,3zrz`*XXtuj,
8`f,wReguW)I8`f,wReguW)I`f,wReguW)I`f,wReguW)I`f,wReguW)I`f,wReegW)I`f,
NO'0'WtEmPV;NO'0'WtEmPV;O'0'WtEmPVV;O'0'WtEPVV;O'0'WtEPVV;O'0'WtEPVV;O'0
Kvt$:96u'av;Kvt$:96u'av;Kvt$:96u'av;Kvt$:96u'av;Kvt$:96u'av;Kv
R=]X64?(4r]7R=]X64?(r]7R=]X64?(r]7R=]X64?(r]7R=]X64?(r]7R=]X
nTj>c9*sFyBnTj>c9*sFyBnTj>c9*sFyBnTj>c9*sFyBnTj>c9*sFyBnTj>>c9*sFyBnTj>>
jpl#SDg&V:,Gjpl#SDg&:,Gjpl#SDg&:,Gjpl#SDg&:,Gjpl#SDg&:,Gjpl#SDg&:,Gjpl#
!WeI/xbA5!)!WeI/xbA!)!WeI/xbA!)!WeI/xbA!)!WeI/xbA!)!WeI/xbA!)!WWe
2(ZXS=0m)bkO2(ZXS=0mbkO2(ZXS=0mbkO2(ZXS=0mbkO2(ZXS=0mbkO2(ZX
D{)RTwV1q<[XD{)RTwV1<[XD{)RTwV1<[XD{)TwVV1<[XD{)TwVV1<[XD{)TwVV1<[XD{)
O5Yoxf5,Qt.O5Yoxf5,yt.O5Yoxf55,yt.O5Yxf55,yt.O5Yxxf55,yt.O5Yx
'XaiL<$%u3)'XaiL<$u3)'XaiL<$u3)'XaiL<$u3)'XaiL<$u3)'XaiL<$u3)'Xai
d_m]rte?NZfd_m]rte?NZfd_m]rte?NZfd_m]rte?NZfd_mm]rte?NZfd_mm]
bw;DNhADzfU8bw;DNhADzfU8bw;DNhADzfU8bw;DNhADzfU8bw;DNhADzfU8bw;DNhADzfU8bw
NsG#C7!8#?tFNsG#C7!8#?tFNsG#C7!8#?tFNsG#C7!8#?tFNsG#C7!8#?tFNsG#C7!8#?tFNs
```

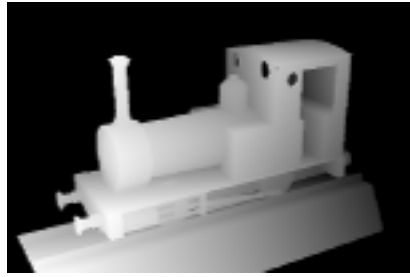
Véletlen-szöveg sztereogram

Az egyképes sztereogramok kissé bonyolultabbak, mint az előbbiek. Itt két képre van szükség: egy előtérre és egy háttérre. Az előtér kép akármilyen lehet, egy egyszerű fénykép, festmény vagy grafika. A háttér kép valamilyen módon olyan információkat tartalmaz, hogy az azon lévő test egy-egy pontja milyen messze van a szemlélőtől. Egy ilyen módszer a z-bufferelt kép, amelynél a képpont színe hordozza a térinformációt, azaz a mélységre vonatkozó adatokat. Ez a kép egy szürke árnyalatú kép, amelyen az egyes szürke árnyalatok a test térbeli távolságát ábrázolják. A z-bufferelt képet előállíthatjuk háromdimenziós tervezőprogramokkal, sugárkövetőkkel.

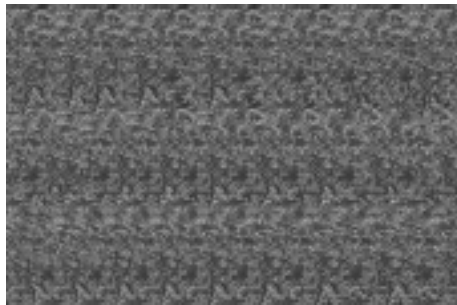
A számítógépes program, figyelembe véve a szemek közötti távolságot, a térbeli látás tulajdonságait, valamint a háttérképet, torzítja és egymás mellé másolja az előtér képet – mintegy beledolgozza a háttérképet a sokszorozott előtérbe. Az ismétlés és a torzítás adja végül ki a sztereogramot, amelyre nézve látni fogjuk a háromdimenziós háttérképet.



