



## Kiosztották a 2010-es tudományos Nobel-díjakat

2010. október 4-én jelentették be az orvosi-élettani Nobel-díj nyertesét. A díjat Robert Geoffrey Edwards, a mesterséges megtermékenyítési eljárás („lombikbébi” módszer) úttörő kutatója kapta.



*Robert G. Edwards*

Edwards végezte el az első olyan sikeres mesterséges megtermékenyítést emberi embrióval, amelynek eredményeként 1978. július 25-én megszületett az első lombikbébi.

1925-ben az angliai Manchester-ben született). Az 1950-es évektől dolgozott a mesterséges megtermékenyítés emberi alkalmazásának kutatásán. Eredményeit munkatársával, Patrick C. Steptoe britsebész orvossal valósította meg, aki 1988-ban elhunyt, így nem osztották meg a díjat a díj odaítélésének alapszabálya értelmében

2010. október 5-én jelentették be a fizikai Nobel-díj nyertesét. A díjat két orosz születésű, a Manchesteri Egyetemen kutató fizikus, Andre Geim (1958-ban Szocsiban, született) és Konstantin Novoselov (1974-ben szintén a SzU-ban született) kapták „a kétdimenziós grafénnel kapcsolatos áttörést hozó kísérleteikért.”



*R. Andre Geim*



*Konstantin Novoselov*

A grafénről részletesebben a FIRKA 2009-2010/4. (135. oldal) és 2008-2009/6. számában (255. oldalán) olvashattok.

2010. október 6-án a kémiai Nobel-díj nyertesét jelentették be. Richard F. Heck amerikai (University of Delaware, USA) és két japán tudós: Ei-ichi Negishi (Purdue University, USA) és Akira Suzuki (Hokkaido University, Japán) kapták a palládiumatomok által katalizált szerves kémiai reakciók területén elért eredményeikért.



*Akira Suzuki*  
(1930. Japán)



*Ei-Ichi Negishi*  
(1935. Japán)



*Richard F. Heck*  
(1931. A.E.Á.)

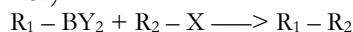
Az általuk kifejlesztett eljárásoknak a szintetikus szerves anyagok (gyógyszerek, színezékek, műanyagok) ipari előállításánál van jelentősége.

Az ún. Heck reakció segítségével aromás vegyületet tudnak könnyen kondenzálni vinil származékokkal szubsztituált aromás gyűrűkkel heterogén rendszerben palladiumkatalizátor jelenlétében:



Az eljárásnak színezék, gyógyszer és kozmetika iparban is jelentősége van.

A gyógyszeriparban különösen jelentősek azok a C-C keresztkötéseket megvalósító szintézisek, melyeket a másik két tudósról neveztek el. A Negishi-reakcióval a fémorganikus (főleg cink származékok) vegyületeken keresztül állíthatók elő a daganatelleni gyógyszerek (ilyen a Tamoxifén).



A Suzuki-reakcióban bór-organikus vegyületek, boronsavak és származékaik segítségével állíthatók elő amelyekből (ezek nem mérgezők a szervezetre) vérnyomás csökkentő és daganatellenes szereket tudnak gyártani.

## Számítógépes grafika

XIII. rész

### Fénytan, megvilágítás és árnyékolás

A fény homogén és izotróp közegben egyenes vonalban terjed. Mérések szerint a fény légtüres térben terjed a legnagyobb sebességgel,  $c = 299\,792\,458$  m/s (*fénysebesség*).

*Fényforrás*nak nevezünk minden olyan entitást (természetest és mesterségest egyaránt), amely látható fény előállítására szolgál.

A fényforrásokat akkor látjuk, ha a róluk kiinduló fény a szemünkbe érkezik. A nem világító testeket akkor látjuk, ha valamely fényforrás megvilágítja azokat, és a róluk visszaverődő fény a szemünkbe jut. Ezeket a testeket *másodlagos fényforrások*nak nevezzük.

Az egyenes vonalban haladó keskeny fényt *fény sugarak* nevezzük. Több, együttes fény sugarat alkotja a *fénynyaláb*.

Ha egy fény sugarat egy objektumra (tárgy, test stb.) esik, akkor a fényt alkotó elektromágneses sugárzás hullámhosszának függvényében az objektum átengedi vagy nem engedi át a fény sugarat, általában az objektumok a rájuk eső fény egy részét elnyelik, más részét átengedik, illetve visszaverik.

A fény visszaverődése (*reflexió*) a tárgy felületétől függ.

Egy felületről visszavert fény jellemző tulajdonságai függenek a beeső fény intenzitásától, a fényforrás mértani alakjától és helyzetétől, valamint a felület anyagának a tulajdonságaitól.

Egy felületről visszavert fény két komponensből tevődik össze:

- egy *diffúz* (*szórt, terjedő*) komponensből és
- egy *spekuláris* (*tükrözött*) komponensből.

### A diffúz visszaverődés

Egy felület által visszavert fény minden irányban terjed és az intenzitás nem függ a megfigyelő helyzetétől. Lambert-törvénye megadja egy pontszerű fényforrástól származó, tökéletesen diffúz felület által visszavert fény intenzitását. Ennek lapján egy tökéletesen diffúz felület által visszavert fény intenzitása egy  $P$  pontban, egyenesen arányos a beeső fény irányítása és a felületre a  $P$  pontban állított *normálissal* (*normálvektor*) bezárt szög koszinuszával.

$$I_d = I_i \cdot k_d \cdot \cos i, 0 \leq i \leq \pi/2$$

ahol:

$I_i$  – a beeső fény intenzitása

$k_d$  – a beeső fény diffúziós együtthatója  $0 \leq k_d \leq 1$

$i$  – a normálvektorral bezárt szög.

Egy felület valamely pontjában vett *normálissal* azt az egységnyi hosszúságú vektort értjük, amely az adott pontban merőleges a felületre, vagyis a felület érintősíkjára. Az  $s(u, v)$  paraméteres formában adott felület  $(u_0, v_0)$  pontjában vett normálisa a

$$\frac{\partial}{\partial u} s(u_0, v_0) \times \frac{\partial}{\partial v} s(u_0, v_0)$$

vektor, az  $F(x, y, z) = 0$  implicit formában adotté pedig a

$$\left( \frac{\partial F}{\partial x}, \frac{\partial F}{\partial y}, \frac{\partial F}{\partial z} \right).$$

Minden normális három komponensből áll  $(x, y, z)$ , és egységnyi hosszúságú, ezért

$$\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = 1$$

Egy sík felület esetén, a merőleges irány a felület összes pontjára ugyanaz, de egy nem egyenletes felület esetén a normális a felület minden pontján más és más lehet.

Ha  $i$  nagyobb mint  $\pi/2$ , akkor a felület nem kap fényt a fényforrástól, más szóval a fényforrás a felület mögött van.

A diffúziós együttható függ a felület anyagának tulajdonságaitól és a beeső fény hullámhosszától. Ezt az együtthatót általában konstansnak szokták tekinteni egy felület minden pontjában.

Az objektumok nem csak a fényforrásoktól kapnak fényt, hanem a környező objektumok által visszavert vagy átengedett fény is eljut hozzájuk. A lokális megvilágítási modellekben, a más objektumok által visszavert vagy átengedett fényt *ambiens* (*környezeti*) fénynek nevezzük, és úgy ábrázoljuk mint egy egyenletesen eloszlott fényforrást a térben.

A megvilágítási modell a következőképpen alakul:

$$I_d = I_a \cdot k_a + I_i \cdot k_d \cdot \cos i, 0 \leq i \leq \pi/2$$

ahol:

$I_a$  – az ambiens fény intenzitása

$k_a$  – az ambiens fény diffúziós együtthatója, amely függ a felület anyagától.

Ha a fényforrás pontszerű és nagyon távol van az objektumoktól, a fényforrást *egyenes fényforrásnak* nevezzük.

A fény intenzitása fordítottan arányos a fényforrás és objektum közötti távolság négyzetével. Tehát, a fényforrástól távolabb eső objektumok gyengébben lesznek megvilágítva. Ezt figyelembe véve, a modell megváltozik:

$$I_d = I_a \cdot k_a + f_{att} \cdot I_i \cdot k_d \cdot \cos i, 0 \leq i \leq \pi/2$$

ahol  $f_{att} = 1/d^2$  egy tompító függvény,  $d$  a távolság a fényforrás és az objektum között.

Ha a fényforrás nagyon közel van, az intenzitás túl nagy lesz, ezért a  $f_{att}$ -ot ez esetben másképp írjuk fel:

$$f_{att} = \min\left(\frac{1}{c_1 + c_2 \cdot d + c_3 \cdot d^2}, 1\right)$$

ahol  $c_1, c_2, c_3$  a fényforráshoz rendelt konstansok,  $c_1$ -et úgy választjuk meg, hogy a nevező ne legyen túl kicsi, ha a távolság kicsi. Ahhoz, hogy a tompítás megtörténjen, 1-el határoltuk el a függvényt.

Mivel általában a fény nem monokromatikus és a felület amire esik úgyszintén színes is lehet, a fenti képletet átírhatjuk a fénynek minden komponensére. Ha például a használt fénymodell az RGB modell, akkor a piros komponensre a képlet a következőképpen néz ki:

$$I_{dR} = I_{aR} \cdot k_a + f_{att} \cdot I_{iR} \cdot k_d \cdot \cos i, 0 \leq i \leq \pi/2$$

és hasonlóan felírhatjuk az  $I_{dG}$ -t és  $I_{dB}$ -t.

Általánosán:

$$I_{d\lambda} = I_{a\lambda} \cdot k_a + f_{att} \cdot I_{i\lambda} \cdot k_d \cdot \cos i, 0 \leq i \leq \pi/2$$

Ez bármilyen hullámhosszú fényre és bármilyen megvilágítási modellre igaz.

### A spekuláris visszaverődés

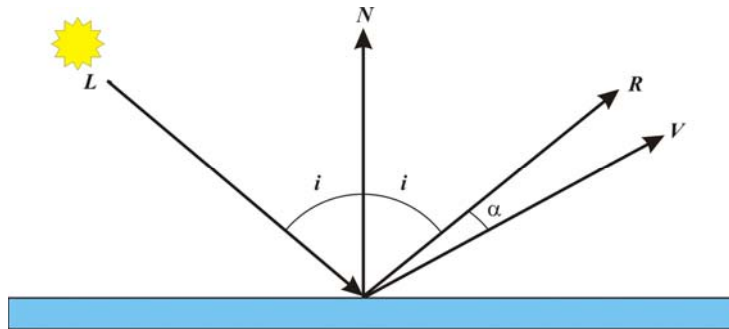
Ha a fénysugarak egy nagyon fényes és egyenletes, sima felületre esnek, akkor *tükörös visszaverődésről* beszélhetünk.

Egy tökéletes visszaverő anyag (pl. egy tükör) a fényt csak egy irányba veri vissza.

A tükörnek azt a pontját, ahol a beeső fénysugár eléri a tükröt, és visszavert fénysugárrá változik, *beesési pontnak* nevezzük. A beesési pontban a tükröre állított merőleges a *beesési merőleges*. A beeső fénysugár és a beesési merőleges által bezárt szög a *beesési szög*, a visszavert fénysugár és a beesési merőleges által bezárt szög a *visszaverődési szög*.

A fényvisszaverődés törvényei:

- A visszaverődési szög mindig ugyanakkora, mint a beesési szög.
- A beeső sugár, a beesési merőleges és a visszavert sugár egy síkban vannak.
- Azok a fénysugarak, amelyek merőlegesen esnek a felületre, önmagukban verődnek vissza.
- Ha a beeső fénysugarak párhuzamosak, akkor a visszavert fénysugarak is párhuzamosak.



1. ábra  
A fényvisszaverődés

Mivel  $R$  és  $L$  szimmetrikus az  $N$  normálshoz viszonyítva, a visszavert fényt csak akkor veszi észre a megfigyelő, ha épp a megfelelő irányításon nézi.

A nem tökéletesen visszaverő felületeknél a megfigyelőhöz jutott fény mennyiség függ a spekulárisan visszavert fény eloszlásától. A sima felületeknél az eloszlás egyenletes, a durvább felületeknél viszont szétszóródik. Általában a visszavert fénynek ugyanolyan jellemzői vannak, mint a beeső fénynek.

A nem tökéletesen visszaverő felületeknél a hirtelen intenzitás-csökkenést, amikor a beesési szög nő,  $\cos^n \alpha$ -val lehet megközelíteni, ahol  $n$  a spekuláris visszaverési hatványa a felület anyagának.

Így a spekuláris fény intenzitása:

$$I_s = I_i \cdot w(i, \lambda) \cdot \cos^n \alpha$$

ahol:

$I_i$  – a beeső fény intenzitása

$w(i, \lambda)$  – a visszaverődési függvény

$i$  – a normálvektorral bezárt szög

$\lambda$  – a beeső fény hullámhossza.

Az  $n$ -et az anyag típusától függően kell megválasztani. A nagy  $n$  értékek a fémekre és más fényes anyagokra jellemzők, a kis  $n$  értékek pedig a nemfémes anyagokra, mint például a papír.

Mivel a visszaverési függvény eléggé komplex, ezért a gyakorlatban egy konstanssal lehet helyettesíteni, amit *spekuláris visszaverődési konstans*-nak nevezünk.

Így a felületek megvilágítási modellje a következőképpen alakul:

$$I_\lambda = I_{a\lambda} \cdot k_a + f_{av} \cdot I_{i\lambda} \cdot (k_d \cdot \cos i + k_s \cdot \cos^n \alpha)$$

Felhasználva, hogy:

$$\cos i = \frac{L \cdot N}{|L| |N|} = L_u \cdot N_u$$

$$\cos \alpha = \frac{R \cdot V}{|R| |V|} = R_u \cdot V_u$$

a képletet így írhatjuk át:

$$I_{\lambda} = I_{a\lambda} \cdot k_a + f_{at} \cdot I_{i\lambda} \cdot (k_d \cdot (L_u \cdot N_u) + k_s \cdot (R_u \cdot V_u)^n)$$

Általában nem csak egy fényforrás világítja meg az objektumokat, s mindegyik hozzájárul a visszavert fény intenzitásához. Feltételezve, hogy az objektumot  $m$  fényforrás világítja meg, a képlet így alakul:

$$I_{\lambda} = I_{a\lambda} \cdot k_a + \sum_{j=1}^m f_{atj} \cdot I_{i\lambda_j} \cdot (k_d \cdot (L_{u_j} \cdot N_{u_j}) + k_s \cdot (R_{u_j} \cdot V_{u_j})^n)$$

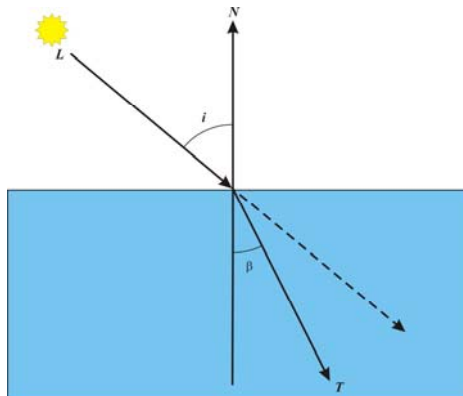
### A fénytörés, áttetszőség és átlátszóság

Két közeg határfelületére érve a beeső fény egy része visszaverődik, a többi megtörik és a másik közegben halad tovább. Ha a két közeg átlátszó anyagból van, akkor a fény sugar az egyik átlátszó anyagból egy másik átlátszó anyagba hatol, egy kis része verődik csak vissza, és a nagyobbik része a fény sugarának megváltoztatott irányával halad tovább.

