

Az energiáról és az
energiatermelésről – III. rész

(Király Márton – Dr. Radnóti Katalin)

Kérdések és egyszerű
válaszok a mikrohullámú sütő
működésével kapcsolatosan

(Schwartz Katalin)

A XXII. Öveges József
Országos Fizikaverseny
döntőjére kitűzött feladatok
és megoldásuk

(Dr. Vida József)

A FIZIKA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Bonifert Domonkosné dr.
főiskolai docens

A szerkesztőbizottság:

Dr. Kövesdi Katalin
főiskolai docens

Dr. Molnár Miklós
egyetemi docens

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B
Tel.: (62) 470-101,
FAX: (62) 554-666

Kiadó:

MOZAIK Kiadó Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Forró Lajos

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Kiadó Kft.

6701 Szeged, Pf. 301

Éves előfizetési díj: 1680 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltban:

Budapest VIII., Üllői út 70.

A Fizika Tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-6634

Készült

az Innovariant Kft.-ben, Szegeden

Felelős vezető: Drágán György

TARTALOM

Az energiáról, az energiatermelésről III. rész

Király Márton – Dr. Radnóti Katalin,

ELTE TTK Fizikai Intézet

**Kérdések és egyszerű válaszok a mikrohullámú
sütő működésével kapcsolatban**

Schwartz Katalin ált. isk. tanár, Budapest

XXII. Öveges József Országos Fizikaverseny

Juhász Nándor ált. isk. tanár, Szeged

**A XXII. Öveges József Országos Fizikaverseny
döntőjére kitzűzött feladatok és megoldásuk**

Dr. Vida József főiskolai tanár, Eger

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8-10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabetikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.



FÓKUSZ

Király Márton – Dr. Radnóti Katalin

Az energiáról és az energiatermelésről III. rész

Sorozatunk befejező részében a nukleáris energiával foglalkozunk. A nukleáris technológia elmúlt mintegy 70 éve alatt sok esemény befolyásolta negatívan a népesség atomenergiához való viszonyát. Az atommaghasadás felfedezése után (1938) a kor nagyhatalmai (USA, Németország, Anglia, Szovjetunió) potenciális fegyvert láttak ennek nagy méretű katonai célú megvalósításában, így a tudományos élet ezen szelete még a második világháború kitörése előtt eltűnt a közéletből, államtitoknak minősült. 1939-ben íródott az a levél, amely felhívta Rooseveltnél a közéletben az atommagkutatók lehetséges hadászati jelentőségére. A levél megalkotása négy nagy fizikushoz köthető: Szilárd Leó, Wigner Jenő, Teller Ede, és az aláíró Albert Einstein. Az első nyilvános megjelenése ennek a forradalmian új energiatermelési módnak a katonai célú felhasználása volt, az első kísérleti robbantás és a második világháborús atombomba támadások 1945 augusztusában Hiroshima és Nagasaki városok ellen.

Ennél jóval fontosabb volt azonban az a törekvés, hogy a maghasadáskor felszabaduló energiát békés célokra is fel lehessen használni, vagyis elektromos energiává lehessen alakítani [1]. Ezeket a törekvéseket siker koronázta, több atomerőmű típust sikerült kifejleszteni és kerültek kereskedelmi forgalomba. A legelterjedtebb

konstrukciók a forralóvízes (BWR), a nyomottvízes (PWR), a nehézvízes (CANDU) és a grafitos (RBMK) típusok voltak. Ezek adják a ma működő reaktorok nagy részét is [2], melyekről a későbbiekben részletesebben szólnunk. Az atomerőművek által termelt villamos energia – amely a világban termelt elektromos energia 16%-a – jelenleg egy milliárd emberhez jut el. Ma a világ több, mint 30 országában található atomerőművek, ezek az országok főleg a fejlett gazdaságú országokhoz (OECD) tartoznak. Ez összesen 439 atomerőművi blokkot jelent, 350 GW erőművi kapacitással, mely az utolsó évtizedben nem változott jelentősen. Az energia-ellátás biztonságának növekvő fontossága, valamint a globális klímaváltozás kockázata megújították a közgondolkodást és megindultak újabb nukleáris beruházások. Ugyanakkor az utóbbi években az atomenergia megítélése gyorsan változott. A Fukushimaiban történt baleset hírére a közvélemény ismét elfordult az atomerőművek gondolatától.

Az atomerőművekben is – a többi erőműhöz hasonlóan – úgy fejlesztik az elektromos energiát, hogy a felszabaduló termikus energiát gőzfejlesztésre fordítják, a gőz megforgatja a turbinát, ezt a mechanikai energiát egy generátor segítségével, elektromágneses indukciót alkalmazva elektromos energiává alakítják. A különbség

csupán annyi, hogy a körfolyamathoz szükséges hőt az atomreaktorban lejátszódó atommaghasadás termeli. Az *elektromos energiatermelésnek* azonos az *alapelve minden erőmű esetében, csak az atomerőműben az elsődleges energiaátalakulás a maghasadáskor történik.*

Az atomerőművek generációi

Első generációs atomerőművek

Jde tartoznak az első erőművek, amelyeket az ötvenes és hatvanas években, illetve a hetvenes évek elején helyeztek üzembe. Ezek jelentős része ma már nem üzemel, a maradék pedig élettartama végén jár. Az első generációs erőművek sem jelentettek kimagasló biztonsági kockázatot, de ezek még a jelenleginél kevésbé szigorú biztonsági előírások figyelembevételével épültek. Az újonnan felfedezett tudományág ekkor szülte meg a civil infrastruktúrát és műszaki tudást, mely a mai atomerőművekhez vezetett.

Második generációs atomerőművek

A második generációs erőművek alkotják a ma üzemelő erőművek döntő többségét. Itt már a tervezés során is szigorúbb biztonsági elveket alkalmaztak, például mindegyiket ellátták olyan nyomásálló burkolattal (konténmentel), amely baleseti helyzetekben megakadályozza a radioaktív anyagok környezetbe jutását. A konténmentek hatékonyságát valós baleseti helyzetben bizonyította az Egyesült Államokban 1979 tavaszán bekövetkezett baleset. A második generációs erőművek az egyre szigorodó előírások folytán több biztonságnövelő átalakításon estek át. A második generációhoz tartoznak a Paksi Atomerőmű blokkjai, de második generációs atomerőművek üzemeltek Fukushimaiban is.

Harmadik generációs atomerőművek

Ezek az erőművek tökéletesebbek a második generáció erőműveinél, mind gazdaságossági (hatásfok), mind biztonsági (fejlett biztonságtechnika, passzív biztonságra tervezték),

mint méretgazdaságosság (1600 MW-os blokkok) tekintetében, de lényegileg (felépítés, üzemanyagciklus) nem különböznek azoktól, ugyanazon tervezési alapelveket követik.

Negyedik generációs atomerőművek

Ezek az elképzelések a nukleáris technológiák újragondolását, hatékonyabbá tételét tűzték ki célul maguk elé. A magas hőmérsékletű elgondolások a nagyobb termodinamikai hatásfok elérésére és a *kapcsolt energiatermelésre is alkalmassá teszik a reaktorokat.* A kapcsolt műveletek alatt általában hidrogéntermelést, metanol gyártást értünk, melyekből viszonylag egyszerűen energia szabadítható fel. Ez azért fontos, mivel az egyszer már megtermelt villamos energia nem tárolható, azonban a hidrogént vagy a metanolt el tudjuk raktározni, és akkor tudjuk felhasználni, amikor szükséges. [3].

Reaktortípusok

Az atomreaktorok a következő alaptípusokba sorolhatók:

- termikus reaktorok,
- gyorsreaktorok.