*Előtér kép – egy fa*



*Háttér kép*



*Egyképes sztereogram*

*Hogyan nézzük a sztereogramokat?* Sztereogramok nézésére négy módszer ismeretes:

- Piros-zöld szemüveggel.
- Ellazulva, meredten kell nézni a képet 40-50 cm távolságból néhány percre úgy, hogy ne egy pontra koncentráljunk, hanem csak „bambuljunk”.
- Hajoljunk teljesen közel a képhez, majd lassan távolodjunk el tőle 40-50 cm-re, miközben a szemünk ugyanúgy néz, mint mikor közel volt a képhez.
- 40-50 cm távolságból a kép felé nézve ne a látható képre nézzünk, hanem a kép mögé 40-50 cm távolságra.

Mindezek a sztereogramok szoftver úton előállítható sztereogramok voltak, semmiféle komplexebb hardvert nem igényeltek. Léteznek azonban olyan speciális sztereogramok is, amelyek különleges, komplex berendezésekkel, eszközökkel állíthatók elő csupán. Ilyenek a *sztereo-fényképek* vagy a *hologramok*.

A sztereo-fényképeket speciális két objektív fényképezőgéppel készítik. A sztereo-fotózás az 1850-es évektől kezdve, röviddel a fotográfia felfedezése után indult el népszerűsége útján. Az 1920-as évektől kezdve sztereo-filmek is készültek, melyek közül néhányat videó-kazettán is kiadtak, sőt, napjainkban sztereo-részleteket tartalmazó DVD-k is napvilágot láttak.

A sztereo-fényképeket legegyszerűbben az ún. sztereo-néző vagy sztereoszkóp segítségével szemlélhetjük. A sztereoszkóp az emberi szempár távolságának megfelelően elhelyezett, két egyforma, párhuzamos tengelyű gyújtólencsét tartalmaz. Ezeket át mindegyik szem a neki megfelelő képet látja felnagyítva. Sztereo-filmek esetén hasonlóan használhatjuk a piros-zöld szemüveget is.



*Sztereo-fényképezőgép*

Ide tartoznak a különféle, virtuális valóságot megjelentető eszközök is, például a *Shutter-technológia*, amely úgy működik, hogy a felhasználó egy két LCD kijelzőből álló szemüveget kap, melynek kijelzői felváltva eltakarják a szemét, a monitoron pedig ezzel szinkronban, mindig az éppen el nem takart szemnek megfelelő kép látható.

A hologram szintén magyar találmány, Gábor Dénes (1900–1979) ötletéért 1971-ben Nobel-díjat kapott. A lézersugarat optikailag kettéválasztjuk, így egy referenciasugarat és a felvétel tárgyára irányuló sugarat kapunk. A referenciasugár a holografikus filmet világítja meg, a másik sugár a felvétel tárgyról visszaverődve rögzül a fényérzékeny lemezen. Mivel ez a lemez így mindenféle információt tartalmaz a tárgy helyéről, helyzetéről, nagyságáról, formájáról és textúrájáról, előhívása után a filmet a referenciasugárral azonos szögből megvilágítva, láthatóvá válik az eredeti tárgy háromdimenziós képe.

**Feladat.** Írjunk sztereogramokat megvalósító programot!

**Kovács Lehel István**

## Alfa-fizikusok versenye

2002-2003.

### VII. osztály – II. forduló

1. Gondolkozz és válaszolj!

(8 pont)

- Miért gurul tovább a kerékpár akkor, amikor már nem is hajtjuk?
- Miért leng az inga gyorsabban az Északi-sarkon, mint az Egyenlítőn?
- Miért van tél és nyár?
- Miért reped meg az öntöttvas tűzhelylap, ha hideg víz ömlik rá?

2. Egészítsd ki!

(4 pont)

- Az út és az idő között arányosság van, ha állandó.
- Az út és sebesség között arányosság van, ha állandó.
- A sebesség és idő között arányosság van, ha állandó.

3. Írd be a táblázat hiányzó adatait!

(2 pont)

1h	min	s
0,5 h	min	s
h	15 min	s
h	min	2700 s
0,1 h	min	s
h	36 min	s

4. Írd be a táblázat hiányzó adatait!