Ezt a jelenséget *fénytörésnek* (*refrakció*) nevezzük.

A fénytörés törvényei:

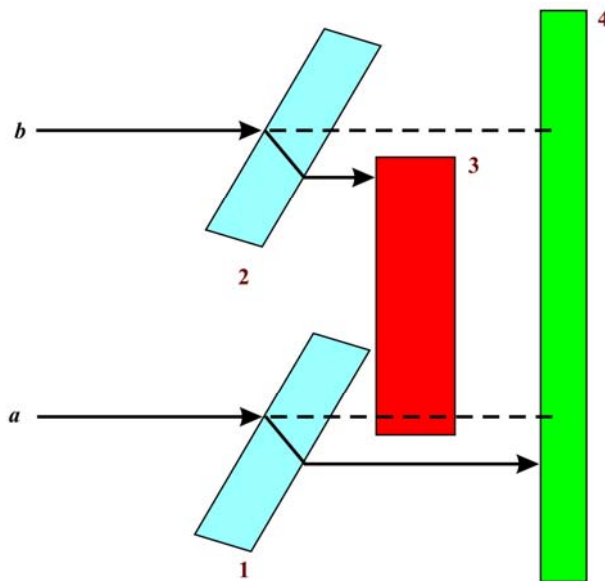
- A beeső fény sugar, a megtört fény sugar és a beesési merőleges egy síkban van.
- A beesési szög szinusza egyenesen arányos a törési szög szinuszával (Snellius-törvény, 1620):  $\sin i = n_{2,1} \cdot \sin \beta$ . A megtört fény sugar és a beesési merőleges által bezárt szöget *törési szögnek* nevezzük. Az  $n_{2,1}$  arányossági tényező a második közegnek az első közegre vonatkozó *relatív törésmutatója*, amelynek értéke a két közegben mért fénysebességeknek a hányadosa:  $n_{2,1} = c_1/c_2$ .
- A beesési szög és a törési szög szinuszának hányadosa ugyanarra a két közegre állandó, ez a relatív törésmutató.
- Ha az első közeg légtüres tér, akkor a második közegre vonatkoztatott törésmutatót *abszolút törésmutató*nak nevezzük.
- Ha a beeső fény sugar merőleges a felületre, akkor a fény irányváltoztatás nélkül halad tovább.
- Ha a fény sugar párhuzamos oldalú (*planparalell*) lemezen haladva keresztül ketős törést szenved, a fény iránya nem változik, csak eltolódik az eredeti iránytól.
- Ha a fény prizmán keresztül halad át, akkor is kétszeres törést szenved, de a fény iránya megváltozik.



2. ábra  
A fénytörés

Az egyes objektumok *átlátszó* vagy *átletszők* lehetnek. A fény terjedése az átlátszó objektumokon keresztül spekuláris, míg az átletszőkön keresztül diffúz.

A 3. ábrán a 3-as és 4-es objektum átlátszatlan, az 1-es és 2-es pedig átlátszó, ugyanazzal a törésmutatóval. Ha nem vesszük figyelembe a fénytörést, az *a* fénysugár a 3-as objektummal találkozna. A valóságban, a törés miatt a 4-es objektumot metszi, amely emiatt megvilágított objektum lesz. Hasonlóan, a fénytörés figyelembevétele nélkül, a *b* fénysugár a 4-es objektumot metszené a 3-as helyett.



3. ábra  
A fénytörés szerepe

A fénytörés torzítja is az objektumokat a perspektivikus vetítéshez hasonlóan. A valóságosság érdekében számolni kell ezzel is.

Ha egy látható felület átlátszó, a színét a látható felület színének és a rögtön utána található felület színének az összetevéséből kapjuk meg, a következő interpolálási képletet használva:

$$I_\lambda = (1 - k_{t_1}) \cdot I_{\lambda_1} + k_{t_1} \cdot I_{\lambda_2}, \quad 0 \leq k_{t_1} \leq 1$$

ahol  $k_{t_1}$  a látható felület átlátszhatóságát méri az adott pontban. Ha  $k_{t_1} = 0$ , akkor a felület átlátszatlan, ezért a pont színe a felület színe lesz. Ha  $k_{t_1} = 1$ , a felület tökéletesen átlátszó, és a színe nem járul hozzá a pont színéhez. Ha  $k_{t_1} = 1$  és a hátul levő felület szintén átlátszó, a számításokat rekurzívan folytatjuk mindaddig amíg egy átlátszatlan felületet kapunk vagy a háttérhez értünk.

Az átlátszóság eme megközelítése nem ad jó eredményt a görbe felületeknél, azért, mert a felület körvonalához közeledve az anyag vastagsága megváltoztatja az átlátszóságot. Ebben az esetben a következő egyszerű nemlineáris megközelítést használjuk:

$$k_t = k_{t_{\min}} + (k_{t_{\max}} - k_{t_{\min}}) [1 - (1 - N_z)^m]$$

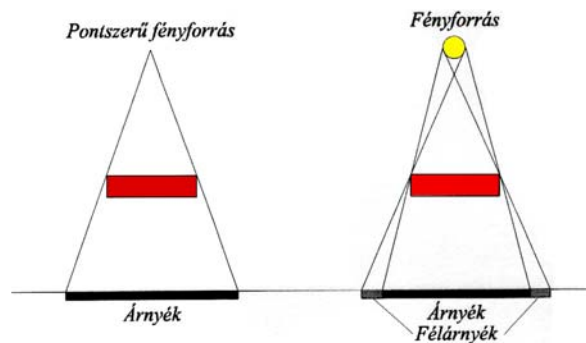
ahol  $k_{t_{\min}}$  és  $k_{t_{\max}}$  az objektum minimális illetve maximális fénytörését jellemzi,  $N_z$  a pontba húzott normálvektor  $z$  komponense és  $m$  egy hatvány, amely az átlátszhatóságot jellemzi (a használt értékek általában 2 és 3).

Ez a képlet meghatározza a felület áttetszési együtthatóját.

### Árnyékolás

Ha a megfigyelő egy fényforrás által megvilágított szintér objektumait nézi, a fényforrás pozíciójától különböző pozícióból, az objektumok által létrehozott árnyékokat is megfigyelheti.

Egy árnyék két részből áll: a *valódi árnyékból* és a *félárnyékból*. A valódi árnyék sűrű, fekete és jól elkülöníthető határa van. A félárnyék körülveszi a valódi árnyékat. A félárnyékban levő objektumok egy kis fényt kapnak a fényforrástól. A pontszerű fényforrások csak valódi árnyékat hoznak létre.



4. ábra  
Árnyék és félárnyék



Az árnyékok meghatározása hasonló feladat, mint az objektumok láthatóságának a meghatározása (lásd *A sugárkövetési algoritmus* című fejezetet). Ezért egy árnyékolt kép létrehozása, a látható felületek kétszeri meghatározását jelenti: egyszer a fényforrások pozíciójából, majd a megfigyelő pozíciójából figyelve a színteret.

Két típusú árnyék létezik: *sajátos* és *nem sajátos árnyékok*. A sajátos árnyékokat az objektum hozza létre úgy, hogy az fény nem jut el az egyik oldalához. A nem sajátos árnyék egy másik objektum által létrehozott árnyék.

A nem sajátos árnyékokat meg lehet határozni úgy, hogy a fényforrás pozíciójából levetjük azokat az oldalakat, amelyek nincsenek sajátos árnyékokkal árnyékolva. Az így kapott sokszögek megadják a nem sajátos árnyékokat.

Egy jobb módszer az, ha az objektum körvonalát vetítjük le a fényforrás pozíciójából. Egy felület pontja, amely látható a megfigyelő pozíciójából de a fényforráséból nem, az árnyékolási intenzitással vagy más objektumoktól származó intenzitással lesz megjelenítve.

Egy felület  $P$  pontjában a fény intenzitásának a kiszámítása a következőképpen alakul:

$$I_{\lambda} = I_{a\lambda} \cdot k_a + \sum_{j=1}^m S_j \cdot f_{atj} \cdot I_{i\lambda_j} \cdot \left( k_d \cdot (L_{u_j} \cdot N_u) + k_s \cdot (R_{u_j} \cdot V_u)^r \right)$$

ahol  $S_j = 0$ , ha a fény a  $j$  fényforrásból nem ér el a  $P$  pontba, és  $S_j = 1$ , ha a fény a  $j$  fényforrásból elér a  $P$  pontba.

### Árnyalás

Raszteres (pixeles) megjelenítőkön a látható felületek színének és fényerősségének helyes megválasztásával elősegíthetjük a tárgyak alakjának és tömörségének érzékeltetését. Ezt nevezzük *árnyalásnak*.

A háromdimenziós színtér raszterképének valóság-hűsége az árnyalást előidéző fizikai jelenségek sikeres szimulációjától függ. Árnyalási modellt használunk a felület megjelenítésekor a fényerősség és a szín kiszámításához.

Generatív számítógépes grafikában a következő árnyalási modellek terjedtek el:

- drótvázás modell
- árnyalási poliéder használata
- Gouraud-módszer
- Phong-módszer
- Pontok független árnyalása

*Drótvázás modell (wireframe)* esetén a geometriai modell három- és négyszögekből áll, csak az élvonalak látszanak.

*Árnyalási poliéder használata (flat)* esetén a megjelenítés a lapok független árnyalásával történik.

A *Gouraud-módszer* folytonos árnyalást állít elő. Mindegyik lap csúcspontjaiban meghatározza a normálisokat, majd ezekből a csúcsok színét. A lapon belüli árnyalást a csúcsponti értékekből interpolálja. A Gouraud-módszer akkor jó, ha a lapon belül a szín valóban közelítőleg lineárisan változik. Ez igaz a diffúz visszaverődésű objektumokra, de elfogadhatatlan tükrös illetve spekuláris visszaverődésű felületekre. A lineáris interpoláció ilyen esetben egyszerűen kihagyhatja vagy szétkenheti a fényforrás tükröződő foltját.



5. ábra

Gömb képe drótvázis, poliéderez, Gouraud,  
Phong és pontonkénti árnyalással

A Phong-módszer is folytonos árnyalást állít elő, alapelve, hogy nem a színeket, hanem a normálvektorokat interpolálja és ebből számítja ki minden pixel színét. Több számítást igényel, de valóságosabb eredményt ad. A Phong-módszer a szintérben nemlineáris interpolációnak felel meg, így nagyobb poligonokra is megbirkózik a tükrös felületek gyorsan változó radianciájával.

Pontok független árnyalásakor minden pontban egyenként meghatározzuk a normálvektort és ebből a pixel színét. A legpontosabb, de a leglassúbb számítási modell.

Kovács Lehel

## A radioaktivitásról

### II. rész

A radioaktív sugárzás az atomok magjában történő átalakulások eredménye. Az anyag által kibocsátott sugárzás mennyisége egyenesen arányos az adott anyagmennyiségben lezajló átalakulások számával. Az időegység alatt lezajló magátalakulások száma osztva az időtartammal, jellemzi az anyag aktivitását. A radioaktív anyag (sugárforrás) aktivitása időben csökken. Az aktivitás egysége a becquerel (jele Bq). Egy becquerel (1Bq) az aktivitása annak a sugárforrásnak, amelyben időegységenként egy magátalakulás történik. Ez gyakorlatilag nagyon kis mennyiség, ezért a kBq, MBq, GBq egységeket szokták használni.

A radioaktív bomlási folyamatok során a sugárzó atomnak megváltozhat a rendszáma és a tömegszáma is, tehát a radioaktív bomlás során egy kémiai elemből (anyaelemből) egy új elem (leányelem) jön létre. Előfordulhat, hogy ez utóbbi is radioaktív, így újabb bomlás történik. Ez a folyamat addig tart, amíg egy stabil elemet nem eredményez az utolsó magátalakulás. Az ilyen atomátalakulási folyamatokat nevezik bomlási sornak. A radioaktív bomlás során a tömegszám vagy négygyel csökken (az alfa-bomlás esetében), vagy nem változik (a béta-bomlás és gamma-bomlás esetében). Ezért négy bomlási sor létezik attól függően, hogy a tömegszám négyes osztású maradéka 0, 1, 2 vagy 3. Ebből a négy bomlási sorból csak az a három maradt meg, amelyeknél a leghosszabb felezési idejű izotóp felezési ideje nagyságrendileg összemérhető a Föld életkorával ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  és a  $^{232}\text{Th}$  anyaelemekkel kezdődő bomlási sorok). A negyedik (neptúnium) anyaelemének bomlási ideje csak kétmillió év, így ez már a bomlások során elfogyott, de mesterséges úton, laboratóriumban előállítható.

A radioaktív bomlási sorok a következők (zárójelben a felezési időket tüntettük fel):

*<sup>238</sup>U-család*

<sup>238</sup>U (4,468·10<sup>9</sup> év), <sup>234</sup>Th (24,1 nap), <sup>234</sup>Pa (6,70 óra), <sup>234</sup>U (245 500 év), <sup>230</sup>Th (75 380 év), <sup>226</sup>Ra (1602 év), <sup>222</sup>Rn (3,8235 nap), <sup>218</sup>Po (3,10 perc), <sup>214</sup>Pb (26,8 perc) és <sup>218</sup>At (1,5 s), <sup>214</sup>Bi (19,9 perc) illetve <sup>218</sup>Rn (35 ms), <sup>214</sup>Po (164,3 μs) és <sup>210</sup>Tl (1,30 perc), <sup>210</sup>Pb (22,3 év), <sup>210</sup>Bi (5,013 nap), <sup>210</sup>Po (138,376 nap) és <sup>206</sup>Tl (4,199 perc), <sup>206</sup>Pb (stabil).

*<sup>235</sup>U-család*

<sup>235</sup>U (7,04·10<sup>8</sup> év), <sup>231</sup>Th (25,52 óra), <sup>231</sup>Pa (32 760 év), <sup>227</sup>Ac (21,772 év), <sup>227</sup>Th (18,68 nap), <sup>223</sup>Fr (22,00 perc), <sup>223</sup>Ra (11,43 nap), <sup>219</sup>Rn (3,96 s), <sup>215</sup>Po (1,781 ms), <sup>211</sup>Pb (36,1 perc) és <sup>215</sup>At (0,1 ms), <sup>211</sup>Bi (2,14 perc), <sup>207</sup>Tl (4,77 perc) és <sup>211</sup>Po (516 ms), <sup>207</sup>Pb (stabil).