Termikus reaktorok

Az atomreaktorban történő maghasadás során egy nehéz kémiai elem (pl. 235-ös urán) atommagja két kisebbre hasad egy neutron befogása következtében. Ennek során energia szabadul fel, valamint 1–3 neutron keletkezik. Így a maghasadás több neutronot kelt, mint amennyit elhasznál, és az egész folyamat önfenntartó lesz, vagyis láncreakció megy végbe. Ezt a *fenntartott és szabályozott láncreakciót* nevezzük a reaktor *kritikus* állapotának. Mivel a keletkező neutronok gyorsak, azonban a hasadóképes uránatommag csak lassú (termikus) neutronokat tud befogni, a maghasadás során keletkező neutronokat lassítani kell, ehhez moderátorokat alkalmaznak. A termikus atomreaktorokban a *láncreakciót termikus neutronok*

tartják fenn. Moderátorként (lassítóként) kis tömegszámú izotópokat tartalmazó anyagok jöhetnek szóba. Egy ütközésben ugyanis annál több energiát veszíthet a neutron, minél kisebb tömegű atommaggal ütközik. A gyakorlatban háromféle moderátoranyagot használnak: könnyűvíz (H_2O), nehézvíz (D_2O) és grafit.

A tömeget tekintve a leghatékonyabb moderátor a könnyűvíz, de hátránya, hogy a hidrogén kis mértékben elnyeli a termikus neutronokat. Ez éppen elégséges ahhoz, hogy könnyűvíz moderátorral és természetes uránnal ne jöjjön létre az önfenntartó láncreakció. Ezért a könnyűvízzel moderált reaktorokban kissé (néhány %-ban) az urán hasadó, 235-ös tömegszámú izotópjában dúsított uránt kell alkalmazni. A többi moderátor esetében a láncreakció természetes uránnal is megvalósul. A termikus reaktorok üzemanyaga ma a reaktorok többségében kissé (2–4,2%-ban) dúsított vagy természetes (0,7%) UO_2 (urán-dioxid), amelyet általában valamilyen cirkónium-ötvetetből készült burkolattal ellátott rudakban helyeznek el a reaktorban. Ezek a rudak a fűtőelem kazetták.

A maghasadás során nagy mennyiségű hő keletkezik, amelyet el kell vezetni az aktív zónából. A termikus reaktorok hűtőközege többféle lehet. Szilárd moderátor (grafit) esetében lehet gáz (szén-dioxid vagy hélium), vagy víz, folyékony moderátor (H_2O , D_2O) esetében a hűtőközeg lehet maga a moderátor vagy külön hűtővízrendszer.

A reaktor működése során szabályozzák a maghasadások számát. Mivel a maghasadáshoz neutron szükséges, a maghasadások számát a neutronok elnyelésével lehet csökkenteni. A reaktorok szabályozása ezért úgy történik, hogy változtatják bennük a neutronelnyelő anyagok mennyiségét. Ebből a célból *szabályozó rudak* formájában általában bórt, kadmiumot vagy gadóliumot juttatnak a reaktorba. A neutronok arányát jellemző számot sokszorozási tényezőnek nevezzük. Amikor egy szabályozó rudat a reaktorba betolnak, akkor a sok-

szorozási tényezőt – és ezzel a hasadások számát – csökkentik, amikor pedig a reaktorból kihúzzák, a sokszorozási tényezőt növelik. Ilyen módon lehet szabályozni a reaktor teljesítményét, illetve beindítani vagy leállítani a reaktort.

Könnyűvízzel moderált reaktorokban gyakran alkalmaznak vízben oldott bórsavat (Pakson is), amelynek koncentrációját változtatva ellensúlyozni lehet a sokszorozási tényező valamely okból fellépő egyéb változásait, és így lehetséges a reaktort folyamatosan kritikus állapotban tartani. Kritikus állapotban átlagosan egy neutron hoz létre új hasadást, a hasadások száma és ezzel a termelt energia mennyisége is időben állandó. A reaktor folyamatos energiatermelés közben végig „kritikus” állapotban van.

Indítás előtt a minimális kritikus tömegnél lényegesen több hasadóanyagot tesznek a reaktorba. Pakson 42 t urán van egyszerre jelen egy reaktorban, ennek évente harmadát cserélik. A kritikusságot úgy biztosítják, hogy a reaktorba megfelelő mennyiségű szabályozó rudat, esetleg a moderátorban oldott bórsavat juttatnak. A maghasadások útján történő energiatermelés miatt egyrészt fogy a hasadóanyag, másrészt halmozódnak a hasadási termékek. Mindkét folyamat csökkenti a sokszorozási tényezőt. (Van egy ellenkező irányú hatás is, a plutónium termelődése, de ez általában nem képes az előbbi két hatást ellensúlyozni.) Ezeket a folyamatokat együtt *kiegésnek* nevezzük. (Természetesen ennek a kémiai égési folyamathoz semmilyen köze nincs.) A paksi atomerőműben a kiegészi szint 28 MWnap/kg U, ennyi energia szabadul fel 1 kg üzemanyagból „élete során”. Ennek ellensúlyozására az *abszorbens (neutronelnyelő) anyagok mennyiségét folyamatosan csökkentik*, éppen olyan mértékben, ahogyan a kritikus állapot fenntartása megköveteli. Az üzemidő első szakaszában a bórsav koncentrációját csökkentik, majd amikor az már nullára csökkent, a szabályozó rudakat kifelé kezdik húzni. Amikor már minden, a reaktorban lévő rudat kihúztak, akkor a reaktort le kell állítani, és friss üzem-

anyaggal feltölteni. A reaktor üzemét úgy tervezik, hogy két átrakás között meghatározott idő (általában egy év) teljen el. Átrakáskor a töltetnek körülbelül 1/3-át cserélik ki friss üzemanyagra, a többit pedig úgy rendezik át, hogy az új töltetből az elkövetkező 1 év alatt maximális energiát lehessen kivenni. Egy-egy fűtőelem rúd tehát átlagosan 3 évet tölt a reaktorban.

$$28 \text{ MWnap} = 28 \cdot 1000 \cdot 1000 \cdot 86\,400 \text{ Ws} = 2,4 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

Ez 1/8 mol ^{235}U bomlási hője

A termikus atomreaktorok között a moderátor típusa szerint az alábbi reaktor típusokat különböztetjük meg:

Folyadék moderátorú reaktorok

Könnyűvízes reaktorok

A legelterjedtebb atomreaktor típusokban a könnyűvizet használják moderátorként, ezeket gyűjtőnéven LWR-eknek nevezik (LWR = Light Water Reactor = könnyűvízes reaktor). A vízzel moderált reaktoroknak igen nagy előnyük, hogy túlhevülés esetén a víz elforr, a neutronok nem lassulnak le, hanem az ^{238}U -ban maghasadás nélkül befogódnak, ezért ilyenkor a láncreakció önmagától leáll. A hasadványok azonban ott maradnak, további hőt termelnek a radioaktív bomlásuk során, ezért továbbra is hűteni kell!

Két fajtájuk van:

- Nyomottvízes reaktorok (PWR = Pressurized Water Reactor)
- Forralóvízes reaktorok (BWR = Boiling Water Reactor).

A nyomottvízes (PWR) atomreaktorok két-körösek (primer és szekunder kör), azaz a reaktorban felszabadított hőt a primer körű hűtőközeg egy hőcserélőben adja át a szekunder körű víznek, ahol az elforr és a turbinák meghajtásához használt gőz keletkezik.