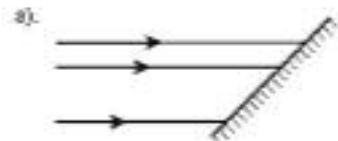
(4 pont)

$d$	$t$	$V$	
72 km	2h	m/s	km/h
	5	m/s	18
162 km		15 m/s	km/h
	12 min	10 m/s	km/h

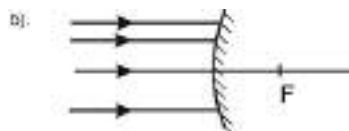
5. Lovas kocsival A-ból a 24 km-re levő B-be árut szállítottak. A és B között a megakart kocsit 6 km/h, B és A között az üres kocsit 12 km/h sebességgel haladt. Mekkora a kocsit átlagsebessége az oda-vissza úton?

(4 pont)

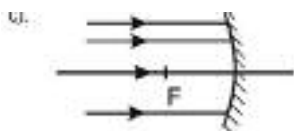
6. Rajzold be a fény további útját az ábrákba, s a rajz alá írd oda az eszköz nevét is!! (7 pont)



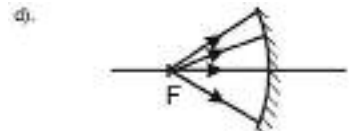
Az eszköz neve: .....



Az eszköz neve: .....



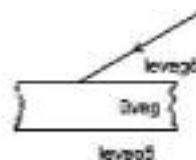
Az eszköz neve: .....



Az eszköz neve: .....

7. Rajzold be a párhuzamos falú üveglemezen áthaladó fény útját! (5 pont)

Milyen fénytani jelenséget tapasztalunk? Mikor nem következik be „eltolódás”?



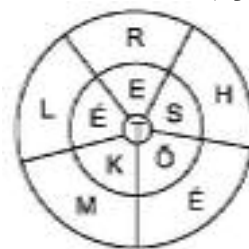
8. Írd be a homorú gömbtükörben látott kép tulajdonságait! (6 pont)

A tárgy	A kép tulajdonságai			
	természete	állása	nagysága	helye
A F-en				
F és 2F				
2F-ben				
2F-en				

9. Rejtvény.

A körökben levő betűket – egy bizonyos sorrendben – összeolvasva, egy fizikai mennyiség nevét kapod. Jele a kis körben található és része a megfejtésnek. (Írj röviden a fizikai mennyiségről).

A rejtvényt készítette: Szűcs Domokos tanár



(6 pont)

A kérdéseket összeállította a verseny szervezője: Balogh Deák Anikó tanárnő,  
Mikes Kelemen Líceum, Sepsiszentgyörgy

## Kémia

**K. 464.** A pétisó ammónium-nitrát és mészkőpor tartalmú műtrágya, aminek a nitrogéntartalma 25 tömeg%. Milyen tömegarányban kell keverni az ammónium-nitrátot mészkőporral, hogy az adott összetételű műtrágyát nyerjék?

**K. 465.** Azonos tömegű (pl. 1g) hidrogén-kloridból, hidrogén-bromidból, hidrogén jodidból desztillált vízzel azonos térfogatú (1L) oldatokat készítettek. Az oldatok pH-ját megmérve és összehasonlítva őket, az eredményt az alábbi sorok valamelyike tartalmazza:

- a)  $\text{pH}_{\text{HCl}} = \text{pH}_{\text{HBr}} = \text{pH}_{\text{HI}}$
- b)  $\text{pH}_{\text{HCl}} > \text{pH}_{\text{HBr}} > \text{pH}_{\text{HI}}$
- c)  $\text{pH}_{\text{HCl}} < \text{pH}_{\text{HBr}} < \text{pH}_{\text{HI}}$

Indokoljátok a kiválasztott helyes választ!

**K. 466.** Számítsátok ki a következő híg oldatok pH-ját:

- a)  $10^{-8}$  mol/L töménységű kénsav oldat
- b)  $10^{-8}$  mol/L töménységű  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  oldat

**K. 467.** Vízmentes ecetsavból desztillált vízzel egy liter térfogatú oldatot készítettek úgy, hogy abban a nem disszociált ecetsav molekulák száma tízszerese legyen az acetát-ionok számának. Számítsuk ki ennek az oldatnak a pH értékét, tudva, hogy az ecetsavnak a savállandója,  $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ . Mekkora tömegű ecetsavat kellett bemérni az oldat elkészítésére?