*<sup>232</sup>Th-család*

<sup>232</sup>Th (1,405·10<sup>10</sup> év), <sup>228</sup>Ra (5,75 év), <sup>228</sup>Ac (6,25 óra), <sup>228</sup>Th (1,9116 év), <sup>224</sup>Ra (3,6319 nap), <sup>220</sup>Rn (55,6 s), <sup>216</sup>Po (0,145 s), <sup>212</sup>Pb (10,64 óra), <sup>212</sup>Bi (60,55 perc), <sup>212</sup>Po (299 ns) és <sup>208</sup>Tl (3,053 perc), <sup>208</sup>Pb (stabil)

*<sup>237</sup>Np-család*

<sup>237</sup>Np (2,14·10<sup>6</sup> év), <sup>233</sup>U (1,592·10<sup>5</sup> év), <sup>229</sup>Th (7,34·10<sup>4</sup> év), <sup>225</sup>Ra (14,9 nap), <sup>225</sup>Ac (10,0 nap), <sup>221</sup>Fr (4,8 perc), <sup>217</sup>At (32 ms), <sup>213</sup>Bi (46,5 perc), <sup>209</sup>Tl (2,2 perc), <sup>209</sup>Pb (3,25 óra), <sup>209</sup>Bi (1,9·10<sup>19</sup> év), <sup>205</sup>Tl (stabil)

A radioaktív bomlás során a sugárzás részecskéi a környező anyag atomjaiba ütközve fokozatosan elvesztik energiájukat, és elnyelődnek. Ennek módja a sugárzás fajtájától, energiájától, a kölcsönhatásban résztvevő atomok anyagi minőségétől függ. A sugárzás hatásának mértéke a besugárzott anyagban elnyelt energia mennyiségétől függ. Azt az energiamennyiséget, amit a sugárzásnak kitett anyag a besugárzás időtartama alatt a rajta áthaladó sugárzásból felvesz, elnyelt dózisnak (D) nevezzük. Az elnyelt energia SI egysége a gray (Gy), ami 1 kg-nyi anyagmennyiségben elnyelt 1 J energiát jelent. Az elnyelt dózis a sugárforrástól adott távolságban eltöltött időtartammal pontosan adagolható. A sugárhatásnak kitett anyagban az elnyelt sugárdózis függvényében különböző változások mehetnek végbe. Az elnyelt dózis a besugárzási folyamat kritikus tényezője. Ha az anyag a szükségesnél kevesebb energiát nyel el, a kívánt mértékű hatás nem következik be, míg egyes esetekben túl nagy dózis alkalmazása bizonyos mértékű anyagi minőség változáshoz is vezethet.

A radioaktív sugárzás az emberi léttől elválaszthatatlan. Környezetünkben „sugárözönben” élünk, a kozmikus eredetű, a földkéregből származó alap sugárszinthez az élő szervezetek hozzászoktak, csak annak mennyiségi módosulása okozhat rizikótényezőt a szervezet károsodása szempontjából.

A természetes eredetű sugárzást szokás kozmikus eredetűre és földkérgi eredetűre osztani. A kozmikus sugárzás jelentősége a lakótérben kisebb, mivel a téglából, betontól készült épületek a külső sugárzást hatékonyan árnyékolják. Könnyűszerkezetes házaknál ez az árnyékolás kisebb mértékű.

A földkérgi eredetű sugárzás forrásai a talajban, kőzetekben előforduló természetes radioaktív elemek, elsősorban az urán (<sup>238</sup>U), a tórium (<sup>232</sup>Th) és ezek bomlási sorában előforduló elemek, a kálium (<sup>40</sup>K). Ezekből több-kevesebb az építőanyagokban is megtalálható, ezeknek tulajdonítható az épületeken belüli sugárzás. Ez általában nem veszélyes mértékű, de az is lehet, ezért az építőanyagok radioaktivitása hatóságilag szabályozott, nem ha-

adhat meg egy adott értéket. Általában az építőanyagoktól származó (gamma) sugárzás ritkán haladja meg azt a szintet, ami már veszélyes. A természetes radioaktív elemek mennyisége a könnyűszerkezetes házaknál a legkisebb, a téglánál kicsit magasabb mint a betonnál, a legmagasabb a vályognál. Az építőipari segédanyagként használt salakok (töltő és szigetelő anyagként alkalmazzák) radioaktív sugárzásának mértéke magasabb, mint a többi építőipari anyagnak. Ennek oka részben a bennük feldúsult radioaktív rádium-izotóp mennyiség, és a bomlása során képződő sugárzó radon ( $^{222}\text{Rn}$ ), ami még veszélyesebb, annak ellenére, hogy a felezési ideje viszonylag kicsi (3,8 nap), viszont gáz lévén, az építőanyagból kidiffundál, s a lakóterben feldúsul. Egy adott koncentráció esetén veszélyes mértéket ölthet a sugárterhelés a lakók számára, mivel belélegezve közvetlenül hat (a talaj felső rétegéből felszabaduló radon a levegőbe diffundálva hozzájárul az élőlények alap sugárterheléséhez). Ezért nagyon fontos a lakóterek gyakori szellőztetése, hogy elkerüljük a légtérben a radon koncentrációjának növekedését.

A radioaktivitás jelenségének felismerői nagyon korán sejtették, hogy az az emberiség számára jelentős, sokoldalúan hasznosítható lesz. Ezt fogalmazta meg nyilvánosan Pierre Curie 1905-ben a Nobel-díja átvételekor tartott előadásán Stockholmban: „*Elképzelhető, hogy a rádium, bűnözők kezébe kerülve igen nagy veszélyt jelent; felvetődik a kérdés, hogy előnyös-e az emberiség számára, ha megismeri a természet titkait és elég érett-e ahhoz, hogy jóra használja, nem válik-e ártalmára ez a tudás? Nobel felfedezése jó példa erre: nagyerejű robbanóanyagokkal csodálatos munkát lehet végezni, ugyanakkor szörnyű eszközök bűnözők kezében, akik a népek között háborúkat robbantanak ki. Azok közé tartozom, akik Nobellel együtt úgy gondolják, hogy új felfedezésekből több jó származik, mint rossz.*”

Már 1901-ben Németországban Walkhoff és F. Giesel a saját bőrükre helyezve kipróbálták a radioaktív anyagok fiziológiai hatását – ennek hírére ugyanazon év nyarán Pierre Curie 10 óra hosszat a karján tartott egy rádiumforrást azért, hogy meghatározza az okozott károsodást. Észleléseit közölte a párizsi Saint-Louis kórház orvosával, és a bőr-betegségek kezelésére sugárkezelést javasolt. Ez tekinthető a sugárterápia kezdetének amit akkoriban „curieterápiának” neveztek.

Ma már sugárkezelési célokra a kibocsátott sugárzás energia szintje alapján két kémiai elem egy-egy radioizotópját használják: a kobalt-60-as tömegszámú és a cézium-137-es tömegszámú izotópokat.

A radioaktív izotópok által kibocsátott sugárzás a gyakorlatban széles körben felhasználható. A békés célú alkalmazási területek közül elsősorban az orvostudomány (human és állat), az energiatermelés, történelmi kormeghatározás, a mezőgazdasági, az ipari és a környezetvédelem területén való alkalmazásokat kell megemlítenünk.

## Nyomjelzés

A radioaktív nyomkövetés vagy nyomjelzés azon alapszik, hogy egy rendszerben lévő bizonyos elem egy kis részét ugyanazon elem radioaktív izotópjára cserélik. Ettől kezdve különböző detektorokkal lehet követni az elem mozgását a rendszerben. Ily módon a pajzsmirigy működését (radioaktív jóddal), az erek átjárhatóságát, a növények tápanyagcseréjét (radioaktív foszforral) lehet vizsgálni. A módszert Hevesy György dolgozta ki, feltalálásáért kémiai Nobel-díjjal tüntették ki 1913-ban. Hevesy az izotópok élettani, metallurgiai alkalmazhatóságát kutatta.

Iparban az anyagvizsgálatoknál jelentős a radioaktív izotópok alkalmazása. Például, a hegesztési varratok hibáit, vagy az esetleges zárványokat lehet kimutatni segítségével. Erre 192-irídium sugárforrást használnak.

Az alfa-részecskét ( $\text{He}^{2+}$ ) sugárzó izotóp, felezési időtől függően, hosszú ideig egy állandó átfolyó áramot tud indukálni. Ezt a tulajdonságát használják ki a pacemakerekben, mivel segítségével a beteget nem kell maximum 5-10 évente egy nyílt mellkas műtétnek kitenni a normál elem cseréjéért.

Ugyanezen tulajdonsága alapján használhatók az alfa-sugárzó izotópok füstjelző készülékek működtetésére. A kis áthatoló képességű alfa-részecske a levegőben lebegő szilárd részecskéken (füst) nagy mértékben elnyelődik, így az átfolyó áram hirtelen lecsökken.

Mezőgazdasági alkalmazások. A talajvíz-gazdálkodás területén tríciummal végeznek vizsgálatokat. A fűszerek, fűszer-keverékek, zöldség-száritmányok és gyógynövények esetében a besugárzás hatékony módszer a romlást okozó és kórokozó (pl. Coli, Salmonella) baktériumok továbbá a penészgombák számának csökkentésére. A besugárzás a termék tápértékét nem változtatja meg. A besugárzott élelmiszer nem válik radioaktívvá. Régebben a gazdasági növények terméshozamának fokozására is használták, ma már géntechnológiai módszerekkel végzik az ilyen feladatokat.

A növényi és állati kártevők- (pl. az ízeltlábúak) ellen is hatékonyan alkalmazható a radioaktív besugárzás. Ilyen módszer az ún. SIT, (steril insect technika). A mezőgazdasági kártevő legyeket nagy számban tenyésztik („légy gyárak”), majd gamma-sugárzással ivartalanítják. A fertőzött területen nagy számban elengedett steril hímekkel az életük során csak egyszer párosodó nőivarú legyek életképtelen petéket raknak le. Így az adott területen a légy populáció jelentősen csökkenthető. Különböző termékek sterilítésének biztosításában is jelentős szerepe van a radioaktív izotópoknak. A 60-kobalt izotópot használják sugárforrásként különböző termékek csírámentesítésére. Az eljárás előnye, hogy a végső csomagolásban lehet elvégezni, ezzel kizáródik a további bakteriális fertőzés veszélyének lehetősége.

A radioaktív izotópoknak a kormeghatározásban és az energiatermelésben való hasznosítását a következő cikkünkben tárgyaljuk.

Máthé Enikő



## Vizek szennyezettségének hatása a növények életműködésére

Az egyre nagyobb méreteket öltő környezetszennyezés a nagyváradi Ady Endre Elméleti Líceum 9. osztályos diákjai szakköri tevékenységükön azt kezdték tanulmányozni, hogy milyen hatása van a környezetben is előforduló szennyezőanyagoknak a vízi növények életműködésére.

A növények számára toxikusnak tekinthetők azok a szennyezőanyagok, amelyek megváltoztatják az életterek fizikai-kémiai paramétereit és ennek következtében módosítják, vagy akadályozzák a légzést, fotoszintézist, tápanyagfelvételt.

Vízinövényként az átokhínárt (*Elodea canadensis*) használtuk, amely sötétzöld levelű, víz alatt kuszán, gabalyodva növekvő vízinövény. Jellemző rá, hogy az oldott anyagokat egész testfelületén keresztül veszi fel. Anyag- és gázcsereje során vízben oldott anyagokat vesz fel (a növény nemcsak a vízben oldott anyagokból építi fel testét, hanem a fenékiszap tápanyagaiból is), ugyanakkor az életműködése során kiválasztott anyagok (ezek közül a gázok is) a vízbe kerülnek vissza.

A fenékiszapba bekerülő nehézfém-ionok felvétele és akkumulációja különösen veszélyes, mert ezek az elemek a hínárokon keresztül bekerülhetnek a táplálkozási láncok anyagforgalmába. A nehézfém-származékok és más szintetikus vegyületek is módosíthatják a szerkezeti fehérjék konformációját, károsíthatják a biomembránokat, a fotoszintézist biztosító pigmenteket és gátolhatják egyes tápanyagok felvételét, károsítva ezáltal a növény életfolyamatait. A növények a szennyező anyagok bizonyos koncentrációjáig képesek kivédeni azok káros hatásait (felvételi szelektivitás és kelátképzés általi lekötés útján), de a védekezési mechanizmusok bizonyos határértékek átlépésekor már nem hatékonyak.

A környezetben felgyűlő nehézfém-vegyületek és más szennyező anyagok közvetett úton is befolyásolják a növények táplálkozását, mivel megváltoztathatják a közeg vegyhatását és ezáltal módosíthatják az egyes tápanyagok oldhatóságát és hozzáférhetőségét.

Megfigyeléseink során három szennyező anyag hatását tanulmányoztuk, réz-, ólom- valamint nitrát-ion tartalmú vegyületeket alkalmazva.

A réz-ionok komplex szerepet töltenek be a növények életfolyamataiban. A réz számos vegyület (például enzimek) alkotórésze, ezért minden növénynek szüksége van bizonyos mennyiségűre belőle. A növények réztartalmának legnagyobb része, kb. 70%-a a kloroplasztisban található, a fotoszintézisben is részt vesz. Az alacsony rézkoncentráció serkenti a fotoszintézist, de magasabb értéknél mérgezési tünetek jelennek meg, amelyekből környezetszennyezésre lehet következtetni.

A nehézfémek közül az ólom vegyületei igen sok megbetegedést okoznak. Növényekre, állatokra és emberre nézve is veszélyesek. A szervezetbe került ólom nehezen ürül ki és 0,05 µg/l-nyi koncentráció felett mérgezést okoz, gátolja egyes enzimek működését és a sejtosztódást, zavarja a gázcsere-nyílások működését és a klorofill-szintézist.

Kis mennyiségű nitrát szinte minden vízben kimutatható, mivel a talajból könnyen kioldódik. A felszíni vizek nitrát-tartalma 0-8 mg/liter között van, a szennyezett vizeké 50-150 mg/liter körüli vagy ennél is nagyobb. A víz megnövekedett nitráttartalmának forrása a mezőgazdaságban használt műtrágyák, vagy ipari hulladékból származik, ami a sérült vezetékekből kerülhet a vízbe.

A szervezetben a nitrát nitritté alakulhat. A nitritek hatására a vérben az oxigén szállítását végző hemoglobin methemoglobinná alakulhat és ez elégtelen oxigénellátáshoz vezet. Az embernél a mérgezés tünetei a kék ajkak, kezek és lábak, fejfájás, légzési nehézségek, legrosszabb esetben fulladás. Emellett a nitrit rákkeltő nitrozaminná is alakulhat.

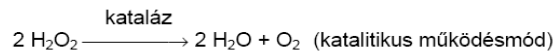
### A tanulókísérlet menete

Hét 250mL térfogatú Erlenmeyer-lombikba a gyökerénél száakra szedett átokhínár-ból (*Elodea canadensis*) két szálat helyeztük. Szennyezőanyagként nátrium-nitrátot, réz-acetátot és ólom-acetátot használtunk. Mindegyik anyagból két különböző töménységű oldatot készítettünk. Az oldatok töménységét úgy választottuk meg, hogy az alacsonyabb érték a megengedett határérték alatti, a nagyobb viszont a szennyezett víz kategóriájának feleljen meg. A növény száakra a mellékelt táblázat adatai szerint töltöttük a tápanyagként szolgáló oldatot. A hetedik lombikban nem szennyezett csapvizet töltöttünk a növény-mintára. Ezt használtuk összehasonlító mintaként (vakpróba). A lombikokat vattadugóval bedugtuk, és az iskola biológia laboratóriumában jó fényviszonyok közé helyeztük.

A növényeket tartalmazó lombikokat 2-3 naponta megvizsgáltuk és feljegyzéseket készítettünk. Minden lombikból leveleket vettünk ki és megnéztük őket szabad szemmel, illetve mikroszkóppal. Tisztán láthatóak voltak a sejtek, kloroplasztiszok, sejthártyák, a vakuólum és a sejtfal is, ezek időbeli változása a szennyező anyagok hatására.

Befejezésül a kísérletünk 14. napján növényi kataláz aktivitását vizsgáltuk.