Ez a világon a legelterjedtebb reaktortípus, amelyet az Egyesült Államokban és a volt Szov-

jetunióban egyaránt kifejlesztettek. Moderátoruk és hűtőközegük könnyűvíz, üzemanyaguk kissé (3–4,2%-ra) dúsított urán. Több ország, köztük Franciaország, Japán és Németország az amerikai típus alapján gyárt (ill. gyártott) atomerőműveket.

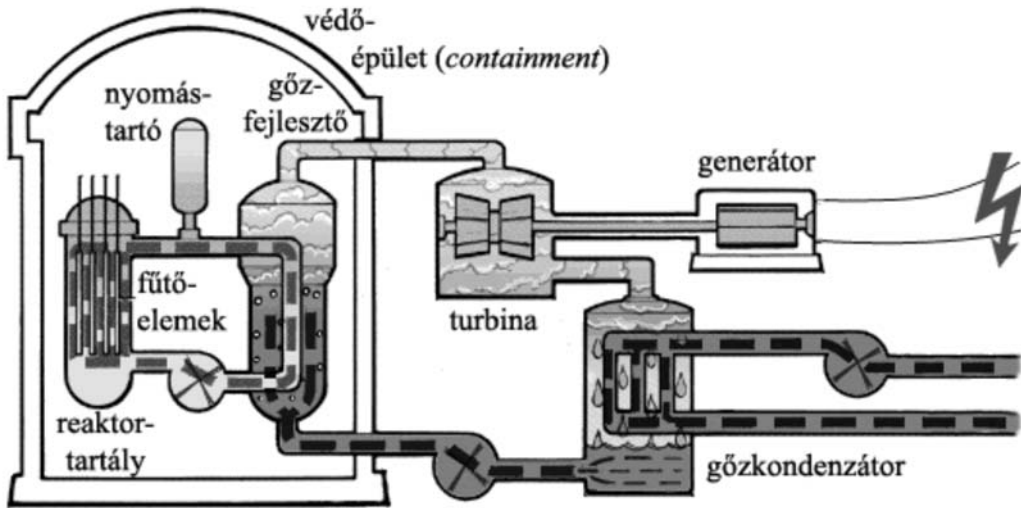
A Szovjetunióban kifejlesztett típusok a Pakson működő reaktorok is. A paksi PWR típusú reaktorok oroszról származó típusjele VVER, melynek jelentése: vízzel moderált, vízhűtésű energetikai reaktor.

A nyomottvízes reaktor nagy előnye a szerkezeti biztonság. Túlhevülés esetén ugyanis – mint már említettük – a víz fölforr, buborékok képződnek, ezáltal a reaktor moderátort veszít, a láncreakció magától leáll. Ez lehetetlenné teszi a reaktor megszaladását.

Példaként nézzük végig, milyen energiaátalakulások történnek egy nyomottvízes típusú nukleáris erőműben, amilyen Pakson is található (1. ábra)!

A fűtőanyag ebben az esetben az urán ^{235}U izotópja, mely elhasad két kisebb rendszámú atommagra, miközben 2–3 neutron szabadul fel. Egy hasadás során 32 pJ energia szabadul fel, mely milliószorosa a kémiai reakciók során felszabaduló energiának. De mit kell ezen az energia-felszabaduláson érteni? Hogyan jelenik ez meg? Legfőképpen a hasadványok mozgási energiájaként. A fűtőanyag kicsiny üzemanyag kapszulákban van jelen, melynek részecskéi ütközni fognak a nagy mozgási energiával rendelkező hasadványokkal és neutronokkal. Sok-sok ütközés zajlik le, melynek során sok részecske fog gyorsabban mozogni, tehát növekszik a kapszula hőmérséklete. A felmelegedett kapszula cirkónium burkolattal, a burkolat vízzel van körülvéve (primer kör), melynek szintén növekszik a hőmérséklete.

A primer körben a vizet nagyon nagy nyomáson tartják (123 bar), emiatt az még a magas üzemi hőmérsékleten (300–330 °C) sem forr fel. (A magas primer körű nyomásról kapta a típus a nevét.) A primer körű víz az úgynevezett gőz-



1. ábra
A Paksi Atomerőmű szerkezete

fejlesztő csöveiben átadja hőjét a szekunder kör vizének, azaz lehűl, majd alacsonyabb hőmérsékleten jut vissza a reaktorba.

A szekunder körben levő víz nyomása sokkal alacsonyabb (40 bar körüli), mint a primer körben lévőé, emiatt a gőzfejlesztőben a felmelegedett víz felforr. Innen kerül (cseppleválasztás után) a gőz a nagynyomású, majd a kisnyomású turbinára. A turbinából kilépő gőz a kondenzátorban lecsapódik, majd előmelegítés után újra a gőzfejlesztőbe kerül.

A primer és a szekunder kör vize nem keveredik egymással! A gőzfejlesztőben is csöveken keresztül adódik át a primer oldal hője. Így elérhető, hogy a hűtőközegbe került radioaktív anyagok a primer körben maradjanak, és ne kerülhessenek a turbinába és a kondenzátorba, vagy adott esetben a környezetbe.

Végezzük el a következő becslést!

A paksi atomerőműben 4 reaktor működik. Reaktoronként a hőteljesítmény 1485 MW, a világhatalmas teljesítmény pedig 500 MW.

a) Becsüljük meg 1 reaktor üzemanyag-töltetét, ha tudjuk, hogy az üzemanyag kb. 4,2%-ban tartalmaz jól hasadó ^{235}U izotópot, és az izotóp

koncentrációja (az egész töltetre nézve) évente átlagosan 1,14%-kal csökken! Tegyük fel, hogy a felszabaduló energia nagyrészt az ^{235}U maghasadásából ered, ahol egy-egy hasadás alkalomával 32 pJ energia szabadul fel. (Egy évben átlagosan 330 napot üzemel egy-egy reaktor.) Mekkora a tömege és a térfogata?

b) Mekkora lenne a paksi erőművel azonos hőteljesítményű (2000 MW) hőerőmű évi üzemanyag szükséglete, ha az 24,5 MJ/kg fűtőértékű szenet használna? Mekkora lenne a tömege és a térfogata? ($\eta=0,33$)

c) Becsüljük meg a szénerőmű által évenként kibocsátott CO_2 gáz térfogatát normál állapotban! Milyen vastagon borítaná be ez a szén-dioxid gáz Magyarország területét, amely 93 033 km²?

Megoldás:

a) Határozzuk meg egy reaktor aktív zónájában naponként elhasadt uránmagok számát:

$$N_U = \frac{8,64 \cdot 10^4 \text{ s} \cdot 1,485 \cdot 10^9 \text{ W}}{3,2 \cdot 10^{-11} \text{ J}} = 4 \cdot 10^{24}.$$

A naponként elhasadt urán össztömege pedig:

$$m_U = \frac{4 \cdot 10^{24}}{6 \cdot 10^{23}} \cdot 0,235 \text{ kg} = 1,57 \text{ kg}.$$

Évi 330 üzemnappal számolva, az ^{235}U elhasadt tömege évente: 517 kg.

Az ehhez szükséges teljes üzemanyagöltet tömege pedig:

$$M_{\text{öltet}} = \frac{517 \text{ kg}}{1,14 \cdot 10^{-2}} \approx 45,35 \text{ t.}$$

4 blokkra: **181,4 tonna.**

Térfogata: az urán sűrűsége meglehetősen nagy: $19,1 \text{ g/cm}^3$, vagy 19100 kg/m^3 , vagy $19,1 \text{ tonna/m}^3$. $V = m/\rho \approx 2,375 \text{ m}^3$ egy reaktor esetében.

4 reaktorra 9,5 m².

Összehasonlításképp számoljuk ki egy kicsi szoba térfogatát. Magassága legyen 3 m, és 4 x 4 m-es. $V = 4 \times 4 \times 3 = 48 \text{ m}^3$, melyben 5 évre elegendő töltet halmozható fel. A Paksi Atomerőműben 2 évre elegendő üzemanyagot tárolnak.