## Fizika

**AUGUSTIN MAIOR fizika verseny, 2005.**

XI. osztály

**1.**  $m = 6$  kg tömegű test  $h = 20$  m magasról, nyugalmi helyzetből indulva, a vízszintessel  $30^\circ$ -os szöget bezáró lejtőn csúszik lefelé, majd mozgását a vízszintes síkon folytatja. A test a lejtőn is és a vízszintes síkon is súrlódással mozog, a súrlódási együttható  $\mu = 0,2$ . Számítsuk ki: **a)** a test gyorsulását a lejtőn. **b)** a test mozgási energiáját a lejtő alján. **c)** a megállásig megtett utat a vízszintes szakaszon. **d)** a mozgás teljes idejét és a súrlódási erők munkáját. Adott  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

**2.** Az 1-es és 2-es tartályok térfogata  $V_1 = 8,31 \text{ m}^3$ , illetve  $V_2 = 1,69 \text{ m}^3$ . A két tartályt nagyon vékony (elhanyagolható térfogatú), csappal ellátott cső köti össze. Kezdetben a csap zárva van. Mindkét tartályban ugyanannyi tömegű nitrogén található ( $m_1 = m_2$ ). Kezdeti állapotban az 1-es tartályban található gáz hőmérséklete  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ , nyomása pedig  $p_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . A 2-es tartályban levő gáz hőmérséklete  $t_2 = 127^\circ\text{C}$ .

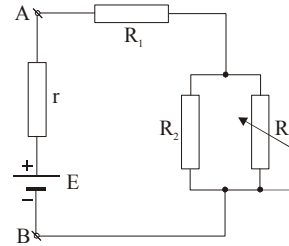
**A)** Az 1-es tartályban található gázt  $t_1' = t_2 = 127^\circ\text{C}$  hőmérsékletre melegítjük. Számítsuk ki: **a)** az 1-es tartályban található molekulák számát és a felmelegített gáz nyomását ( $p_1'$ ). **b)** a gáz által elnyelt hőmennyiséget, a belső energiájának változását és a gáz által végzett mechanikai munkát.

**B)** Kinyitjuk a csapot. Számítsuk ki: **c)** mindkét tartályban a gáz nyomását és kilomólokban kifejezett mennyiségét az egyensúly beállása után **d)** a rendszer belső energiájának változását a kezdeti ( $t_1$ ,  $t_2$ ) és végső állapotok között.

*Adott:*  $R = 8310 \text{ J/kmólK}$ ,  $C_V = 5R/2$ ,  $N_A = 6,023 \cdot 10^{26} \text{ molek/kmól}$

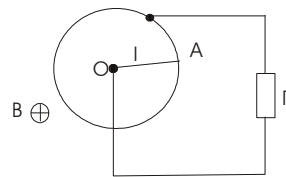
**3.** Az ábrán látható áramkörben  $E = 12 \text{ V}$ ,  $r = 1 \text{ } \Omega$ ,  $R_1 = 19 \text{ } \Omega$ ,  $R_2 = 20 \text{ } \Omega$  és  $R_X$  pedig egy  $20 \text{ } \Omega$ -os lineárisan változtatható ellenállás. Kezdetben a tolócsatlakozó középen található.

Számítsuk ki **a)** az áramkör fő ágában az áram erősségét. **b)** a feszültséget az  $R_X$  ellenállás sarkain és az **A** és **B** pontok között. **c)** ábrázoljuk grafikusan a párhuzamosan csatolt ( $R_2$ ,  $R_X$ ) ellenálláscsoport eredő ellenállását az  $R_X$  ellenállás függvényében a  $0 - 20 \text{ } \Omega$  intervallumban, ez utóbbi 5 különböző értékre és tárgyaljuk az eredő ellenállás változását a tolócsatlakozó helyzetének függvényében. **d)** ábrázoljuk grafikusan az  $R_X$  ellenállás által felvett teljesítményt a következő  $R_X$  értékekre:  $2 \text{ } \Omega$ ,  $6 \text{ } \Omega$ ,  $10 \text{ } \Omega$ ,  $14 \text{ } \Omega$  és  $20 \text{ } \Omega$ . Figyeljük meg a grafikon alakját és vonjuk le a következtetéseket.



**4.** Az OA hosszúságú vezető rúd  $\omega$  állandó szögsebességgel forog az O középpontú és  $OA = l$  sugarú fémből készült körön. A rúd A vége és a kör között elektromos érintkezés van. A rúd O vége és a körön található tetszőleges pont közé egy  $R$  ellenállású fogyasztót kötünk. A rendszer a  $B$  mágneses indukciójú homogén mágneses térben található, a tér erővonalai merőlegesek a kör síkjára.