A kataláz rendkívül elterjedt enzim a növényi szövetekben. A sejtek kataláz tartalma elsősorban a peroxiszómákban található, a kloroplasztisz nem tartalmaz katalázt. A kataláz hidrogénperoxid ( $H_2O_2$ ) bontását katalizálja, ami in vitro a következő nettó egyenlet szerint megy végbe:

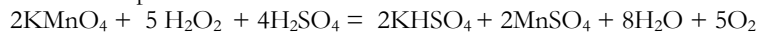


Ebben a folyamatban a kataláz a  $H_2O_2$  molekulához kapcsolódik, a keletkező komplex újabb  $H_2O_2$  molekulával reakcióba lépve, az enzim szabaddá válása mellett víz és oxigén keletkezik.

A szervezetekben számos enzimikus reakció jár  $H_2O_2$  termeléssel. A C3-as fotoszintézist végző növényekben (ezek a leggyakoribb növények) jellegzetes  $H_2O_2$  termelő hely a peroxiszóma. A peroxiszóma egyszeres hátyával körülvett apró sejtszervecske, mely a növényi és az állati sejtekben is előfordul.

A növények öregedése során a kataláz aktivitása csökken, ami a szabad gyökök és peroxidok akkumulációjához vezet, ez pedig elsősorban a membránlipidmolekulák- és ezáltal a membránok károsodását idézi elő.

A kataláz-enzim aktivitásának vizsgálatát kálium-permanganátos titrálással követtük kénsavas közegben. A kísérlet utolsó napján mindegyik lombikból kivettük a növényeket és külön-külön homokkal, és 30mL desztillált vízzel porcelán mozsárban összezúztuk. A zúzatokat leszűrtük, s belőlük 10-10mL térfogatút használtunk a titrálásra. Az irodalomban talált leírás szerint végeztük a meghatározást, amely az alábbi egyenlettel leírható reakción alapszik:



Megfigyeléseink és méréseink alapján a következőket állapíthatjuk meg: a szennyező anyagot nem tartalmazó lombikban (vakpróba) az átokhínár levelei a kísérlet végéig élénk zöld színűek maradtak (csak igen kevés levél halványult el kissé).

A réz-ionokat tartalmazó oldatokban már a kísérlet harmadik napjától megfigyelhető volt a levelek halványodása, sokkal erőteljesebben a magasabb koncentráció esetében.

Az ólomvegyületet tartalmazó edényekben a változás sokkal hangsúlyosabb volt, a növénynek levelei a kísérlet végére teljesen elszíntelenedtek.

A nitrát iont tartalmazó lombikokban is sárgulni, halványulni kezdtek a levelek.

A használt szennyezőanyagok esetén a meghatározások alapján megállapítható, hogy ezek a kataláz enzim aktivitását csökkentik, ezzel magyarázható, hogy a nagyobb ionkoncentrációk esetén nagyobb mennyiségű hidrogén-peroxid volt a próbákban, ennek megfelelően nagyobb volt a permanganát-mérőoldat fogyása.

#### Felhasznált irodalom:

- 1] Drăgan-Bularda, M.: Microbiologie generală – lucr. practice, Univ. Babeş-Bolyai, Cluj-N. 2000
- 2] Dukay Igor (szerk.): Kézikönyv a kisvízfolyások komplex vizsgálatához, Vác, Göncöl Alap. 2000
- 3] Fischer Ernő: A funkcionális sejttan alapjai, Dialóg Campus Kiadó, Bp.-Pécs, 2004
- 4] Nánási Irén (szerkesztő): Humánökológia, Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1999
- 5] Növényi kataláz vizsgálata: <http://www.agr.unideb.hu/~kremper/katalaz2.pdf>
- 6] Tuba Zoltán (szerk.): Vízínövények, Móra Ferenc Ifjúsági Kiadó, Budapest, 1995

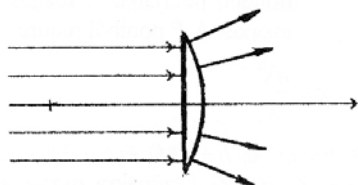
Puskás Ágnes, tanár  
Ady Endre Líceum, Nagyvárad

## Ultrahang

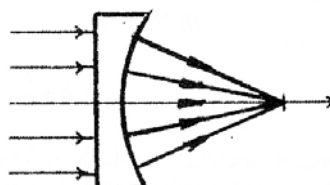
### II. rész

#### Hanglencsék

A hangtörés jelensége alkalmas akusztikai lencsék előállítására, akár csak a fénytannal. Az analógia csak részben alkalmazható. Ez egyrészt annak tulajdonítható, hogy fény esetében a hullámhossz jóval kisebb, mint a lencse geometriai mérete, tehát a diffrakció nem játszik lényeges szerepet. Hallható hangok esetében a két méret közel azonos nagyságrendű, lényeges hangelhajlás jön létre, nem érvényes tökéletesen a sugárirányú terjedés. Ultrahangoknál (a magas frekvencia következtében) a sugár irányú terjedés válik lényegessé. Az ultrahangok gyakorlati alkalmazásainál a hanglencséket széles körben alkalmazzák a sugárzási energia kis térfogatban való koncentrálására. Optikai lencsék esetében a hullámközeg általában levegő, míg a lencse üvegből készül (levegőben a fázissebesség nagyobb, mint szilárd halmazállapotú anyagban). Ultrahangok esetében a leggyakrabban alkalmazott szállítóközeg víz, vagy olaj, a lencsék pedig nagyobb fázissebességgel jellemzett szilárd halmazállapotú anyagból készülnek. A fénytani gyűjtőlencse akusztikai szempontból szóró, és fordítva (2.a., 2.b.ábra).



2.a. ábra



2.b. ábra



A fentiek alapján az anyag csak akkor alkalmas hanglencsének, ha a két közegnek a fázissebessége különböző. Viszont a jó csatolás megköveteli, hogy akusztikai impedanciájuk azonos legyen. Ez a két feltétel, egyidejűleg nehezen valósítható meg. A legjobb kompromisszumot az alumínium biztosítja.

A hanglencsékkel kapcsolatosan más problémák is felmerülnek. Ha az ultrahang a lencse felületére nem merőlegesen esik, a hosszanti rezgések mellett harántrezgések is keletkezhetnek. Mivel az említett két esetben a fázissebességek értékei különbözőek, a lencse két fókuszponttal rendelkezik, tehát két képet alkot. Ez a magyarázata annak, hogy a hanglencsék beeső felülete sík (2.a., 2b.ábra), és merőleges beesést valósítanak meg. A fenti hiányosságok kiküszöbölhetők zónaosztással, vagy akusztikai készletetű vonalakkal.

### Hullámok diszperziója

*Diszperzió*nak nevezzük azt a fizikai jelenséget, amikor a hullámok fázissebessége függ a hullámhossztól. Hallható hangok esetében ez a jelenség nem jelentkezik, de a magas frekvencia következtében észlelhető ultrahangoknál igen. Fluidumoknál a fázissebességet a (6) összefüggés értelmezi. Az összefüggés értelmében ez a mennyiség függ a  $\gamma$  adiabatikus kitevőtől, ennek értéke

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v},$$

ahol  $C_p = \frac{i+2}{2}kT$  az izobár molhő, míg  $C_v = \frac{i}{2}kT$  az izochor molhő. Tehát

$$\gamma = \frac{i+2}{i}, \quad (10)$$

ha  $i$  jelöli a molekulák szabadsági fokainak a számát,  $k$  pedig a Boltzmann-állandó. Ennek a mennyiségnek az értékét a mozgási lehetőségeknek megfelelő független koordináták száma határozza meg. Egyatomos molekulák esetében csak haladó mozgás létezik. Többatomosok esetében jelentkezik a molekulának mint egésznek haladó, forgó mozgása, és a molekulán belül a rezgő mozgás is. A haladó és a forgó mozgás a molekulára mint egészre jellemző, a rezgő mozgás ennek belső sajátossága. Ennek az érvelésnek megfelelően külső ( $i_k$ ), és belső ( $i_b$ ) szabadsági fokokról lehet beszélni. Tehát többatomos molekulák esetében  $i = i_k + i_b$ . A (10)-nek megfelelően

$$\gamma = \frac{i_k + i_b + 2}{i_k + i_b}. \quad (11)$$

Komplex szerkezetű molekulák haladó és forgó mozgásából származó energiáját külső energiának, míg a rezgő mozgását belsőnek nevezzük. A hullámtér elsődlegesen a haladó és a forgó mozgást gerjeszti. Az összenyomási félperiódusban felvett külső energia időkéssel gerjeszti a rezgő mozgást. Ez az időkézés jellemezhető a  $t_r$  relaxációs, vagy beállási idővel. A tágulási félperiódusban a rezgő rendszer energiája csökken, a belső energia, az említett időkéssel, visszaadódik a molekulának mint egésznek. Alacsony frekvencián, a  $T$  periódus nagy értékű ( $T \gg t_r$ ) tehát az összenyomási félperiódusban van

idő a rezgőmozgás gerjesztésére, míg a tágulásiban az energia visszaszolgáltatására. Ez azt jelenti, hogy aktiválódnak, mind a külső, mind a belső szabadsági fokok, tehát érvényes a (11) összefüggés. Magas frekvencián  $T \ll t$ , ezért nem gerjesztődnek a belső szabadsági fokok. A (11) értelmében

$$\gamma_x = \frac{i_k + 2}{i_k}.$$

Ennek megfelelően,  $\gamma_x \gg 1$ . A (6) összefüggés értelmében a mechanikai hullámok fázissebessége magasabb frekvencián nagyobb mint alacsonyabban, ez diszperziót jelent.

A tárgyalt jelenség hallható hangoknál nem, de ultrahangoknál észlelhető. Ultrahangterben mérve a fázissebességet a frekvencia függvényében, a mért mennyiség változásából meghatározható a belső szabadsági fokok száma, és ennek ismeretében tanulmányozható a komplex molekularendszerek belső szerkezete, és dinamikája. Az előbbi érvelésnek megfelelően, az ultrahang a molekulafizikában fontos kutatási lehetőséget biztosít.

## 6. Hangforrások

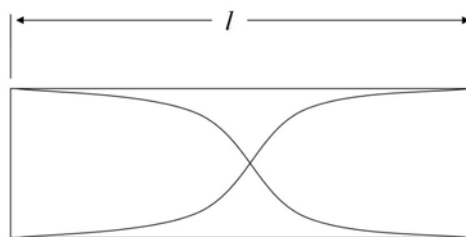
*Hangforrásnak* tekinthető minden rugalmas test, amely energia közléssel rezgésbe hozható, és a rezgési energiát képes átadni a hullámközegnek. A hangforrások két csoportba sorolhatók: elsődleges (valódi), illetve másodlagos (rezgés-átalakító). Az elsődleges hangforrások mechanikai energia felhasználásával rezgési energiát keltenek (húr, lemez, rúd, levegőoszlop). A másodlagosak elektromos, mágneses energiát alakítanak át rezgési energiává (hangszóró, piezoelektromos, magnetosztrikciós ultrahang-generátor). Ultrahangok keltésénél a legfontosabbak a másodlagosak, de az elsődlegesek közül alkalmazzák a levegőoszlopokat, és a rudakat is.

*A rúd.* A közepén rögzített rudat hossztengety mentén megütve, vagy hosszmenti dörzsöléssel gerjesztve, rezgési állapotba jut és benne állóhullámok alakulnak ki. A két szabad végén orsó, míg közepén csomó felületek keletkeznek. Jelölje  $l$  a rúd hosszát (3.ábra), az ábrának megfelelően a rúdban kialakuló állóhullámok hullámhossza  $\lambda = 2l$ , ennek az értéknek megfelelő állóhullámok frekvenciája

$$\nu = \frac{c}{2l}, \quad (12)$$

amit alapfrekvenciának nevezünk. Az alapfrekvenciával egyidejűleg, ennek egészszámú többszörösei (felhangok) is gerjesztődnek, de jóval kisebb intenzitással.

*Levegőoszlop.* Akárcsak a rudak, a levegőoszlopok is gerjesztéssel rezgési állapotba hozhatók, tehát bennük is állóhullámok keletkeznek.



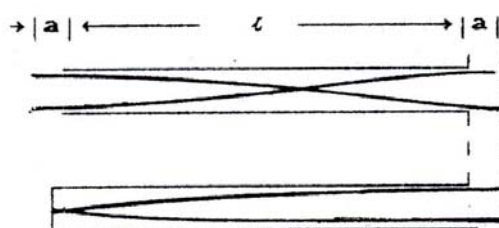
3. ábra

Hullámforrásként viselkednek. A mindkét végén szabad levegőoszlop hasonlóan viselkedik, mint a közepén rögzített rúd.

Az egyik végén nyitott, másik végén zárt levegőoszlopban kialakuló állóhullámnak a nyitott végén orsó, míg a zártnál csomó felülete van (4. ábra). A kialakuló állóhullámra érvényes, hogy

$\lambda = 4l$ , tehát az oszlop által keltett hang alaphfrekvenciája

$$v = \frac{c}{4l}. \quad (13)$$



4. ábra

*Piezoelektromos ultrahanggenerátor.* Ultrahangok keltésére ez a leggyakrabban használt hangforrás. A piezoelektromos hatás abban áll, hogy a kvarc, turmalin, báriumtitanát egykristályok megfelelően kimetszett darabjait összenyomva, az összenyomás irányára merőleges felületeken ellentétes előjelű töltések jelennek meg, nyújtáskor a felületek elektromos töltéseinek az előjele megváltozik. A jelenség fordítva is lejátszódik, ez a *fordított piezoelektromos hatás*, potenciálkülönbség hatására az egykristály tér irányú méretváltozást szenved. Periodikusan változó potenciálkülönbség esetén a méretváltozás is periodikus. Ultrahangok keltésénél a fordított piezoelektromos hatást alkalmazzák.

Tekintsük az 5. ábra szerinti kvarckristályt, melynek OX tengely irányú mérete  $l$ . Az OX tengelyre merőleges felületekre elektródákat helyeznek, és ezeket váltakozó elektromos feszültséggel táplálják. A rúdnál tárgyalt esetben akkor alakul ki állóhullám, amikor  $\lambda = 2l$ . Szilárd halmazállapotú anyagban a longitudinális hullámok fázissebessége

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho(3-6\mu)}}. \quad (14)$$

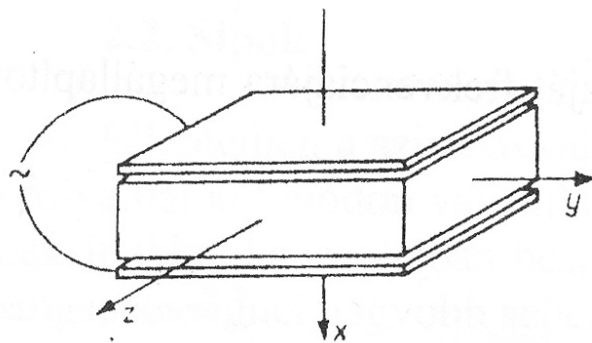
ahol  $E$  és  $\mu$  az anyag rugalmas tulajdonságaira jellemző állandók. A (12) értelmében az egykristály által gerjesztett ultrahang frekvenciája

$$v = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{E}{\rho(2-6\mu)}}. \quad (15)$$

Kvarc esetén  $\rho = 2,65 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $E = 85,46 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$ ,  $\mu = 0,45$ , tehát az  $l = 1 \text{ cm}$  vastagságú lemez alaphfrekvenciája  $285 \text{ kHz}$ .

A kvarckristály nem csak az alaphfrekvencián képes rezegni, hanem ennek felharmonikusain is. Amint említettük, a felharmonikusok intenzitása jóval kisebb, mint az alaphangé, ezért gyakorlati alkalmazásuk korlátozott.