Az üzemanyag szállítási térfogata, és a kiégett, nagy aktivitású fűtőanyag térfogata is ennyi. Tehát viszonylagosan kis térfogatokról van szó más – például a szénnel működő – erőművekhez viszonyítva, ezért a szállítási költség aránylag kisebb. Természetesen a szállításnál és a tárolásnál komoly nehezítő tényező, hogy sugárveszélyes anyagról van szó. Érdekes arról is szót ejteni, hogy radioaktív hulladék nemcsak az atomreaktorokban keletkezik, hanem a radioaktív izotópok mezőgazdasági, ipari és orvosi alkalmazása során is. Például az izotópdiaosztikai vizsgálatokhoz, a sugárkezelésekhez alkalmazott radioaktív preparátumok, és azok tárolóedényei, kesztyűk stb. is radioaktív hulladékok, igaz, ezek kis és közepes aktivitásúak, és az itt alkalmazott izotópok rövid felezési idejűek. Azonban ezeknek a hulladékoknak nagyobb a térfogata. Ezek használata teljesen elfogadott a lakosság részéről. Természetesen ezek nagyon fontos alkalmazások, csak azért írtuk le, hogy jelezzük: a nukleáris technika elemeit máshol is alkalmazzák és ott is keletkezik hulladék.

b) A szükséges szén tömege 4 reaktorblokkra számolva:

$$\begin{aligned} \text{Tömege : } m_{\text{szén}} &= \frac{2 \cdot 10^9 \text{ W} \cdot 8,64 \cdot 10^4 \text{ s} \cdot 330}{24,5 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} \cdot 0,33 \\ &= 69,125 \cdot 10^8 \text{ kg} \approx 6,9 \cdot 10^6 \text{ t} \end{aligned}$$

Térfogata: a szén sűrűsége $\sim 0,85 \text{ tonna/m}^3$, tehát térfogata **8 millió m³** lenne évente.

Gondolatban terítsük szét egy focipályára. A pálya mérete legyen $100 \text{ m} \times 50 \text{ m} = 5000 \text{ m}^2$. $8000000/5000 = 1600 \text{ m} = \mathbf{1,6 \text{ km magas}}$ lenne. Magasabb, mint a Kékes!

A Mátrai Erőmű átlagos éves lignitfelhasználása 8,5 millió tonna 700 MW-os elektromos teljesítmény eléréséhez. (A lignit fűtőértéke lényegesen kisebb – átlagosan $7,3 \text{ MJ/kg}$ –, mint amivel a becslés során számoltunk.)

c) Ha feltesszük, hogy a teljes szénmennyiség tökéletesen elég, akkor a szénatomokból széndioxid molekulák lesznek, ezek száma megegyezik a szénatomok számával. Ekkor a keletkező gáz anyagmennyisége:

$$n = \frac{6,9 \cdot 10^9 \text{ kg}}{1,2 \cdot 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} = 5,76 \cdot 10^{11} \text{ mol szénatom.}$$

Normál állapotban ennyi szén-dioxid gáz térfogata:

$$\begin{aligned} V_N &= 5,76 \cdot 10^{11} \text{ mol} \cdot 22,41 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}} \\ &= 1,29 \cdot 10^{10} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

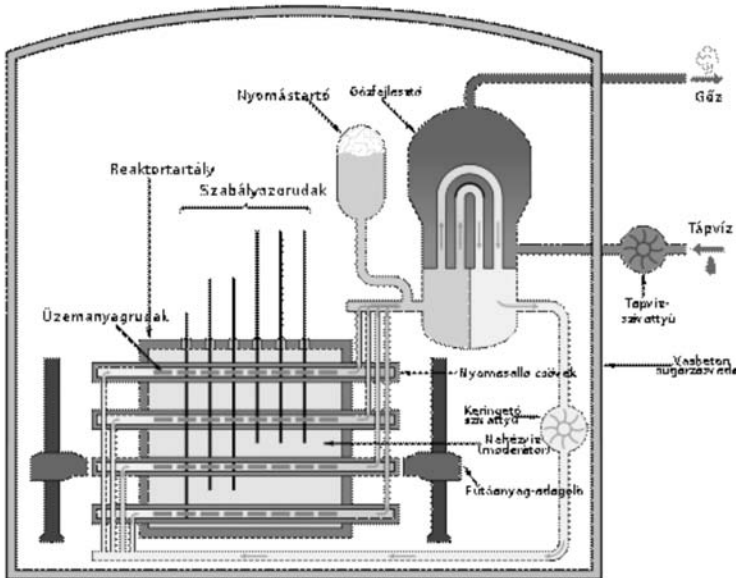
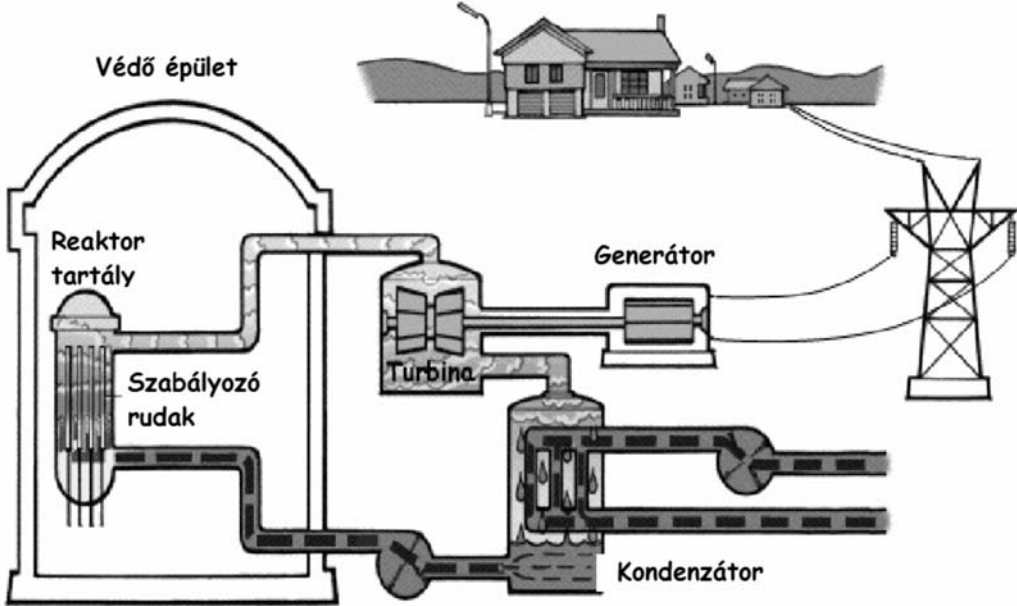
Az ország teljes területét (93 ezer km^2) befedő normál állapotú gázréteg vastagsága $1,29 \cdot 10^{10} \text{ m}^3/9,3 \cdot 10^{10} \text{ m}^2 = 13,8 \text{ cm}$ lenne.

A forralóvízes atomreaktorokban az aktív zónában való áthaladás közben a hűtőközeg (könnyűvíz) 5–10 %-a elforr, azt leválasztják, majd a telített gőzt közvetlenül a turbinába vezetik. Az ilyen típusú reaktorok egykörösek. Hátrányuk, hogy a turbinára is a radioaktív hűtőközeg kerül, így az is radioaktívvá válik.

Érdekes a szabályozó rudak mozgása. Míg a többi reaktortípus esetében ezek lefelé esve állítják meg a láncreakciót, addig ennél a típusnál a rudakat lentől kell felfelé benyomni a reaktor leállításához.