Határozzuk meg: **a)** az indukált elektromotoros feszültséget a rúd végei között, **b)** az áramerősséget az áramkörben, **c)** mekkora áramerősség hozna létre egy  $d$  sugarú körvezető középpontjában  $B$ -vel megegyező indukciójú mágneses teret, **d)** azt az erőt, amely a rúd A végére kell hasson, hogy mozgását megtartsa. *A súrlódásokat és a vezetők ellenállását elhanyagoljuk.*



**5. a)** Jelentsük ki az anyagi pont impulzusváltozásának tételét és írjuk fel vektoriális alakjában. **b)** Mit értünk hajszálcsővesség alatt? Jelentsük ki Jurin tételét.

## XII. osztály

*Az 1., 2., 3. és 5/a feladatok ugyanazok, mint a XI. osztály esetében.*

**4.** Két, egymástól  $25 \text{ cm}$  távolságra található vékony lencse optikai rendszert alkot. Az első lencse kétszerdomború, gyújtótávolsága  $10 \text{ cm}$ ,  $n = 1,6$  törésmutatójú üvegből készült. A lencsét alkotó két gömb törőfelület görbületi sugarai modulusának aránya  $3/2$ . A második lencse síkhomorú, görbült felületének sugara megegyezik az első lencse második felületének sugarával. A fény terjedési sebessége ebben a lencsében  $2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . Az első lencsétől  $30 \text{ cm}$ -re található tárgy magassága  $1 \text{ cm}$ . Határozzuk meg: **a)** az első lencse által alkotott kép helyzetét és nagyságát. **b)** a második lencse gyújtótávolságát. **c)** a második lencse által alkotott kép helyzetét. **d)** a szórólencse helyébe egy homorú tükröt helyezünk. Mekkora kell legyen a tükör sugara, hogy a végső kép (a lencse-tükör



rendszer által leképezve) ugyanabban a síkban legyen mint a tárgy? Adott a fény sebessége vákuumban  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s.

5. b) Megadva a jelölések fizikai értelmezését és az összefüggésben szereplő mennyiségek mértékegységeit, írjuk le a Young-berendezés sávközének kifejezését.

**Pontozás:** 1. – 4. tételek egyenként 20 pont, 5. tétel -10 pont, hivatalból: 10 pont, Teljes pontszám 100

*A 2005. AUGUSTIN MAIOR fizikaversenyen  
az alábbi tanulók 70 pont fölötti pontszámot értek el:*

Név	osztály	iskola	helység	pontsz
Csengeri Erika Tímea	XII	Kölcsey Ferenc Főgimn.	Szatmárnémeti	87.50
Kis Júlia	XI	János Zsigmond Unit. Koll.	Kolozsvár	86.00
Gergely József Ottó	XII	Kós Károly Iskolacsop.	Székelyudvarhely	82.50
Kolcza Máttyás-Barna	XII	Mikes Kelemen Líc.	Sepsiszentgyörgy	80.00
György Tímea	XII	Silvania Főgimn.	Zilah	79.00
Takács István Mihály	XII	Németh László Líc.	Nagybánya	78.00
Varga Melinda	XII	Mikes Kelemen Líc.	Sepsiszentgyörgy	77.50
Bényey Szabolcs Zsolt	XII	Németh László Líc.	Nagybánya	74.00
Tóth Beáta	XII	Silvania Főgimn.	Zilah	73.00
Boda Szilárd	XII	Silvania Főgimn.	Zilah	71.00
Szász Annamária	XI	Márton Áron Líc.	Csíksereda	71.00
Erzse Levente	XI	Székely Mikó Koll.	Sepsiszentgyörgy	70.50
Kerekes Csaba	XI	Székely Mikó Koll.	Sepsiszentgyörgy	70.50
Dombi András	XI	Mikes Kelemen Líc.	Sepsiszentgyörgy	70.00
Váradí Levente	XII	Mikes Kelemen Líc.	Sepsiszentgyörgy	70.00

## Megoldott feladatok

### Kémia

**K. 459.** 100g oldat térfogata  $100/1,84 \text{ cm}^3 \dots\dots 98\text{gH}_2\text{SO}_4 \dots\dots 1\text{mol H}_2\text{SO}_4$   
 $1000\text{cm}^3$  (1L)  $\dots\dots\dots C_M$   
 $C_M = 18,4\text{mol/L}$

**K. 460.**  $2M + 2HCl = 2MCl + H_2$   
 $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$   
 $2M/M_{Zn} = 13/10,9$  mivel  $M_{Zn} = 65,4$ ,  $M = 39$

**K. 461.**  $2 Ag^+ + Fe = 2Ag + Fe^{2+}$   
 $\Delta m = 48,57 - 20 = 28,57\text{g}$ .