Kvarckristály esetében ultrahangok csak az úgynevezett piezoelektromos Curie-hőmérsékletig gerjeszthetők, mivel e felett a piezoelektromos jelenség nem észlelhető.



5. ábra

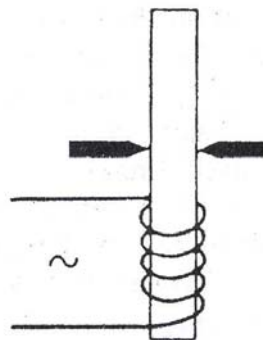
*Magnetosztrikciós ultrahang-generátorok.* Ferromágneses rudat vagy csövet szimmetria tengelyével párhuzamos irányú mágneses térbe helyezve hossz méretük megváltozik, ez a *magnetosztrikció* jelensége. A hosszváltozás mértéke független a mágneses tér irányításától. A  $\nu$  frekvenciájú mágneses tér  $2\nu$  frekvenciájú hosszváltozást eredményez.

A 6. ábra szerinti  $l$  hosszúságú ferromágneses rudat váltóárammal táplált tekercsbe helyezük. A rúdban keltett rezgések frekvenciája

$$\nu = 2 \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{E}{\rho(3-6\mu)}}, \quad (16)$$

ahol 2-es szorzó azért jelenik meg, mert a rúd hosszváltozása nem függ a mágneses tér irányításától.

A 30 cm és a 3 cm hosszúságú nikkelt rúd alaphangjának frekvenciája 8, illetve 80 kHz. Rövidebb rudak is gerjeszthetők, de ebben az esetben már komoly műszaki problémák jelentkeznek. A magnetosztrikciós generátorok nagy előnye a piezoelektromos generátorokkal szemben az, hogy olcsók, felépítésük egyszerű és nagy ultrahang teljesítményt biztosítanak. Hátrányuk, hogy kisebb frekvenciasávot fednek le. Ez a generátor típus csak a ferromágneses Curie-hőmérsékletig működőképes, mivel ezen a hőmérsékleten megszűnik az anyag ferromágneses állapota.



6. ábra

Néda Árpád

## Tények, érdekességek az informatika világából

- ☒ A „szörfözni az Interneten” kifejezést 1992-ben Jean Armour Polly használta először. Az ok: egy szörfös képe volt az egéralátétjén.
- ☒ A Pluto olyan messze van a Földtől, hogy a fénynek 6 órára van szüksége az úthoz.
- ☒ Az első domain név a Symbolics.com volt, melyet 1985 márciusában jegyezték be.
- ☒ 1935-ös megjelenése óta a Monopoly táblajátékból több mint 200 millió darabot adtak el világszerte.
- ☒ 1997-ben a felhasználók szoftverrel kapcsolatos problémáinak megválaszolása miatt a Microsoft telefonszámlája több mint fél milliárd dollárral növekedett. Ez több, mint amennyibe a szoftver kifejlesztése került.
- ☒ A foci VB idején a szórakoztató-elektronikai cégek ötször annyi nagyképernyős televíziót adnak el, mint máskor.
- ☒ Körülbelül 6800 nyelv létezik a világon.
- ☒ Thomas Edison 7 év leforgása alatt háromszáz találmányt szabadalmaztatott. Egész életében több mint ezer szabadalma volt.
- ☒ Az első e-mailt 1972-ben küldték el.
- ☒ A latin nyelvben a „virus” szó mérget jelent.
- ☒ Thomas Edison filmfelvevő gépével az első felvételt egy tüsszentő emberről készítette.
- ☒ Becslések szerint a Pentagon számítógép-hálózatát évente 250 ezer alkalommal törlik fel.
- ☒ A Rubik-kocka kirakásának világcsúcsa 12,97 másodperc.
- ☒ A számítógéphez használatos egér-alátétet 1974-ben találta fel James Spencer, aki eredetileg szőnyeg-ügynök volt.
- ☒ A rulettet Blaise Pascal, francia matematikus találta fel.
- ☒ Egy 1999-es felmérés szerint egy normál, 25500 szavas angol szótár szavainak 93%-a volt regisztrálva, mint „.com” végződésű internetes domain név.
- ☒ A világ első hordozható számológépét a Texas Instruments kezdte árusítani 1972-ben. A tömege több mint 1 kg volt, az ára pedig 150 dollár.
- ☒ A Microsoft alkalmazottainak 34%-a indiai.
- ☒ A számítógépes adatvesztések 32%-a emberi hiba miatt következik be.
- ☒ Az Internet egyik leghíresebb keresője a Yahoo. A cég szerint a név egy rövidítés: „Yet Another Hierarchical Officious Oracle.”
- ☒ Az első technológiai cég, amely a kaliforniai Szilikon-völgyben telepedett le, a Hewlett-Packard volt, 1938-ban. A Stanford Egyetem két mérnöke, Bill Hewlett és Dave Packard egy garázsban indították cégüket, 1538 dollár tőkével. Az első termékük egy hanggenerátor volt, amit a Walt Disney Studios vett meg a „Fantasia” című film effektusaihoz.
- ☒ Amikor az első kereskedelmi telefonszolgáltatás elindult 1927-ben London és New York között, a beszélgetés első három perce 75 dollárba került.
- ☒ Egy daguerreotype (a fénykép elődje) elkészítéséhez 15 perc expozíciós időre volt szükség.

- ☒ A gin és a kanaszta nevű játékok egyaránt a mah-jongg nevű régi kínai játék le-  
származottai, amely több, mint 1000 éves.
- ☒ Három olyan karakter-csoport található egy írógép-billentyűzeten, amelyekben  
ABC sorrendben helyezkednek el a betűk: f-g-h, j-k-l, és o-p.
- ☒ Thomas Alva Edison első jelentősebb találmánya a négyszeres sebességű távíró  
volt, amely egy időben négy üzenetet tudott küldeni.
- ☒ Időszámításunk előtti harmadik században Eratoszthenész precíziós műszerek  
nélkül megmérte a Föld sugarát. Eredménye a jelenleg is elfogadott értékhez ké-  
pest egy százalékos pontosságú.
- ☒ A világ első videomagnója 1965-ben készült és egy zongora nagyságával veteke-  
dett.
- ☒ A UNIX operációs rendszer neve egy rövidítés: UNiplexed Information and  
Computing System.
- ☒ A kínai írás több, mint 40000 írásjelet tartalmaz.
- ☒ Finnországban a legmagasabb a népességre vetített internetezők aránya: 244.5 fő  
1000 lakosra vetítve (2000-es adat).

K. L.

## Egyszerű programok kezdőknek

### Egy egyszerű kétszemélyes játék

#### *A feladat*

A következő egyszerű kétszemélyes játékot fogjuk megoldani:

Két személynek  $n$ - $n$  kártyalapot osztanak le, sorba az asztalra. Minden kártyán egy-  
egy szám látható, a kártyalapok a számmal felfel; vannak elhelyezve.

A játékosok rendre húznak egy-egy kártyalapot, bármelyiket elvehetik a sor két vé-  
géről (balról vagy jobbról).

Az nyer, aki úgy gyűjtötte össze a kártyalapokat, hogy a rajtuk lévő számokat össze-  
adva nagyobbat eredményezett, mint a másiké. Ha egyenlő az összeg, a játék döntetlen.

Határozzunk meg egy nyerő stratégiát (aki kezd, az mindig nyer, legrosszabb eset-  
ben döntetlen lesz), és írjuk meg az ember-gép játékot!

#### *Elemzés*

A nyerő stratégia egyszerű, habár sokakat megtéveszt az az elképzelés, hogy mindig  
a legnagyobbat húzva, az összeg is a legnagyobb lesz.

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 3 | 2 | 1 | 7 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|

Amelyik játékos kezd, az vagy páros, vagy páratlan indexű helyről húzhat kártyát,  
mert mindig páros számú kártya van. Ha balról vesz el, akkor annak a kártyának az in-  
dexé 1 (páratlan), ha jobbról vesz el, annak a kártyának az indexé  $2n$  (páros).

Így a kezdő nem kell mást tegyen, mint gyorsan összeadja, hogy a páros vagy a pá-  
ratlan indexű kártyák összege-e a nagyobb, és aszerint lépjen.

Páratlan:  $5 + 2 + 7 = 14$

Páros:  $3 + 1 + 4 = 8$

Jelen esetben a páratlan helyeken lévő kártyák értékeinek az összege nagyobb, így az első játékos balról vesz le először. A másodiknak így balról is, jobbról is páros index jut. Az első második lépésekor szintén páratlant vesz és így tovább, míg el nem fogynak a kártyák.

#### *A program*

C++-ban leprogramozva, a játék forráskódja a következő:

```
#include<iostream.h>
#include<stdlib.h>
#include<time.h>

int main()
{
    // A kezdő fél
    char c;
    cout << "Ki kezd?" << endl << "0 - gep" << endl << "1 - ember" << endl;
    cin >> c;

    // A kártyák száma
    int n;
    cout << "Egy személy kartyainak a szama: ";
    cin >> n;

    // Kártyák generálása
    srand((unsigned)time(0));
    int t[1000];
    int i;
    for(i=0; i<2*n; ++i)
        t[i] = rand()%100;

    int s;
    int b=0;
    int j=2*n-1;
    char k;
    int og=0, oe=0;
    int ol=0, o2=0;

    // Nyerő stratégia meghatározása
    for(i=0; i<2*n-1; i+=2)
        ol+=t[i];
    for(i=1; i<2*n; i+=2)
        o2+=t[i];

    // A játék
    do
    {
        // A kártyalapok kiírása
        cout << "A ";
        for(i=0; i<2*n; ++i)
            if(t[i] != 0) cout << t[i] << " ";
        cout << "B" << endl;
        // Gép lépése: kártya húzása a nyerő stratégia szerint
        if(c=='0')
        {
            if(ol>o2)
            {
                if(b%2==0)
                {
                    og+=t[b];
                    t[b]=0;
                }
            }
        }
    }
    while(c != '1');
```

```

        ++b;
    }
    else
    {
        og+=t[j];
        t[j]=0;
        --j;
    }
}
else
{
    if(b%2!=0)
    {
        og+=t[b];
        t[b]=0;
        ++b;
    }
    else
    {
        og+=t[j];
        t[j]=0;
        --j;
    }
}
}
else
{
    // Az ember lépése
    cout << "Honnan vegyek le?" << endl << "b-balrol" << endl << "j-
jobbrol" << endl;
    cin >> k;
    if(k=='b')
    {
        oe+=t[b];
        t[b]=0;
        ++b;
    }
    else
    {
        oe+=t[j];
        t[j]=0;
        --j;
    }
}
// Elfogytak-e a kártyák
s=0;
for(i=0;i<2*n;++i)
    s+=t[i];
if(c=='0') c='1';
else c='0';
}
while(s!=0);

// Ki nyert?
if(og>oe)
    cout<<"A gep nyert!"<<endl;
else
{
    if(og==oe)
        cout<<"Dontetlen!"<<endl;
    else
        cout<<"Az ember nyert!"<<endl;
}
return 0;
}

```

Kovács Lehel István



## Katedra

### A kérdéseken alapuló oktatás

Inquired Based Learning (IBL) on Project, avagy az irányított felfedezettés

#### II. rész

Emlékeztetünk a kérdéseken alapuló oktatási módszer lépéseire, amit az előző számban már közöltünk:

A probléma meghatározása (a kutatott témával kapcsolatos kérdés megfogalmazása, egy előzetes válasz – hipotézis – körvonalazása)

Adatgyűjtés (további kérdések megfogalmazása a vizsgált témával kapcsolatos információk begyűjtésére)

Analízis (a begyűjtött információk elemzése, feldolgozása, megtárgyalása)

Következmények/következtetések (reflektálás az újonnan tanultakra)

Forrás: <http://www.worksheetlibrary.com/teachingtips/inquiry.html>

Felkínált projekt-témák: *tűzcsibolás, napfénybogrács, napfénylopó, napfénnel melegített tusoló* stb.

*Választott project-téma: Tervezzünk tűzgyújtó eszközt!* (Motiváció: túlélési technika)

| A probléma meghatározása   | Adatgyűjtés   | Adatok elemzése, feldolgozása  | Következtetések  |
|--|---|--|--|
| Mivel lehet hőt fejleszteni?<br><i>Hipotézis:</i> A súrlódási erő munkája hővé alakul. | Súrlódási együtthatók:<br>fa száraz fán, csúszó<br>0,2-0,4; tapadó 0,4-0,6;<br>a fa fajhője: $1,7 \cdot 10^3$ kJ/kgK;<br><br>a fa gyulladási hőmérséklete:<br>200-400°C | Egy fahasábba fúrt lyukban forgatunk egy pálcát.<br><br>A ható erők,<br>a súrlódási erő munkája, hatásfok.<br>Forgató nyomaték | Az elemzésekre támaszkodva adjunk megoldásokat az eredetileg felvetett problémára! |

#### Kérdések és tevékenységek:

1. A biciklifék mitől melegszik fel? Attól, hogy a súrlódási erő munkája hővé alakul.
2. Mit kéne összedörzsölni ahhoz, hogy jól felforrósodjon? Például két fadarabot, mivel ez bárhol kéznél van!
3. Hogyan dörzsöljük össze? Ha nagy felületen dörzsöljük, a meleg szétoszlik, és nem hasznosítható. Ezért kis felületen kellene egymáshoz súrlódjon a két fadarab. Az lenne a legjobb, ha egy fapálcát gyorsan megforgatnánk egy másik fadarab üregében!
4. Mikor lehetne nagyobb munkát hővé alakítani? Ha erősen nyomjuk a pálcát az üregbe, vagy a pálcát alakját megfelelően képeznénk ki.
5. Becsüljük meg, mekkora nyomóerőt vagyunk képesek a pálcára gyakorolni? Nagyjából 50N. nyomóerőt.

6. Mekkora munkát kell végeznünk ahhoz, hogy egy faforgácsot meggyújtsunk? Ha a hengeres pálca átmérője 1cm (azaz  $d=10^{-2}m$ ), az alapja meg sík felület, a súrlódási erő pedig:  $0,3 \times 50N = 15N$ , akkor 1 fordulatra jutó súrlódási munka  $L = (2\pi \cdot 10^{-2}/4) \cdot 15 = 0,25J$  (az erő a sugár felének megfelelő körön végzi a munkát).
7. Mekkora lehet a felmelegedett fa térfogata? Kb.  $0,01 \text{ cm}^3$ , tömege meg  $0,006g$ .
8. Hány fordulat után keletkezik annyi hő, amely ezt a vékony fafelületet lángra lobbantsa? A felmelegedett fa hőkapacitása  $C = mc = 0,006 \cdot 1700 = 10J/K$ . Ismerve a fa gyújtási hőmérsékletét, ennek az elérésére  $180^\circ C$  fokot kell felmelegíteni.
9. Mennyi hőre van szükség a gyújtásig? A gyújtásig felvett hő  $Q = mc\Delta t = 10 \cdot 180 = 1,8 \cdot 10^3 J$ , mivel a hatásfok majdnem 100%.  
Hányat kell ehhez a pálcának körbefordulnia? A gyújtásig szükséges fordulatok száma  $1,8 \cdot 10^3 J / 0,25 J = 7,2 \cdot 10^3$  fordulat.
10. Mennyi ideig tart a csiholás, ha a pálcára csavart forgatóvonót átlagban  $2m/s$  sebességgel mozgatjuk? A pálca kerületi pontjainak vonalsebessége is  $2m/s$ , a szögsebessége így  $2/0,005 = 400 \text{ rad/s}$ , a fordulatszáma pedig  $60 \cdot 400 / 6,28 = 3600 \text{ fordulat/perc}$ . A csiholási idő tehát  $7,2 \cdot 10^3 / 3600 = 2 \text{ perc}$ .  
További kérdés: A gyújtási idő lerövidül-e, ha a pálca kúpban végződik? (Ennek a kérdésnek a megválaszolását az olvasóra bízuk.)