Ilyen reaktorok működnek – többek között – az USA-ban, Japánban, Németországban és Svédországban. (A Fukushimaiban bekövetkezett balesetet részletesen bemutatja A Kémia Tanítása 2011/3. számában megjelent írás.)

A nehézvízzel moderált atomreaktorok típusát Kanada fejlesztette ki. E reaktorok hűtőközege könnyűvíz, moderátora nehézvíz, üzemanyaga természetes urán (2. ábra). Mind a grafitos, mind a nehézvízes reaktorok kitűnnek folyamatos mű-



2. ábra
A nehézvízes CANDU típusú reaktor szerkezete

ködésükkel, aminek elsődleges oka az, hogy ezeket a reaktor leállítása nélkül lehet friss üzemanyaggal feltölteni. Ezzel szemben a könnyűvízes reaktorokat átrakáskor le kell állítani, ezáltal évente 3–4 hét üzemidő mindenképpen kiesik.

Legismertebb megvalósítását a kanadai CANDU (Canadian Deuterium Uranium) reaktorok jelentik. Ezek a reaktortípusok működnek Kanadában, Romániában, Indiában és Pakisztánban (2. ábra).

Grafitmoderátoros atomreaktorokat Franciaország, Nagy-Britannia és a Szovjetunió fejlesztett ki, elsősorban plutónium termelésre, majd villamos energia előállítására. Az előbbieket esetében a hűtőközeg szén-dioxid (CO_2) gáz. Alkalmazásuk egyre jobban visszaszorul.

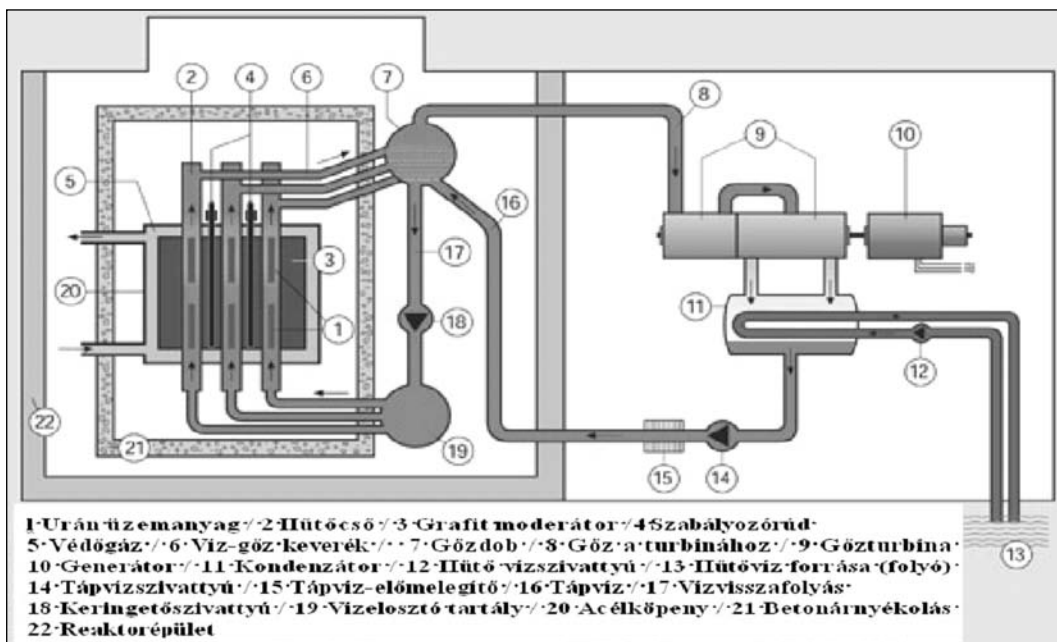
A grafitos reaktorok fő előnye az lenne, hogy természetes uránnal is működtethetők. A gazdaságos üzemvitelhez szükséges műszaki paraméterek azonban csak enyhén (kb. 1,5%-ra) dúsított uránnal biztosíthatók. Ezekben a reaktorokban a hűtőközeg könnyűvíz vagy valamilyen gáz (CO_2 vagy He).

A grafitos reaktorok szovjet változata az RBMK (reaktor bolsoj mozsnoszty kipjascsj = nagytelje-

sítményű vízfórraló csatornarendszerű reaktor) típus. Ezek a reaktorok általában egykörűek, moderátoruk grafit, a hűtőközegük könnyűvíz.

Az ilyen energiatermelő egység hatalmas szerkezet, amely 1700 db függőleges grafitoszlopból lett összerakva, ezek összesen 2500 t grafitot tartalmaznak. A grafitoszlopokba urán fűtőelem-szálak vannak ágyazva. A reaktorban összesen 180 t urán van, amelynek ^{235}U tartalma 1,8%. A hűtővíz számára csatorna vezet végig minden grafitoszlopon. A víz $6,5 \cdot 10^6$ Pascal nyomás alatt van, ennek hatására forráspontja 280°C -ra emelkedik. Ez felforr és két hatalmas gőzturbinát hajt, amelyek 1000 MW elektromos teljesítményt fejlesztenek.

Az RBMK típusú reaktorokat 1986 óta csernobili típusnak nevezik. Ilyen reaktorok csak Oroszországban, Ukrajnában és Litvániában működnek. Hátrányuk, hogy túlhevülés esetén a neutronelnyelő hűtővíz elforrhat, a neutronlassító grafit visszamarad, így a láncreakció tovább folyhat, ami a reaktor megszaladásához vezethet (4. ábra). (A csernobili balesetet részletesen tárgyalja A Kémia Tanítása 2011/2. számában megjelent írás.)



4. ábra
Az RBMK-típusú reaktor felépítése

Sóolvadékos reaktor

Ezt az elrendezést az amerikai Oak Ridge National Laboratory (ORNL) által vezetett Sóolvadékos Reaktor Kísérlet (MSRE) során fejlesztették ki 1954–76 között és a IV. generációs elképzelések közé sorolták. Léteznek elképzelések, melyben a sóolvadékat szilárd tüzelőanyag hőjének elvezetésére használnák, de az elterjedtebb koncepció szerint a sóolvadékos reaktorokban a primer köri hűtőközegben, a fluorid-alapú sóolvadéokban oldva található meg maga az urán-tetrafluorid (UF_4) üzemanyag. A sóolvadék nagy előnye, hogy közvetlen a hőátadás, nem falon keresztül kell a rossz hővezető kerámia töltetől a burkolaton keresztül átvezetni a bomlási hőt a hűtőközegig. Másik alapvető jó tulajdonsága az atmoszférikus nyomáson elérhető magas hőmérséklet, mellyel hatékonyabb elektromos hatások érhető el vagy kapcsolt energiatermelésre alkalmassá teszi a reaktort (hidrogén, metanol, metán, etanol előállítás).

A sóolvadékos reaktorokban $7\text{LiF} - \text{BeF}_2 - \text{ThF}_4 - \text{UF}_4$ sókeverék található, nagyjából 62–32–5–1% arányban [4]. Ez a só 450°C -on olvadt állapotban átlátszó, forráspontja 1400°C körüli, tehát a várt üzemi hőmérséklet közelében ($600\text{--}900^\circ\text{C}$) atmoszférikus nyomásviszonyok mellett használható. 4500 kJ/m^3 a hőkapacitása, $2,3 \text{ g/cm}^3$ a sűrűsége, vízszerű hővezetés, nagy viszkozitás jellemző ezekre az olvadékokra, mely alkalmassá teszi ezeket a hűtőkörökben való használatra [5]. Mivel gőztenziójuk kicsi, így alacsony atomszférikus nyomáson lehet velük dolgozni, hátrányuk, hogy általában igen korrozívak.