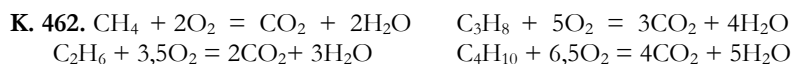
Mivel a lemez tömegváltozását a kioldódott vas és a lerakódott ezüst tömegei okozák, ezért  $\Delta m = m_{Ag} - m_{Fe}$ , tehát  $m_{Ag} = 28,57 + m_{Fe}^{2+}$ . Mivel egy kioldódott vas ion tömege azonos az oxidálódott vasatom tömegével, írható:

$56\text{gFe} \dots\dots 2 \cdot 108\text{g Ag}$   
 $m_{Fe} \dots\dots 28,57 + m_{Fe}$  ahonnan  $m_{Fe} = 10\text{g}$ .

Amennyiben a 20g tömegű vaslemezről 10g vas kioldódott, az átalakulás 50%-os.

A feltételezett átalakuláshoz szükséges  $\text{AgNO}_3$ -oldat térfogatának kiszámítására ismernünk kell az átalakult vas anyagmennyiségét:  $v = m/M \quad v = 10/56 \text{ mol}$ . A reakcióegyenlet alapján:

2 mol  $\text{AgNO}_3$  ..... 1 mol vas  
 $x$  ..... 10/56, ahonnan  $x = 0,357 \text{ mol Ag}$   
 1L oldat ..... 0,5 mol  $\text{AgNO}_3$   
 $V$  ..... 0,357 mol ahonnan  $V = 0,714 \text{ L}$



A gázkeverékre használjuk a következő jelöléseket: az alacsonyabb szénatom számú alkán tömege:  $x$ , a magasabb szénatom számúé:  $y$ . A feladat kikötései értelmében  $x=200\text{g}$ ,  $y=100\text{g}$

A szénhidrogének moláris tömegeinek kiszámítása után a reakcióegyenletek alapján írhatjuk:

az első keverékre:	a második keverékre:
16g $\text{CH}_4$ .... 2·24,5L $\text{O}_2$	44g $\text{C}_3\text{H}_8$ .... 5·24,5L $\text{O}_2$
200g ..... $V_1 = 612,5 \text{ L}$	200g ..... $V_1 = 556,8 \text{ L}$

30g $\text{C}_2\text{H}_6$ .... 3,5·24,4L $\text{O}_2$	58g $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .... 6,5·24,5L $\text{O}_2$
100g ..... $V_2 = 285,8 \text{ L}$	100g ..... $V_2 = 274,6 \text{ L}$

$$V_{\text{levegő}} = 5 \cdot (V_1 + V_2)$$

$$V_{\text{levegő}} = 4,5 \text{ m}^3$$

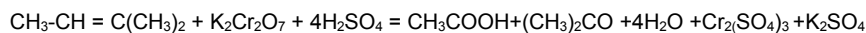
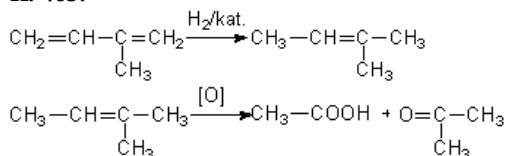
$$V_{\text{levegő}} = 4,16 \text{ m}^3$$

Mind a két gázelegyenletben az alkánok sorában szomszédos tagok találhatók ( $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  és  $\text{C}_{n+1}\text{H}_{2(n+1)+2}$ ). Felírva az égési reakciók egyenletét, az egy mólnyi szénhidrogénhez szükséges oxigén mennyisége:  $(3n+1)/2$  mol, illetve  $3(n+1)+1/2$  mol.

A 300g szénhidrogén elegy, melyben 2:1 tömegarányban található a két, egymást követő homológ tag, elégetéséhez szükséges oxigén mennyisége:

$(3n+1)/2 \cdot 200/(14n+2) + (3n+4)/2 \cdot 100/(14n+16)$  mol. Az oxigén térfogata  $V = v \cdot V_0$ . Ahogyan nő a szénatom száma a keverékben levő szénhidrogénekben ( $n$ ), a fenti összeg egyre kisebb.