Kovács Zoltán

## Látványosak, érdekesek, hasznosak

Vegyteni kísérletek osztályban, konyhaasztalon, vagy jó időben egy kerti padon

Világszerte az oktatással foglalkozók azon tanakodnak, hogy mi okból vesztették el a természettudományok vonzóerejüket az ifjúság körében. Ez nálunk is, és az egész Kárpát-medencében is szomorú tény. A felelős tudós emberek egy része sok irányú ténykedéssel próbálkozik azzal, hogy visszavarázsolja a gyermekek lelkébe az ötven-száz évvel ezelőtti hangulatot. A Csodák Palotájában tartott bemutatók, a TV csatornák újabb ifjúsági műsorai mind ezt sugallják. Nemrég láttam a képernyőn dr. Rózsahegyi Márta egyetemi tanárnőt, akit régóta ismerek, módszertani tanácsait, a Wajand Judit tanártársával szerkesztett „Látványos kémiai kísérletek” (Mozaik Kiadó, Szeged, 1999) című könyvét az EMT keretében tanulóknak tartott bemutatóik anyagát gyakran használtam aktív tanár koromban, s a FIRKA számára is inspirációs anyagként használtam. Nagy érdemüknek tekintem, hogy viszonylag könnyen hozzáférhető, a mindennapi gyakorlatban ismert vegyszerek alkalmazásával nem csak az élményvadászatra törekedtek, hanem az érdeklődés felkeltése mellett gondolkodtatnak is, a szükséges magyarázatokat is elvégzik anélkül, hogy a diáknak ez unalmas frázisok halmaza lenne.

A következőkben azoknak a diákoknak és oktatóiknak, akik nem jutottak a könyv birtokába, leírunk néhányat ezekből a kísérletekből. A kísérletek elvégzése és kiértékelése nincs korosztályhoz kötve, kezdő és haladó tanulók is elgondolkozhatnak rajtuk.

Kérjük, hogy mielőtt elkezdtek kísérletezni, jól gondoljátok át az előttetek levő feladatot, elemézzétek annak munkavédelmi előírásait, s a kémia órákon is tanult környezetvédelmi és egészségvédelmi szabályokat.

1. Miért viselkednek különböző módon a légbuborékok különböző folyadékokban? Három kis kémcsőbe (5, vagy 10cm<sup>3</sup> térfogatúak) azonos magasságig töltsétek külön-külön vizet, glicerint, szén-tetrakloridot úgy, hogy mindenik kémcsőben a folyadék fölött maradjon egy 1cm magas légtér. Ezután dugjátok le a kémcsöveket szorosan záró dugóval, s egyszerre fordítsátok fel őket. Mit észleltek, mi a magyarázata?

2. A víz viselkedése más folyadékokhoz hasonlítva: egy 20cm<sup>3</sup> térfogatú kémcsőbe mérjél ki 5cm<sup>3</sup> vizet, erre töltsél 5cm<sup>3</sup> szén-tetrakloridot, közben észleld a történetet. Majd tölts a folyadékrétegekre 5cm<sup>3</sup> benzint, vagy benzolt. A látottakat rajzold le. Ezután óvatosan elegyítsd össze a folyadékrétegeket (úgy rázd össze, hogy ne spricceljenek ki a kémcsőből). Magyarázd az észlelteket.

3. 100° C hőmérsékleten forr-e a víz? Egy gömbaljú lombikot 1/3-áig töltsétek meg vízzel, tegyetek bele pár szem apró horzskövet az egyenletes forrás biztosítására, s kis lángon óvatosan forraljátok fel a vizet. A forrás megszűntekor azonnal dugjátok be egy jól záró dugóval. Szájával lefelé fordítva fogjátok állványba, s a lombik felső részére helyezetek egy jégkockával töltött vékony zacskót. Figyeljétek a történetet és magyarázzátok!

Két ábrát és magyarázatot várunk minden kérdésnél (lehet interneten is beküldeni). Három számban közölt kísérletek legjobb magyarázatait leközzöljük és egy kémia tárgyú szakkönyvet adunk jutalmul.

M. E.



2010. augusztus 30. és szeptember 4. között zajlott le Budapesten és Marosvásárhelyen a Bolyai János Emlékkonferencia, amellyel a 150 évvel ezelőtt meghalt géniusz, a nemeuklidészi geometria világhírű felfedezője, a magyar tudomány legnagyobb alakja előtt tisztelegtünk.

Bolyai munkásságára emlékezünk az itt bemutatott honlappal is: <http://www.jgytf.u-szeged.hu/tanszek/matematika/Bolyai/index.html>, amelyen dr. Szilassi Lajos háttérismereteket közöl a hiperbolikus geometria Poncaré-féle körmodelljét bemutató BOLYAI.EXE számítógépes alkalmazáshoz.

Az alkalmazás letölthető a honlapról, és a leírás lépéseit követve betekinthezünk abba a varázslatos világba, amelyet a Bolyai-féle geometria tár elénk.

A program használata csak a legalapvetőbb számítástechnikai ismereteket igényli: elindítása után minden lépéshez részletes segítséget nyújtanak a menüpontokhoz rendelt HELP funkciók. A program hardware igénye is minimális, bármely IBM kompatibilis PC-n futtatható, bár igényli a színes (legalább EGA felbontású) képernyőt.

Ajánljuk mindenkinek ezt az igen szemléletes alkalmazást, amely segítségével a középiskolában is betekintést nyerhetünk Bolyai világába.



Jó böngészést!  
K.L.I.



## Alfa-fizikusok versenye

VII. osztály, V. forduló

1. Egy óceánjáró sebessége 29 csomó. (Ez a sebesség 54 km megtételét jelenti óránként.) Mennyi idő alatt teszi meg az Európa és Amerika közti 6000 km-es utat a hajó, ha feltételezzük, hogy egyenletesen halad? (2 pont)

2. A hajszal növekedésének sebessége 0,000001 m/s. Mennyi idő alatt nő meg a hajunk 20 cm hosszúra? (2 pont)

3. Gyakorold az átalakításokat! (3 pont)

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| 82 kg = ..... g;    | 0,7 q = ..... kg   |
| 32 dkg = ..... g;   | 2,2 kg = ..... dkg |
| 218 kg = ..... q;   | 31 q = ..... kg    |
| 11,42 q = ..... kg; | 81 q = ..... kg    |
| 0,01 t = ..... kg;  | 0.2 kg = ..... dkg |
| 1002 g = ..... dkg; | 33 kg = ..... t    |

4. Rendezd növekvő sorrendbe az alábbi mennyiségeket! (3 pont)  
5 m<sup>3</sup>; 0,002 m<sup>3</sup>; 2.10<sup>6</sup>cm<sup>3</sup>; 12 cm<sup>3</sup>; 0,5 dm<sup>3</sup>; 660 cm<sup>3</sup>; 0,2 m<sup>3</sup>; 150 dm<sup>3</sup>

5. Hány köbméter? (3 pont)

500 dm<sup>3</sup> = ..... m<sup>3</sup>;  
 100000 mm<sup>3</sup> = ..... m<sup>3</sup>;  
 580 cm<sup>3</sup> = ..... m<sup>3</sup>;  
 180 l = ..... m<sup>3</sup>;  
 960 hl = ..... m<sup>3</sup>;

1580 cm<sup>3</sup> = ..... m<sup>3</sup>  
 1989 dm<sup>3</sup> = ..... m<sup>3</sup>  
 3000 hl = ..... m<sup>3</sup>  
 1580 l = ..... m<sup>3</sup>  
 0,5 hl = ..... m<sup>3</sup>

6. Hány perc az az utazás, amely

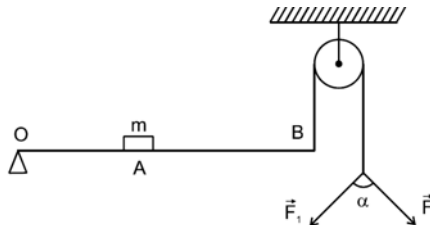
(2 pont)

- 8 óra 5 perctől - 10 óra 15 percig;
- 7 óra 40 perctől - 8 óra 36 percig;
- 10 óra 11 perctől - 11 óra 59 percig;
- 21 óra 15 perctől - 0 óra 10 percig tartott?

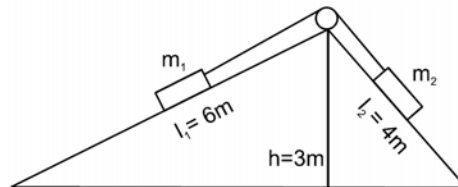
7. Az útburkolat javításakor 12 m<sup>3</sup> térfogatú, 15,6 t tömegű aszfaltot használtak fel. Mennyi az aszfalt sűrűsége? Fejezzük ki a tanult mértékegységekben a kapott végeredményt! (3 pont)

8. Mekkora tömegű testtel lehet egyensúlyban tartani a következő mechanikai rendszert? (4 pont)

Adott:  
 OA = 0,4 m  
 AB = 1,2 m  
 F<sub>1</sub> = 6 N  
 F<sub>2</sub> = 8  
 N α = 90°  
 g = 10N/kg



9. Az ábrán levő két test egyensúlyban van. Számítsuk ki a két test tömegét, ha tudjuk azt, hogy a két test tömege összesen 600 g és a súrlódás elhanyagolható. (4 pont)



10. Egy 5,6 m hosszú lipinkán két gyerek hintázik. A gyerekek tömege 30 kg és 40 kg. A gyerekek a lipinka végén ülnek. A lipinka egyensúlyban van! (4 pont)

- Mennyi az erőkarok aránya?
- Mekkora az egyik, illetve a másik erőkar?

11. Egy krómból készült tárgy szélessége 7 cm. Hossza 4-szer nagyobb mint a szélessége és magassága pedig 7-szer kisebb. Mekkora a króm test súlya, ha ρ<sub>Cr</sub> = 7400 kg/m<sup>3</sup> (3 pont)

| Sz. | Kérdés  | Válasz |
|-----|---|--------|
| 1.  | Platina, irídium ötvözetből készítik és Párizs mellett Servés helységben tárolják a   |        |
| 2.  | A beesési szög és a visszaverődési szög egyenlő. Ez a törvénye a  |        |
| 3.  | A periszkópban a két síktükör egymáshoz viszonyítva   |        |
| 4.  | Ha két síktükör egymásra merőleges, akkor a beeső fénysugárhoz viszonyítva a kilépő fénysugár   |        |
| 5.  | A síktükörnél a tárgy távolsága és a kép távolsága  |        |
| 6.  | Ha a fénysugár optikailag sűrűbb közegből ritkább közegbe hatol, a törési szög mekkora a beesési szöghöz viszonyítva és hogyan hajlik el a sugár? |        |
| 7.  | Az akusztika tudományág magyarul  |        |
| 8.  | A testek egyensúlyi helyzetével foglalkozó tudományág   |        |
| 9.  | A virág szirmainak ki és becsukását a fényerősség változásának függvényében minek nevezzük?   |        |
| 10. | A testek melegítés hatására kitágulnak, ezért sűrűségük   |        |
| 11. | Az olaj a víz tetején helyezkedik el. Miért?  |        |
| 12. | Egyenlő nagyságú, ellentétes irányítású erők eredője  |        |
| 13. | Egyenlő nagyságú ellentétes irányítású párhuzamos erők neve, mely mit hoz létre?  |        |
| 14. | Egy fizikai mennyiség vektoriális, mert   |        |
| 15. | Emelőnél milyen arány van az erők és karjaik között, ami azt jelenti, hogy  |        |
| 16. | Egy szabályos mértani test súlypontja hol található?  |        |
| 17. | Egy körben, sugarai mentén, 90°-os szögeket bezárva hat négy erő. Mikor lesz az eredőjük 0?   |        |
| 18. | Mit jelent az, hogy egy rugó rugalmassági állandója 200N/m  |        |

A kérdéseket a verseny szervezője, *Balogh Deák Anikó* állította össze  
(Mikes Kelemen Líceum, Sepsiszentgyörgy)

## Kémia

**K. 651.** Az emberi szervezetben a szén 20,0, a hidrogén 9,86 a kalcium 1,5, a foszfor 0,95 tömeg%-ban található. Számítsátok ki, hogy egy 50kg tömegű emberben mekkor számú atom található ezekből az elemekből!

**K. 652.** Hány molekula található  $1\text{m}^3$  hidrogéngázban, ha annak a hőmérséklete  $20^\circ\text{C}$  és nyomása  $10^5\text{Pa}$ ?

**K. 653.** Hány atomosak a kéngőz molekulák  $500^\circ\text{C}$  hőmérsékleten, ha a kéngőz levegőre vonatkoztatott sűrűsége ilyen körülmények között  $6,6$ ? Tekintsük a levegőt  $80\text{tf}\%$ -os nitrogént és  $20\text{tf}\%$  oxigént tartalmazó gázkeveréknek.

**K. 654.** Egy ezüst-réz ötvözet vegyelemzésére  $1\text{g}$  tömegű mintát salétromsavban oldottak, majd a teljes fémion mennyiség leválásáig  $5\text{A}$ -erősségű árammal  $8\text{perc}$  és  $20$  másodpercen át kellett elektrolizálni. Számítsátok ki az ötvözet tömegszázalékos összetételét!

**K. 655.** Egy vegyület elemzésekor megállapították, hogy az csak szenet és hidrogént tartalmaz. Az égetése során keletkezett szén-dioxid és vízgőz térfogata azonos körülmények között (p,t) ugyanakkora volt. Írjátok fel a vegyület molekulaképletét, tudva, hogy a vegyület nitrogénre vonatkoztatott sűrűsége  $3$ .

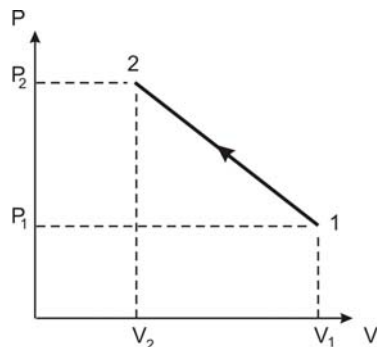
**K. 656.** Desztillált vízzel nátrium-kloridból és rézszulfátból külön-külön  $100\text{g}$   $10\%$ -os oldatot készítettek. Az oldatokat tartalmazó poharakba szénelektrodákat helyezve, a cellákat sorba kapcsolva egyenárammal addig folytatták az elektrolízist, míg a rézszulfát oldatból a teljes rézmennyiség levált. Ekkor a két pohárban levő oldatot összeöntötték. Állapítsátok meg, hogy:

- Milyen kémhatású és milyen színű lett a keverék?
- Mi a tömegszázalékos összetétele az oldatkeveréknek?

## Fizika

**F. 461.** Az  $m_1=1\text{ kg}$  és  $m_2=2\text{ kg}$  tömegű testek egymásra merőleges irányban haladnak. Az 1-es test sebessége  $v_1 = 10\text{m/s}$ . Ütközésük után az 1-es test megáll. Mekkora hő szabadult fel az ütközéskor?