Az urán hasításához a ma elterjedt reaktorokhoz hasonlóan termikus neutronokra van szükség. A hasadási reakcióban keletkező neutronokat le kell lassítani moderátor közeg segítségével. Erre a célra grafit tömbök szolgálnak, melyek között az erre kialakított csatornáknak folyik a sóolvadék. A fűtőanyag csak a grafit-tömbök között lehet kritikus, mivel a só önmagában nem alkalmas moderátornak. A grafitot

elhagyó olvadék ezután egy szeparátorba kerül, ahol hélium buborékol át rajta és eltávolítja a gáz halmazállapotú hasadási termékeket, köztük a nemesgáz kripton és a ^{135}Xe reaktormérget. Ugyanitt leválasztják a sóból kicsapódó fémekeket, melyek főleg nemesfémek és nem alkotnak fluoridot. Az olvadék továbbhaladva egy hőcserélőbe kerül, ahol energiáját egy szekunder sóolvadékos körnek adja át, majd a szivattyú után visszakerül a grafitos aktív zónába.

A reaktor primer köri olvadékában 5% ThF_4 -ot oldva tenyésztő reaktort kapunk, mely neutronok befogásával képes megtermelni saját hasadóanyagát, könnyen utántölthető, nem veszélyes az önmagában hasadásra képtelen tóriummal, a hasadásokból származó, be nem fogott neutronok pedig továbbviszik a láncreakciót.

A hozzáadott tórium egy egészen új lehetőséget nyit meg. A tórium nukleáris üzemanyagként is hasznosítható. A ^{232}Th egy neutron befogásával ^{233}Th -á alakul, mely 23 perces felezési idő után béta bomlással ^{233}Pa -á alakul. A protaktínium, ha nem fog be több neutron, 27 napos felezési idővel béta bomlás következtében ^{233}U -á alakul (5. ábra). Ez az uránizotóp kedvezőbb hasadási tulajdonságokkal rendelkezik, mint a manapság használatos ^{235}U izotóp, több a hasadási neutron és lassú, termikus neutronok esetén is könnyen képes hasadni [6]. Egy ^{233}U hasadásakor két-három neutron felszabadul, az egyik egy tóriumban elnyelődve új ^{233}U atomot ad, vagyis tenyészt, a többi pedig uránnal ütközve fenntartja a láncreakciót. Az Oak Ridge-i kutatások szerint egy ilyen reaktor tenyésztési tényezője 1,068, vagyis képes fedezni a saját uránigényét a tenyésztés által és egy kevés uránfelesleg is képződik, így rövidebb időnként kell az elegyhez tóriumot adagolni. Ezt az elképzelést 1972-ben az amerikai szenátus elutasította és a továbbiakban a nátrium hűtésű gyorsreaktorokat támogatta, melyek azonban azóta sem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket [7].

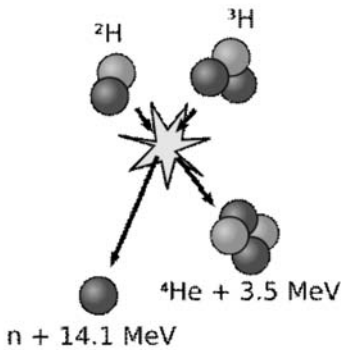
A tórium egy természetben előforduló radioaktív elem, a periódusos rendszer 90. eleme,

környezetére. A fúziós erőművekkel nagy mennyiségű energia termelhető.

A tórusz formájú reaktorkamrába a trícium és deutérium keverékét juttatják be (6. ábra). 15 millió fokra hevítik és az így keletkező ionokat körpályára kényszerítik mágneses térrel. A reakcióban hélium keletkezik.

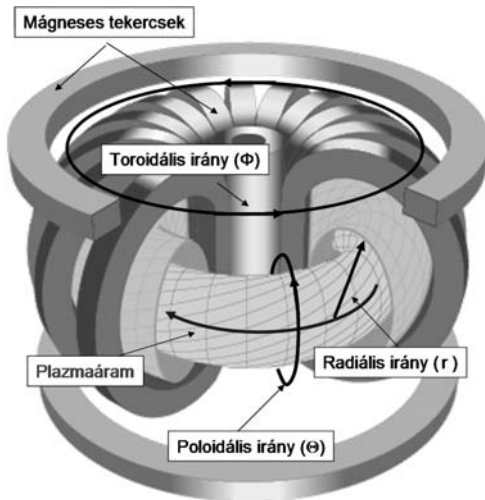
Tokamakban külső mágneses tekercsek, illetve erős toroidális plazmaáram segítségével hoznak létre helikálisan csavart mágneses erővonal-szerkezetet (7. ábra).

A mágneses mezőre azért van szükség, hogy a plazmát összetartsa.



6. ábra

A fúzió szempontjából legígéretesebb reakció



7. ábra

A TOKAMAK mágneses mezőjének szerkezete

A fúziós energiatermelés mai ismereteink szerint megvalósítható. A fő akadályokat ma már nem annyira az elvi, sokkal inkább a technológiai nehézségek (például a megfelelő szerkezeti anyagok kiválasztása) jelentik. Az utóbbi ötven évben egyre fejlettebb kísérleti reaktorok születtek, teljesítményük gyorsabban növekedett, mint ahogyan a számítógépek számítási kapacitása ma növekszik.

A fúziós energia kiaknázásához vezető út következő lépése az ITER nevű kísérleti fúziós reaktor (8. ábra), mely a dél-franciaországi Cadarache-ban épül fel 2019-re, és ipari mennyiségű energiát szolgáltat majd, egyelőre csak kísérleti célokra. A szükséges további berendezések felépítési idejét és a kísérleteket figyelembe véve ma úgy tűnik, hogy valamikor a 2050-es években indul be az első olyan fúziós erőmű, amely nagy mennyiségű energiát képes majd a hálózatba adni.

Tájékoztató

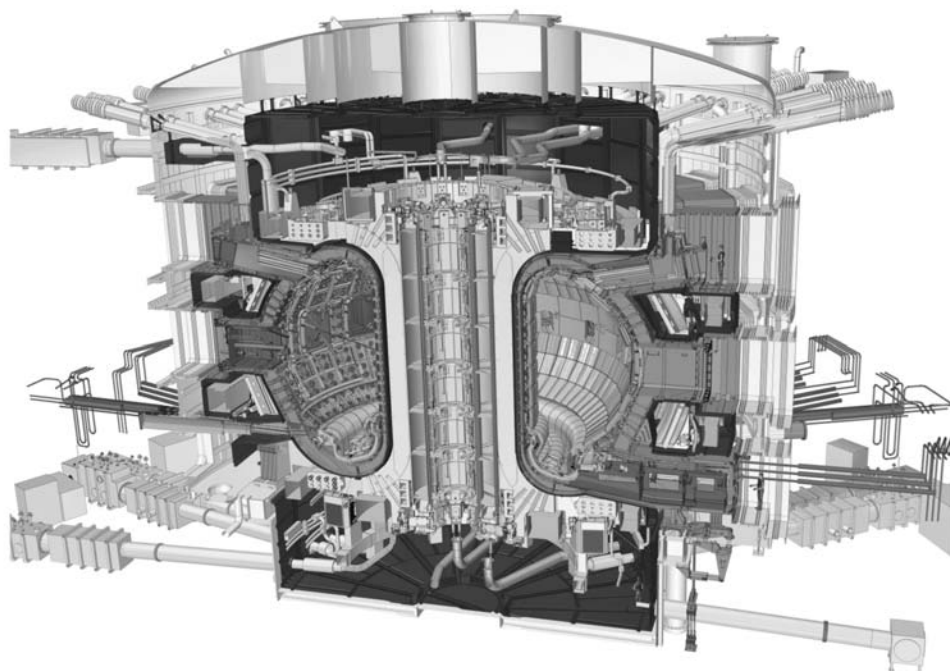
A Paksi Atomerőmű Zrt. nagy hangsúlyt fektet az emberek tájékoztatására. Létrehozták a Tájékoztató és Látogató Központot, ahova ingyenesen, előzetes bejelentkezés nélkül is be lehet menni. A 16 éven felüliek az üzemi területre is beléphetnek, de ide már előre be kell jelentkezni. 1992. június 30-án az erőmű létrehozta 13 környező település önkormányzatából a Társadalmi Ellenőrző és Információs Társulást (TEIT). A társulás célja, hogy a rendszerváltás után lényegesen tágabb teret kapott sajtó (sokszor alaptalan) atomenergetikával kapcsolatos negatív híreivel szemben megfelelő tájékoztatást adjon a környező lakosságnak. Az atomerőmű tájékoztatási stratégiájának alapja a nyitottság. A TEIT tagjai (mint minden más érdeklődő!) az alkalmazott technológia minden pontjára betekintést nyerhetnek. Az atomerőmű tájékoztatással megbízott szervezete kiépítette és folyamatosan ápolja sajtókapcsolatait. Ezen kapcsolatok többnyire megbízhatóak, lehetővé teszik a hiteles, gyors tömegtájékoztatást (Horváth, 2011).