**K. 463.**



Egy mólnyi acetont egy mólnyi izoprénből képződik.

$v$  acetont  $= m/58 = 116/58$ , mivel az oxidáció csak 80%-al ment végbe :

100 mol izoprén ..... 80 mol oxidálódott  
 $x$  ..... 116/58 mol ahonnan  $x = 2,5 \text{ mol}$   
 1 mol izoprén ..... 1 mol  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$     1L old. .... 2 mol  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$   
 2,5 mol .....  $x = 2,5 \text{ mol}$      $V$  ..... 2,5 mol  
 $V = 1,25 \text{ L}$

## Kutatás

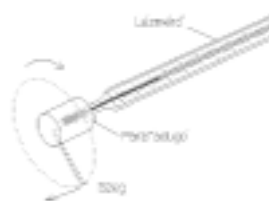
### VI. rész

*A Firka 2004-2005. évfolyamában kutatási témákat kínáltunk fel. Kérjük, küldjétek be kutatási eredményeiteket elektronikus változatban a szerkesztőségünk e-mail címére: emt@emt.ro 2005. június 1-ig Kutatás címmel. A neveteken, osztályotokon, postai lakcímeteken, telefonotokon kívül adjátok meg a vezető tanárotok nevét, iskolátok megnevezését és címét is. A legjobb kutatásokat díjazzuk, és a Firka számokban közöljük!*

*A befejező részben néhány egyszerűbb kísérletet (néhányukat a Firkában már közöltük) javasolunk kutatási témaként azok számára is, akik mostantól szeretnének bekapcsolódni a fizikai kutatások világába. Csak kevés útmutatást adunk, hogy a kutató kedveteket ne befolyásoljuk. Számítógéppel köthetitek össze a méréseket. Keressetek további témákat a mindennapi élet jelenségeinek köréből. Sok sikert a vizsgálódásaitokhoz!*

#### 10. téma: A hő mechanikai egyenértéke

Lázmérő higanytartályára átfúrt parafadugót szorítunk rá. A dugót forgatva, a hőmérséklet növekedik. Meg kell határozni a végzett mechanikai munkát és a keletkezett hőt. Ehhez előbb meg kell mérni, illetve ki kell számítani a hőmérő hőkapacitását.



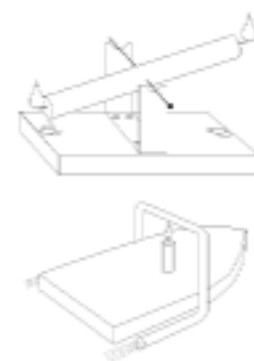
#### 11. téma: Folyadékok fajhője

Egy lemezjátzó korongjára filclapot ragasztunk, majd ugyanolyan súlyú, különböző folyadékokat és hőmérőt tartalmazó kémcsöveket állítunk rá, hogy a forgó filckorong súrolja a kémcsövek alját. Meg kell határozni a rendszer hőkapacitását egy ismert fajhőjű folyadékkal, majd meghatározhatjuk az ismeretlen folyadék fajhőjét.



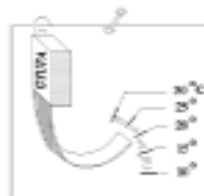
#### 2. és 13. téma: Kaotikus (?) mozgások

Mindkét végén meggyújtott gyertya (amely a közepén átmenő tengely körül hintamozgást végezhet) átbillenéseinek az időpillanatait jegyezzük fel. Hasonló módon pöfög egy kis hajóra szerelt, és a végével vízbe merülő fémcső, amelyet melegítünk. Ha egy U alakban meghajlított fémcsövet nyitott végével lefelé, függőlegesen állítunk bele egy vízzel telt edénybe, és a csövet melegítjük, lejegyezhetjük a pöfögések idejét és a víz hőmérsékletét. (A jelenséget László József, a marosvásárhelyi Bolyai Líceum tanára tanulmányozta.) Mindkét folyamatnál kereshetünk olyan paramétereket, amelyeknek változása szabályosságot mutat.