**F. 462.**  $V$  mól ideális gáz állapota az ábrán látható  $p$ - $V$  diagramon követhető. Ismerve a  $p_1$ ,  $V_1$  és  $p_2$ ,  $V_2$  értékeket, határozzuk meg a gáz által elért legmagasabb hőmérsékletet.



**F. 463.** Egy szénrudat sorba kötünk egy ugyanolyan vastagságú vasrúddal. Milyen összefüggésnek kell eleget tegernek a rudak hossza, hogy ennek a rendszernek az ellenállása ne változzon a hőmérséklettel?

**F. 464.** A Young-berendezés egyik részét 1,4, a másikat 1,7 törésmutatójú azonos vastagságú átlátszó lemezekkel fedjük le. Ekkor a központi maximum helyére az ötödik fényes sáv kerül. Ismerve a fény hullámhosszát,  $\lambda = 480\text{nm}$ , határozzuk meg a lemezek vastagságát.

**F. 465.** Egy hidrogén atomot egy részecskével ütköztetve ionizálunk. Az ütközés-kor a H atom által kapott energia 150 eV. Határozzuk meg a szabaddá vált elektron mozgási energiáját, ha tudjuk, hogy a H ion mozgási energiája az ionizálás után 76 eV, és a H ionizálási energiája 13,6 eV.

## Megoldott feladatok

**Kémia FIRKA 2010-2011/1.**

**K. 641. a)** A táblázatban feltüntetett testek közül az a legnehezebb, amelynek legnagyobb a tömege. Ennek eldöntésére ki kell számolnunk a megadott hasábalakú testek tömegét (kivétel az Al-ból készült, amelynek adott a tömege). Az ismert sűrűségértékek és a testek méreteinek ismeretében, amiből a térfogatuk kiszámítható, az  $m = V \cdot \sigma$  összefüggés segítségével kiszámíthatók a hasábok tömege

$$m_{\text{Al}} = 5,4\text{g}, m_{\text{Au}} = 38,6\text{g}, m_{\text{U}} = 37,4\text{g}, m_{\text{gyémánt}} = 19,92\text{g}, m_{\text{kvarc}} = 22,68\text{g}$$

Tehát az arany hasáb a legnehezebb.

b) A hasábokat alkotó atomok számát azok anyagmennyisége határozza meg. A kvarc kivételével a hasábok egynemű atomokat tartalmaznak, ezekben levő atomok számát megkapjuk, ha az anyagmennyiségük mértékét szorozzuk az Avogadro-számmal ( $N = 6 \cdot 10^{23}$ ). A hasábokban levő anyagmennyiség ( $v$ ) mértéke a tömeg és moláris tömeg hányadosa.

$$\text{Így: } v_{\text{Al}} = 5,4/27 = 0,2\text{mol}$$

$$n_{\text{Al}} = 1,2 \cdot 10^{23} \text{ atom}$$

$$v_{\text{Au}} = 38,6 / 197 = 0,196\text{mol}$$

$$n_{\text{Au}} = 1,17 \cdot 10^{23} \text{ atom}$$

$$v_{\text{U}} = 37,4 / 238 = 0,157\text{mol}$$

$$n_{\text{U}} = 9,42 \cdot 10^{22} \text{ atom}$$

$$v_{\text{C}} = 19,92 / 12 = 1,66\text{mol}$$

$$n_{\text{C}} = 9,96 \cdot 10^{23} \text{ atom}$$

$$v_{\text{SiO}_2} = 22,68 / 60 = 0,378\text{mol}$$

$$n = 3,0 \cdot 378 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 6,78 \cdot 10^{23} \text{ atom}$$

Tehát a gyémánt hasáiban van a legtöbb atom.



**K. 642.** A jég olvadásakor az anyagi összetétele nem változik, ezért nem történik tömegváltozás, tehát  $m_{\text{jég}} = m_{\text{víz}} = \rho_{\text{jég}} \cdot V_{\text{jég}} = 1,82\text{g}$ . Mivel a víz sűrűsége  $1\text{g/cm}^3$ , ezért az  $1,82\text{g}$  tömegű víz térfogata  $1,82\text{cm}^3$ .

**K. 643.**  $100\text{g old.} \dots 11,2\text{g KOH}$   
 $400 + m_{\text{KOH}} \dots \dots \dots m_{\text{KOH}}$ , ahonnan  $m_{\text{KOH}} = 50,45\text{g}$ .

**K. 644.** A feladat feltételei mellett hidrogénből oxigénnel víz keletkezik.

A kémiai reakciókban egymással egyenértékű anyagmennyiségek reagálnak. Azonos tömegű reagáló anyagokból abból fogy kevesebb amelyiknek kisebb az egyenérték tömege. ( $E_{\text{H}} = 1\text{g}$ ,  $E_{\text{O}} = 8\text{g}$ ), tehát a hidrogén fog feleslegben maradni.

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  egyenlet értelmében  $m$  gramm oxigénnél  $m/8\text{g}$  hidrogén fog reagálni és a termékegyben  $7/8m$  hidrogén és  $9/8$  víz lesz. Ezért  $100$  egységben  $43,75$  tömegegység hidrogén, vagyis  $43,75\%$  van. A többi  $56,25\%$  víz.

**K. 645.** A gázelegy sűrűsége  $1,3520\text{g/dm}^3$  (az előző számban tévesen  $\text{dm}^3$  helyett  $\text{cm}^3$  jelent meg). A normál állapotú gázok moláros térfogata  $22,4\text{dm}^3$ , akkor ha az ismeretlen gáz moláros tömegét  $M$ -el jelöljük, írható:  $1,3520 = (4,32 + 3M) / 7,22,4$ , ahonnan  $M = 28\text{g/mol}$ , elemi anyag esetén a gázok kétatomos molekulájuk ( $\text{X}_2$ ), így a gázállapotú anyag atomjának atomtömege  $14$ , ez a nitrogén elemé. Tehát az ismeretlen gáz  $\text{N}_2$  lehet. Amennyiben összetett anyag, a lehetséges elemkombinációkból csak szénhidrogén jöhet számításba:  $\text{C}_x\text{H}_y$ . Az  $x$  értéke csak  $2$  lehet ( $1$  esetén a molekulatömeg kisebb,  $3$  esetén nagyobb mint  $28$ ).  $2 \cdot 12 + y = 28$ ,  $y = 4$ , tehát a gáz lehet  $\text{C}_2\text{H}_4$ , etén is.

**K. 646.** Jelöljük a keverékben a  $\text{CaCl}_2$  tömegét  $m_1$ -el, a  $\text{CaBr}_2$  tömegét  $m_2$ -vel, akkor írhatjuk, hogy:  $m_1 + m_2 = 50\text{g}$  (1). A két só moláros tömege:  $M_{\text{CaCl}_2} = 111\text{g}$ ,  $M_{\text{CaBr}_2} = 200\text{g}$ . ( $M_{\text{Ca}} = 40$ ,  $M_{\text{Cl}} = 35,5$ ,  $M_{\text{Br}} = 80$ ). Vízben való oldásakor a sóelegynek  $150\text{g}$  oldata keletkezett, aminek  $8,57\%$ -a  $\text{Ca}^{2+}$ , ezért írhatjuk:

$$150,8,57 / 100 = 40m_1 / 110 + 40m_2 / 200 \quad (2)$$

Az (1) és (2) összefüggésekből  $m_1 = 17,84\text{g}$ ,  $m_2 = 32,16\text{g}$ , akkor  $100$  tömegegységnyi sókeveréknek  $35,68\%$ -a  $\text{CaCl}_2$  és  $64,32\%$ -a  $\text{CaBr}_2$ .

**K. 647.**  $v_{\text{HCl}} = 67,2\text{L} / 22,4\text{mol.L}^{-1} = 3\text{mol}$ ,  $m_{\text{HCl}} = 3\text{mol} \cdot 36,5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 109,5\text{g}$   
 $100\text{g old.} \dots 10\text{g HCl}$   
 $m \dots 109,5\text{gHCl}$ , ahonnan  $m = 1095\text{g}$   
 $V_{\text{old.}} = 1095\text{g} / 1,04\text{g} \cdot \text{cm}^{-3} = 1052,9\text{cm}^3$   
 $m_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{old}} - m_{\text{HCl}} = 1095 - 109,5 = 985,5\text{g}$

**K. 648.** A réz salétromsavval  $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$  reakció egyenlet szerint reagál, ahol a savból csak  $2\text{mol}$ nyi redukálódik  $\text{NO}$ -á, amit a légtérben lévő oxigén oxidál tovább:  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$

Feltételezve, hogy a tartály légtérben a gázok standard állapotban ( $V_M = 24,5\text{L/mol}$ ) vannak, akkor kezdeti állapotban a  $10\text{L}$  gázkeverék  $1/5$ -e  $0,08\text{mol}$   $\text{O}_2$ , ami csak  $0,16\text{mol}$   $\text{NO}$ -al tud reagálni, így a reakcióterben marad  $0,09\text{mol}$   $\text{NO}$ , miközben  $0,16\text{mol}$   $\text{NO}_2$  keletkezik. Az eredeti gázelegy  $4/5$ -e, a  $8\text{L}$  nitrogén ( $8/24,5 = 0,33\text{mol}$ ) nem alakul át, te-

hát a légtér összetételét  $0,09 + 0,16 + 0,33 = 0,58$  mol gázkeverék alkotja, aminek az összetétele: 15,5mol% NO, 27,6mol% NO<sub>2</sub>, 56,9mol% N<sub>2</sub> (gázoknál a térfogat% mértéke azonos a mol% mértékével).

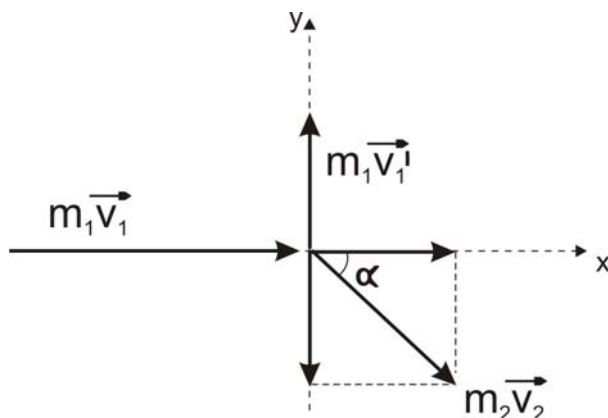
**K. 649.** Ha  $v_{\text{NaOH}} = 10\text{g}/40\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,25$  mol található 2L oldatban, akkor az oldat moláris töménysége  $[\text{NaOH}] = 0,125\text{mol/L}$ . A NaOH erős elektrolit, vízben oldva teljes mértékben disszociál, tehát  $[\text{OH}^-] = 0,125\text{mol/L}$ .

Minden vizes oldatban  $[\text{H}^+]\cdot[\text{OH}^-] = 10^{-14}$ , ezért írhatjuk, hogy  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ . Tehát a lúgoldat pH-ja:  $14 - (-\lg 0,125)$ ,  $13 < \text{pH} < 14$ .

**K. 650.**  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$  ahonnan  $v_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = v_{\text{OH}^-} / 2$   
 $\text{pOH} = 4$ , akkor  $[\text{OH}^-] = 10^{-4}$ . Az oldat moláris töménysége mivel  $[\text{Ca}(\text{OH})_2] = [\text{OH}^-] / 2 = 5 \cdot 10^{-5}\text{mol/L}$   
 $\text{pH} = 14 - \text{pOH} \approx 10$

**Fizika – FIRKA 2008-2009/3**

**F. 413.** Legyen az  $m_1$  tömegű test sebessége  $\vec{v}_1$  és  $\vec{v}'_1$  az ütközés előtt, illetve az ütközés után, és  $\vec{v}_2$  az  $m_2$  tömegű test sebessége az ütközés után. Az impulzus megmaradásának törvényét és az 1.ábra jelöléseit felhasználva, írhatjuk:



1. ábra

$$m_1 v_1 = m_2 v_2 \cos \alpha \quad (1)$$

$$m_1 v'_1 = m_2 v_2 \sin \alpha$$

A két egyenletet elosztva, és figyelembe véve, hogy  $v'_1 = v_1/2$ , meghatározható az  $\alpha$  szög tangense:  $\text{tg} \alpha = 0,5$ , majd (1)-ből az

$$\frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} = \frac{1}{\cos \alpha} = \sqrt{1,25} \quad (2)$$

arány.

Az energia megmaradásának törvényét alkalmazva, írhatjuk:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2},$$

ahonnan a tömegek arányára az

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{3}{4} \cdot \frac{v_1^2}{v_2^2}$$

kifejezés adódik. Kifejezve (2)-ből a  $v_1/v_2$  arányt, kapjuk:

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{4}{3 \cos \alpha}$$

és az  $m_2$  tömege az  $m_2 = 5m_1/3 = 500g$  értéket.

**F. 414.** Legyen a  $\gamma$  térfogati hőkitágulási együtthatójú folyadék egyik mennyiségének a térfogata  $t_1$  hőmérsékleten  $V_1$ , míg a másiknak  $t_2$  hőmérsékleten  $V_2$ . Akkor a nulla hőmérsékleten mért térfogatokra írhatjuk:

$$V_{01} = \frac{V_1}{1 + \gamma \cdot t_1} \quad \text{és} \quad V_{02} = \frac{V_2}{1 + \gamma \cdot t_2}$$

A folyadékok tömegét az  $m_1 = \rho_0 V_{01}$  és  $m_2 = \rho_0 V_{02}$  összefüggések határozzák meg. A hőcsere egyenlet alapján

$$m_1 c(t - t_1) = m_2 c(t_2 - t),$$

ahol  $t$  az egyensúlyi hőmérséklet. Behelyettesítve a tömegek kifejezését, kapjuk:

$$V_{01}(t - t_1) = V_{02}(t_2 - t) \quad (1)$$

Ugyanakkor a végső térfogatok a

$$V_{v1} = V_{01}(1 + \gamma \cdot t) = V_{01}[1 + \gamma \cdot t_1 + \gamma(t - t_1)] = V_1 + V_{01}\gamma(t - t_1)$$

és

$$V_{v2} = V_2 + V_{02}\gamma(t - t_2)$$

kifejezések adják meg. Ezeket összeadva, az össztérfogatra kapjuk:

$$V_{v1} + V_{v2} = V_1 + V_2 + \gamma[V_{01}(t - t_1) + V_{02}(t - t_2)] = V_1 + V_2,$$

ahol felhasználtuk az (1) összefüggést.