Cikksorozatunkban áttekintést adtunk az energia előállításának jelenlegi és jövőbeli lehe-

tőségeiről. Bemutattuk azok előnyeit és korlátait, melyeket illusztráltunk néhány egyszerű, a tanulók számára is elvégezhető modellszámítás segítségével, elősegítve a tudatos állampolgárrá válást.

Irodalom

- [1] Horváth András: Az atomenergetika megítélése Magyarországon a fiatalok körében. *Nukleon*. 4. évfolyam 2011/2. szám <http://mnt.kfki.hu/Nukleon/>
- [2] Marx György (1996): *Atommag-közelben*. MOZAIK Oktatási Stúdió, Szeged.
- [3] Moir, Ralph – Teller Ede: Tórium alapon működő, sóolvadékos föld alá telepített atomreaktor lehetősége. *Fizikai Szemle*. LXI. évfolyam 2011/11. szám 365–371.
- [4] Radnóti Katalin honlapja: <http://members.if.hu/rad8012/>
- [4] Radnóti Katalin: 25 évvel Csernobil után. *A Kémia Tanítása*. MOZAIK Oktatási Stúdió, Szeged. XIX. évfolyam 2011/2. szám 16–26.
- [5] Radnóti Katalin: Mi történhetett a japán atomerőművekben? *A Kémia Tanítása*. MOZAIK Oktatási Stúdió, Szeged. XIX. évfolyam 2011/3. szám 3–11.
- [6] Szatmáry Zoltán – Aszódi Attila (2005): *Csernobil. Tények, okok, hiedelmek*. Typotex, Budapest.
- [7] Vidovszky István: A jövő atomerőművei. *Fizikai Szemle*. LV. évfolyam 2005/4. szám 118–122.
- [8] <http://atomeromu.hu/>
- [9] <http://www.magfuzio.hu/>
- [10] <http://www.world-nuclear-university.org/about.aspx?id=8674&terms=atoms-%20for%20peace>
- [11] http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_reactor
- [12] <http://www.world-nuclear.org/info/inf02.html>
- [13] <http://www.energyfromthorium.com/pdf/>
- [14] <http://www.ornl.gov/~webworks/cp-pr/y2001/pres/122842.pdf>
- [15] <http://www.reak.bme.hu/index.php?id=574>
- [16] <http://www.energyfromthorium.com/pdf/ORNL-4812.pdf>



8. ábra
Az ITER felépítése

Schwartz Katalin

Kérdések és egyszerű válaszok a mikro- hullámú sütő működésével kapcsolatban

Az interneten böngészve számtalanszor találkozhatunk olyan kérdésekkel, melyek a ma már szinte minden háztartásban fellelhető mikrohullámú sütő működésével kapcsolatosak. Összegyűjtöttem néhányat, melyeket érdemes lehet tanítványainknak is közreadni, hogy elgondolkodjanak rajtuk.

Mik azok a mikrohullámok?

A mikrohullámok ugyanúgy, mint a látható fény vagy a láthatatlan rádióhullámok, elektromágneses hullámok, melyek valójában az elektromos és mágneses mezők határtalanul gyors egymásba alakulásai. Az elektromágneses hullámok egyes tartományait leggyakrabban hullámhosszuk vagy rezgésszámuk alapján különböztetjük meg egymástól. A mikrohullámok hullámhossza körülbelül 30 cm-től 1 mm-ig tart;

ez kisebb, mint a rádióhullámoké, de nagyobb, mint az infravörös sugárzásé, rezgésszámuk $3 \cdot 10^8$ Hz és $3 \cdot 10^{11}$ Hz közé esik (a 1 Hz az 1 s-onkénti rezgések számát adja meg).

Hogyan működik a mikrohullámú sütő?

A mikrohullámú sütőkben a megfelelő elektromágneses hullámokat egy speciális elektroncső (magnetron) állítja elő, melynek a katódjáról kilépő elektronok az elektromos és mágneses tér hatására körpályára kényszerülnek s ezek rezonanciája miatt jönnek létre a mikrohullámok.

Ezek a hullámok az útjukba eső anyagokba behatolnak, s a főzendő ételben a víznek és más vegyületeknek egyes molekuláit fokozottabb rezgésre készítetik, illetve forgatják, melyek ezáltal nagyobb mozgási energiára tesznek szert, ami az anyag hőmérséklet-emelkedésével jár.

Megnevezés	Hullámhossz	Frekvencia (Hz)
Technikai váltakozóáram	18 000–3000 km	$16,67\text{--}10^2$
Hangfrekvenciás váltakozóáram	3000–30 km	$10^2\text{--}10^4$
Herz-féle hullámok	30 km–0,03 mm	$10^4\text{--}10^{13}$
Hosszúhullámok	2–1 km	$1,5 \cdot 10^5\text{--}3 \cdot 10^5$
Középhullámok	600–150 m	$5 \cdot 10^5\text{--}2 \cdot 10^6$
Rövidhullámok	50–15 m	$6 \cdot 10^6\text{--}2 \cdot 10^7$
Ultrarövid hullámok	15–1 m	$2 \cdot 10^7\text{--}3 \cdot 10^8$
Mikrohullámok	1 m–0,03 mm	$3 \cdot 10^8\text{--}10^{13}$
Infravörös fény	0,3 nm–760 nm	$10^{12}\text{--}3,9 \cdot 10^{14}$
Látható fény	760 nm–380 nm	$3,9 \cdot 10^{14}\text{--}7,8 \cdot 10^{14}$
Ultraibolya fény	380 nm–10 nm	$7,8 \cdot 10^{14}\text{--}3 \cdot 10^{16}$
Röntgensugarak	10 nm–1 pm	$3 \cdot 10^{16}\text{--}3 \cdot 10^{20}$
γ sugarak	0,3 nm–30 fm	$10^{18}\text{--}10^{22}$
Kozmikus sugarak	30 fm–0,3 fm	$10^{22}\text{--}10^{24}$

1. ábra
Teljes elektromágneses színekép

Miért forog a mikrohullámú sütő tányérja?

A sütőben a mikrohullámokból álló hullámok alakulnak ki (az állóhullám olyan rezgés, melyeket hullámok rezonanciája vagy interferenciája hoz létre, s melyeknél a maximum illetve minimum helyek nem mozdulnak el), melyek hullámhossza kb. 12 cm, vagyis 6 cm-ként találunk egy-egy csomópontot, illetve egy-egy duzzadóhelyet.