14. téma: *Ikerfém-hőmérő*

Ragasszunk össze két vékony fémcsíkot (sztaniol és alufólia), aminek egyik végét dugjuk egy gyufásdoboz fiókja és a doboz fala közé, másik végét ívben görbítsük meg. Készítsünk skálát egy hőmérő segítségével. Tanulmányozzuk, hogyan függ az ikerfém behajlása a hőmérséklettől, határozzuk meg az eszköz tehetetlenségét (hibahatárát). Az eszköz leírása megtalálható egy korábbi Firka-számban.



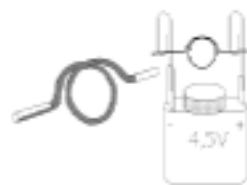
15. téma: *Gőzgépek*

Meghatározhatjuk különféle gőzgépek hatásfokát. A melegített fémdobozokból kiáramló gőz forgásba hozza a lapátkereket, vagy magát a dobozt. Előzőleg határozzuk meg, mennyi idő alatt lassul le magától egy adott fordulatszámról a megpörgetett kerék vagy doboz. A súrlódási erő ismeretében meghatározható a gépek teljesítménye. A hőforrás teljesítménye és a hőveszteségek ismeretében meghatározható a hatásfok is.



16. téma: *Elektromotor*

A gőzgépekhez hasonló módon meghatározható a villanymotor hatásfoka. (A motort leírtuk egy korábbi Firka-számban.) A forgórész lakkszigetelésű tekercselőhuzalból van kialakítva, a hurok végei, amelyeket megfelelő módon tisztítunk meg a szigeteléstől (lásd a rajzont!), gemkapcsokra támaszkodnak. A hurok alá erős korongmágnest teszünk. A mérésekhez ampermérőt és voltmérőt kell használnunk, valamint a szabadon forgásról történő lelassuláshoz kapcsolót kell beiktatni az áramkörbe.



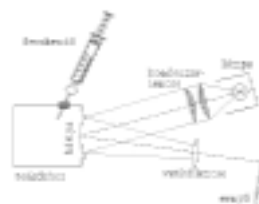
17. téma: *Kristálymodellek*

Folyadék felszínére alulról buborékokat eregetünk. Az egyenletes áramlás biztosítása érdekében szabályozócsappal látjuk el a vezetéket, amely felfújott léggömbbel van kapcsolatban. Ha két csőből különböző nagyságú buborékok keverednek, a folyadékfelszínen kristályrácsszerűen elrendeződött buborékok „szennyezéseket” tartalmazhatnak. Lefényképezve a különböző áramlási sebesség mellett kapott „kristályokat”, magyarázatokat kereshetünk a kialakult alakzatokra.



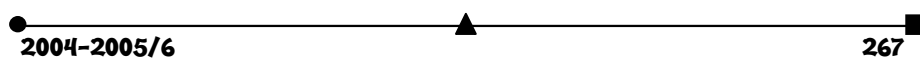
18. téma: *Interferencia vékony rétegen*

Egy korábbi Firka számban már ismertettük a berendezést (Rajkovits Zsuzsa). Feketére festett belsejű teásdoboz száját szappanoldatba mártjuk, hogy rajta szappanhártya alakuljon ki. A doboz falán kialakított lyukba gumidugót szorítunk, amin fecskendőhöz kapcsolódó injekciós tűt szúrunk át. Ha kissé megszívjuk a fecskendőt, a hártya homorúvá válik. Erős fényt küldünk a függőlegesen tartott hártyára, majd nagyítóval képernyőre kinagyítjuk. Tanulmányozhatjuk az interferenciaképet.



Az eszköz közelében egy hanggenerátor frekvenciáját változtatva, a Chladni-féle ábrákhoz hasonló állóhullám-képet alakíthatunk ki a hártyán.

Kovács Zoltán



## Tartalomjegyzék

### Fizika

Az ENSZ javaslatára 2005. a Fizika Nemzetközi Világéve.....	223
Legújabb eredmények a részecskefizikában – II. ....	225
Áramlások, örvények és egyéb érdekes jelenségek – VI. ....	230
Tudomány és művészet találkozása a CERN –ben .....	238
Gondolatébresztő sorok. ....	242
Emberközeli és interdiszciplináris fizikatanítás – VI. ....	250
Alfa-fizikusok versenye .....	259
Kitűzött fizika feladatok.....	261
Kutatás – VI. ....	265

### Kémia

A titokzatos E-szám – II.....	244
Kitűzött kémia feladatok.....	261
Megoldott kémia feladatok.....	263

### Informatika

Honlap-szemle .....	252
Érdekes informatika feladatok – VIII. ....	254