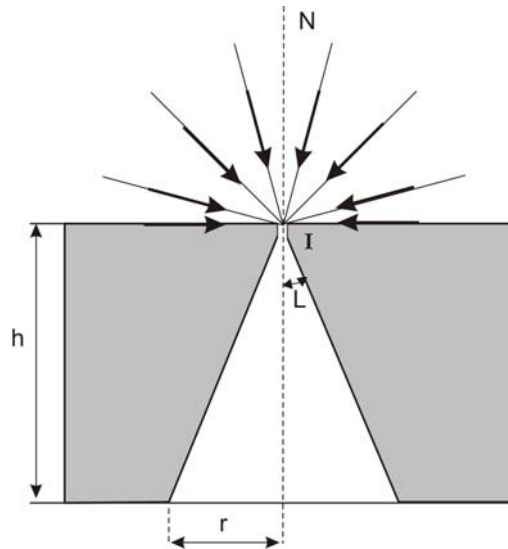
**F. 415.** A tér bekapcsolásakor a gömb úgy polarizálódik, hogy belsejében az elektromos tér erősege nulla legyen. A felszabaduló hő egyenlő azzal az energiával, amellyel a  $V_1 = 4\pi r^3/3$  térfogatban az elektrosztatikus tér rendelkezik. Ez az energia pedig

$$W_1 = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} \cdot V_1 = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} \cdot \frac{4\pi r^3}{3} = Q$$

Háromszor nagyobb sugarú gömb esetében a felszabaduló hő

$$Q' = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} \cdot V_2 = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot (3r)^3 = 27Q$$

**F. 416.** Az égbolt diffúz fényének beesési szöge  $i_1 = 0^\circ$  és  $i_1' = 90^\circ$  közötti lehet.  $90^\circ$ -os beesési szögnél a fény a határszög alatt lép be a folyadékba, melyet a  $\sin i_1 = n \cdot \sin L$  töréstörvény határoz meg.



2. ábra

A 2. ábra alapján  $\sin L = \frac{r}{\sqrt{r^2 + h^2}}$ . Ezt felhasználva a törésmutatóra kapjuk:

$$n = \frac{\sqrt{r^2 + h^2}}{r} = \sqrt{1 + \left(\frac{h}{r}\right)^2}.$$

**F. 417.** Alkalmazva az általánosított Balmer-képletet, valamint a H atomra vonatkoztatott Balmer-összefüggést, írhatjuk:

$$\frac{1}{\lambda} = Z^2 R \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad \text{és} \quad \frac{1}{\lambda_H} = R \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right),$$

ahonnan kapjuk:  $Z = \sqrt{\frac{\lambda_H}{\lambda}} = 2$ . A keresett elem tehát a hélium.

## híradó

*Jelentős tudományos kérdések tisztázásában filmsztárokká váltak molekulán belüli atomok:* A grenoblei egyetemen egy nemzetközi tudós csoportnak, melynek Katona Gergely, magyar kutató is tagja volt, olyan felvételeket sikerült készítenie, mely segítségével a fotoszintézisben jelentős szerepet játszó fehérje molekulában követni tudták a fény hatására történő atomi mozgásokat. Erre roentgen-sugár impulzusok segítségével vált lehetőség. A felvételek alapján mód nyílik a fotoszintézis mechanizmusának tisztázására. A kísérleti technika jelentős szolgálatot tehet a napenergia hasznosíthatóságának különböző területeken való fejlesztésében is (pl. hatékony napelemek, mesterséges fotoszintézis megvalósításában)

*Több mint száz éve sejtették a létét, de még mindig új felfedezések bővítik a protonnal kapcsolatos ismereteinket*

Az első kísérleti tény, ami arra utalt, hogy az anyagoknak van egy pozitív töltésű alkotó részecskéje az E. Goldstein német fizikus (1850-1930) csősugara volt. Egyenáramú feszültséget kapcsolva egy üvegcsőre, amiben ritkított gáz (hidrogén) volt, az anódból kiinduló sugárzás a kilyuggatott katódon áthaladt. Megállapította, hogy pozitív töltésű részecskéket tartalmaz. Mágneses térben is vizsgálta, amely eltérítette a sugarakat (előzőleg a katódsugarak vizsgálata feltételezte az elektron létét az anyagi részecskékben).

1911-ben E. Rutherford  $\alpha$ -forrással (radium) vékony aranylemezt sugárzott be és meglepő eredményt kapott. Saját szavai szerint: „Határozottan ez volt a leghihetlenebb eredmény, amellyel életemben találkoztam. Majdnem olyan hihetetlen volt, mintha valaki egy 15 hüvelykes gránáttal egy selyempapír-darabkára tüzelne, és az visszatérve őt magát találná el”. Nagy része a sugárzásnak a sugárforrással szemben elhelyezett ernyőn felvillanásokat okozott, de a mögötte levő térrészben is történtek felvillanások. Ebből következtetett arra, hogy az atomban kell lennie egy pozitívan töltött résznek, amelynek a mérete az atoménál sokkal kisebb. 1815-ben W. Prout atomsúly meghatározásokat végezve figyelte arra, hogy a különböző elemek atomsúlya viszonyítva a hidrogénéhez jó megközelítéssel egész szám. Ebből azt a következtetést vonta le, hogy minden kémiai elem egyetlen őselemből, a hidrogénből épül fel.

Rutherford 1919-ben különböző gázok  $\alpha$ -forrással való besugárzásakor arra következtetett, hogy minden atommagban van hidrogén mag, s ennek a proton nevet adta. A proton létét csak 1925-ben sikerült egyértelműen bizonyossá tenni, amikor P. Brackett ködkamrában nitrogénatomok ütköztetésével protonkibocsátást tudott láthatóvá tenni.

A következő években a fizikusok meghatározták a proton belső szerkezetét. Bebizonyosodott, hogy nem elemi részecske, hanem három kvarkból (uud) és a köztük levő kölcsönhatásokat közvetítő gluonokból épül fel. Az évek során meghatározták a proton töltését, tömegét és kvantumelektrodinamikai számítások segítségével a sugarát. Hosszas vizsgálatok eredményeként az atomfizikusok egy nemzetközi csoportja arra a következtetésre jutott, amit a kísérleti adatok és számítások szigorú ellenőrzése igazolt, hogy a proton sugara 4%-al kisebb az eddig tudott értéknél. Az újabb, pontosabb (10%-al, mint az előző) kísérleti eredmény annak köszönhető, hogy a svájci részecskegyorsítóban sikerült „műonios hidrogént” nyerni, amiben a proton vonzóterében nem egy elektron,

hanem egy negatív müion van (olyan részecske, aminek a töltése megegyezik az elektró- néval, de a tömege kétszázszor nagyobb, így a köztük levő kölcsönhatás erősebb, s kö- zelebb kerül a protonhoz). Ennek a kísérleti ténynek látszólag nincs jelentősége a mi makrovilágunkban, de a kvantum elektrodinamika eddigi elméletét megzavarja, a tudo- mány fejlődésére nagy hatása is lehet.

Felhasznált forrásanyag: *Magyar Tudomány* (Gimes Júlia közlése)

### **Számítástechnikai hírek**

Megjelenéshez közeledik a Linux Mint legújabb verziója: már elérhető a disztribúció 10-es számú kiadásának tesztverziója. A Linux Mint fejlesztőcsapata elérhetővé tette következő, Julia kódnevű kiadásának tesztverzióját (RC). Az Ubuntu 10.10-re épülő Li- nux Mint 10 számos újítást tartalmaz, az újraszabott dizájn mellett megújult a szoftver- kezelő, a frissítéskezelő központ is. A menü – a Windowsban megszokotthoz hasonló- an – jelzi a frissen telepített programokat. Az újdonságok önkényesen összeállított fel- sorolásunknál jelentősen bővebb, teljes listája megtalálható a projekt honlapján. A fej- lesztők hangsúlyozzák: a Linux Mint 10 RC hibakeresési, tesztelési célokat szolgál, ezért nem javasolt éles rendszerként használni.

Tokióban bemutatták az első olyan háromdimenziós tévét, amelyhez nem kell spe- ciális szemüveg. A Toshiba rukkolt elő elsőként a szemüvegmentes 3D-s tévével. A fo- lyadékkristályos készülék 12 és 20 inches képernyős változatban lesz kapható december- től Japánban. Meglehetősen közelről kell nézni, hogy a 3D-s hatás működjön. A 12 inc- hest 65 centiméterről, a 20 inchest 90 centiről érdemes nézni, de az optimális zónában bármely szögből élvezhető a három dimenziós kép. A kisebb átszámítva 285 ezer fo- rintba fog kerülni, a nagyobb ennek duplájába. A Toshiba szerint a 3D-s technika a jö- vő.

Három biztonsági funkcióval bővült a Facebook. Az egyik az idegen gépeken hasz- nálható ideiglenes jelszó, a másik a távoli kijelentkezés lehetősége, míg a harmadik az, hogy a portál zentül rendszeresen megkéri a felhasználót, hogy frissítse a hitelesítési adatait. Ideiglenes jelszót kérhetnek a Facebook felhasználói, amennyiben megadják a mobilszámukat a közösségi portálon. Az sms-ben kért jelszóval nyugodtan bejelentkez- hetnek hotelekben, netkávézókban és reptereken, mert senki sem lophatja el a hozzáfé- résüket. A jelszó csak húsz percig él, utána nem használható. A funkciót néhány hét alatt vezetik be, most még nem fér hozzá mindenki. Mostantól nyomon követhetők a korábbi bejelentkezések, és kiléphetünk a távoli számítógépekről. Ha nem vagyunk biz- tosak abban, hogy a munkahelyünkön vagy a könyvtárban kijelentkeztünk-e, akkor csak meg kell nyitni a fiókbeállításoknál a fiókvédelem menüt, és ott látszanak a legutóbb használt gépek. Egyetlen gombnyomással kiléphetünk. Ugyanitt kérhető, hogy a Facebook sms-ben küldjön értesítést, ha új számítógép jelentkezik be a fiókba. A har- madik újítás nem annyira látványos: a Facebook állítólag rendszeresen szól majd a fel- használónak, hogy tekintse át a biztonsági adatait, és frissítse azokat, ha változás történt.

Ide tartoznak a megadott email címek is, amelyekből érdemes minél többet megadni, nehogy valaki hamis profilt hozzon létre a nevükben.

Október elejétől kaphatók a Sony új tévéi, amelyeken a Google rendszere fut. A felhasználók tévéadásokat nézhetnek, internetezhetnek és különböző alkalmazásokat használhatnak egy időben. A japán elektronikai cégóriás, amely vissza kívánja szerezni a világ televíziós piacának vezető szerepét, kedden bejelentette: új nagy felbontású készülékei használják elsőként a Google TV platformját, amely az Android operációs rendszerre épül. A Google keresőjével, az Intel Atom-processzorával, wifivel, Twitterrel, YouTube-lejátszóval és Napsterrel is felszerelt tévé gyors internetelérést biztosít használóinak. A 24 hüvelykes változat 600 dollárba, a 32 hüvelykes 800 dollárba, a 40 hüvelykes 1000 dollárba, míg a 46 hüvelykes 1400 dollárba kerül. Az LCD-tévék először a Sony weboldalán lesznek megrendelhetőek, később jelennek meg az áruházakban. A Sony a Samsung és az LG mögött jelenleg a harmadik helyet foglalja el a világ tévékészülék-piacán.

(www.stop.hu, index.hu nyomán)



*A FIRKA jelen évfolyamának lapszámaiban egy-egy problémafeladatot kínálunk fel, aminek a megoldásához hozzásegíthet a mellékelt feladatsor megoldása. Küldjétek be elektronikus formában a feladatsor és a problémafeladat megoldását, valamint azt is, hogy milyen nehézségeitek adódtak, és melyik feladat miben segített a problémafeladat megoldásában! A helyes feladatmegoldókat jutalomban részesítjük!*

### **A 2. problémafeladat**

Egy héliummal töltött ballon 5g súlyt képes lebegő állapotban megtartani a levegőben. A ballon anyagának tömege 5g. Mekkora a ballon térfogata? A ballon burkolatának és a ráakasztott súlynak a térfogatát elhanyagoljuk.

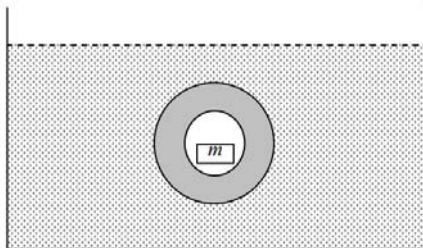
( $\rho_{\text{He}} = 0,179\text{kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{lev}} = 1,293\text{kg/m}^3$ ) Mekkora a He gáz tömege?

(Gnädig Péter, Honyek Gyula: 123 furfangos fizika feladat. Budapest, 1997)

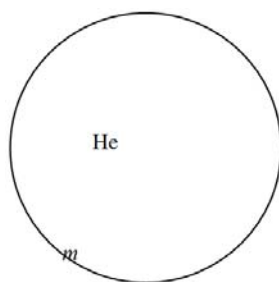
### **A 2. problémafeladat megoldását elősegítő feladatsor**

1. Egy parafa golyó úszik a vízben. Térfogata  $10\text{cm}^3$ . Tömege 2g. Mekkora része van a víz felett és mekkora a víz alatt? A víz sűrűsége  $\rho = 1\text{g/cm}^3$ .
2. Milyen sűrűségű kellene, hogy legyen az a golyó, amelyik félig merül bele a vízbe? Hát amelyik a víztest belsejében lebeg?

3. Képzeljünk el egy üreges golyót, aminek a fala ugyanolyan sűrűségű, mint a körülötte levő víz. Az üreg térfogata  $1 \text{ cm}^3$ . Mekkora súlyt kell az üregbe elhelyezni, hogy a golyó éppen úgy lebegjen, mint az előző pontban a tömör golyó? Mekkora a golyó-súly együttes átlagos sűrűsége (középsűrűség)?



4. Adott egy parafa golyó. Sűrűsége  $0,2 \text{ g/cm}^3$ , térfogata  $10 \text{ cm}^3$ . Mekkora tömegű bevonattal kellene ellátni ezt a golyót, hogy az így nyert golyó éppen lebegjen ha a vízbe tesszük? A bevonat által okozott térfogati növekedést elhanyagoljuk.
5. Egy héliummal töltött szappanbuborék éppen lebeg a levegőben. Vajon minek nagyobb a tömege: a buborék falának vagy a buborékba zárt gáznak.



A feladatsort **Pál Ferenc**, a kolozsvári BBTE fizikakar mesteris hallgatója állította össze a fizika módszertan tárgy követelményeinek a keretében.

Vezető tanár dr. **Kovács Zoltán**

#### Megvannak a FIRKA-totó nyertesei!

A FIRKA szerkesztőségének címére beküldött helyes válaszok pontszámai alapján a verseny első helyezettje a szatmárnémeti *Lakatos Tamás*, a második helyezett *Várhegyi Melinda* Kolozsvárról és a harmadik díjat *Kocsis Bernadett* nyerte Margittáról.

A résztvevőknek köszönjük a játékot,  
a nyerteseknek gratulálunk.



## Tartalomjegyzék

### Fizika

|  |    |
|--|----|
| Ultrahang – II. ....                             | 62 |
| Katedra: A kérdéseken alapuló oktatás – II. .... | 71 |
| Alfa-fizikusok versenye ....                     | 74 |
| Kitűzött fizika feladatok.....                   | 77 |
| Megoldott fizika feladatok.....                  | 80 |
| Vetélkedő – II. ....                             | 85 |

### Kémia

|   |    |
|---|----|
| Kiosztották a 2010-es tudományos Nobel-díjakat .....            | 47 |
| A radioaktivitásról –II. ....                                   | 56 |
| Vizek szennyezettségének hatása a növények életműködésére ..... | 59 |
| Látványosak, érdekesek, hasznosak – vegytani kísérletek .....   | 72 |
| Kitűzött kémia feladatok.....                                   | 77 |
| Megoldott kémia feladatok .....                                 | 78 |
| Híradó.....   | 83 |

### Informatika

|   |    |
|---|----|
| Számítógépes grafika – XIII.....                    | 48 |
| Tények, érdekességek az informatika világából ..... | 67 |
| Egyszerű programok kezdőknek .....                  | 68 |
| Honlapszemle .....                                  | 73 |
| Számítástechnikai hírek .....                       | 84 |