A csomópontokban egyáltalán nem, a duzzadóhelyeken pedig fokozottan melegszik az étel. Azért tehát, hogy a sütőbe helyezett ételt a mikrohullámok mindenhol egyenletesen éri, mozgatnunk kell.

A forgó üvegtál segítségével tehát elérhető, hogy a ráhelyezett ételt a hullámok egyenletesen éri, s behatolásakor az ételben fokozzák a víz-, a zsír- vagy a cukormolekulák mozgását.

Tehát a mikrohullámok a sütőbe tett ételt, italt belülről melegítik fel, ellentétben például a gázlángon történő melegítéssel, amikor az anyag hővezetés, illetve hőáramlás révén melegszik fel.

Miért van minden mikrohullámú sütő ajtaján fémrács?

A készülék fémdoboza tartja benn a sütőben a mikrohullámokat.

Fontos, hogy azok ne jussanak ki a külső légtérbe, hiszen károsíthatnák az ott lévő élő szervezeteket. A nyitható üvegajtónál ezt az árnyékolást az ajtóra helyezett, apró lyukú fémrács oldja meg, melyen hullámhosszuk követeztében a mikrohullámok nem tudnak



2. ábra

Mikrohullámú sütő nyitott ajtóval

áthaladni, visszaverődnek. A mikrohullámú sütők csak sértetlen fémrács esetén biztonságosak.

Miért érezzük a mikrohullámú sütővel történő főzés közben az ételek illatát?

Mint ismert, a mikrohullámú sütő főzőtere körül fémháló van.

Ez lehetővé teszi a levegő ki- és beáramlását. A fémháló lyukacskáit elég kicsik ahhoz, hogy a mikrohullámok ne haladjanak át rajtuk, hanem a főzőtérben visszaverődjenek, viszont elég nagyok ahhoz, hogy a levegő áthaladjon rajtuk. Ilyenkor az áramló levegővel az ételek illata is kiszivárog.

Gyengülnek-e a levegőben a mikrohullámok?

Nem jelentősen. A levegő nem nyeli el a mikrohullámokat, ezért nem is melegszik fel hatásukra.

A mobiltelefonok is mikrohullámokkal működnek. Telefonálásakor mégsem „sütjük” meg a fülünket. Miért?

Nem minden sugárzás egyforma. A kis energiájú rádió- vagy mikrohullámú sugárzás alacsony teljesítmény esetén nem okoz károsodást az élő sejteknél. Telefonálásakor maximálisan csak néhány tized C°-os melegedés jöhet létre, amit nem is érzékelünk.

Miért nőhet a mikrohullámú sütőbe helyezett pohár víz hőmérséklete 100°C fölé? Milyen veszélyforrás lehet ez a poharat kivevő számára?

Mielőtt a kérdést megválaszolnánk, nézzük meg, mi történik a víz felületén.

A víz egyes részecskéi elhagyják a vízfelszín s légneművé válnak, míg a környezetben lévő vízgőz molekulák a felszínre ereszkedve folyékony vízzé alakulnak át. Ha a vízrészecskék gyorsabban hagyják el a felszínt, mint ahogy visszatérnek, a folyadék mennyisége csökken, ezt a jelenséget nevezzük párolgásnak. A víz melegítésekor a forrásponton a folyadék belse-

jében is megindul a gőzképződés, folyamatosan gőzbuborékok keletkeznek, melyek megfelelő nyomásviszonyok között a felszínre törnek, ez a jelenség a forrás.

Ahhoz, hogy gőzbuborék képződjön, amelybe a vízrészecskék belepárologhatnak, igen sok vízmolekulának kell egyszerre elszakadnia egymástól. Tűzhelyen történő vízforraláskor rendszerint az edény forró pontjai, egyetlen belső felülete, vagy a vízben lévő egyéb szennyeződések segítik a buborékok kialakulását. De ha egy sima belső felületű pohárban, mikrohullámú sütőben történik a vízmelegítés, szinte semmi sem segíti a buborékképződést. A víz a forráspontja fölé melegszik, túlhevül, de nem indul meg a forrás. Amikor megmozdítjuk a poharat, vagy szórunk bele cukrot vagy kávéport, megindítjuk a buborékképződést és a víz heves forrásba kezd, szinte felrobban.

Ha mirelit ételt akarunk a mikrohullámú sütőben felolvasztani, a készülék szakaszosan ki-be kapcsol. Miért?

A mikrohullámú sütő programjai közül az, amely a fagyott étel kiolvasztására szolgál, szakaszosan működteti a készülék magnetronját.

Amikor vizet melegítünk a mikrohullámú sütőben, az egymással szoros kapcsolatban lévő vízrészecskék egymással ütköznek, s így növekszik mozgási energiájuk. Jég esetében viszont a mikrohullám nem csak a molekulákat, hanem az egész kristályt fokozott rezgésbe hozza, s ennek a rezgésnek a csillapodása révén növekszik az anyag belső energiája, de ez sokkal rosszabb hatásfokkal megy végbe, mint a víz melegítése, ezért, hogy egyenletesen olvadjon ki az étel, a készülék szakaszosan működik.

A működő fázisban, a kibocsátott mikrohullámok hatására az anyag felmelegszik, a kikapcsolt fázisban pedig a fagyott részek természetes módon, melegebb környezetük hatására olvadnak meg.

Milyen edényeket használjunk a mikroban?

Természetesen csak olyan edények használatosak a mikrohullámú sütőben, amelyek átengedik a mikrohullámokat. A mikrohullámok

hullámhosszát meghaladó fémtárgyak a hullámokat visszaverik, ezért a fémedények csak nagyon kismértékben melegsznek fel, tehát bennük az étel sem melegszik. Ilyenkor az állóhullámok elhangolódnak, melynek következtében a készülék túlhevülhet és a magnetroncső tönkremegy.

Fém evőeszközöket vagy alufóliát sem szabad a mikrohullámú sütőbe betenni. Az eszközök éles, hegyes részein az elektromos töltések összegyűlnek, s heves szikrakisüléseket hoznak létre.

Hogyan lehet megmérni, hogy mekkora a hőmérséklet a mikrohullámú sütő belsejében?

Mivel a mikrohullám nem hőhatás alapján főz, közömbös, hogy mekkora a hőmérséklet a sütőben. Ezért nem a mikro hőmérsékletét mérik, hanem az ételbe helyezik az arra alkalmas hőmérőt, s így állapítják meg annak hőmérsékletét. Ezeket a hőmérőket gondosan árnyékolják, azaz fém tokkal veszik körbe, amely visszaveri a mikrohullámokat, tehát ezektől nem melegszik fel, s így valóban csak a vele érintkező étel hőmérsékletét mérik.

Lehet-e a mikrohullámú sütőbe higanyos hőmérőt betenni?

Nem lenne túl jó ötlet higanyos hőmérőt tenni a mikroba. Bár a higany fém, tehát a ráeső mikrohullámok nagy részét visszaveri, de mindig lennének olyan elektromos részecskék, melyek a vékony higanyszálba jutnának, s jócskán felmelegítenék azt. A felhevült higany gyorsan párologna, s felrobbantaná az üvegcsövet. Ráadásul a higany fölötti térrészben gyors, fényes szikrakisülések keletkeznének, melyektől szintén károsodna a hőmérő.

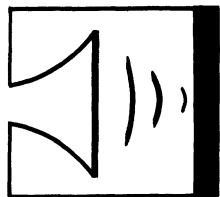
Néhány érdekes megfigyelés, melyekhez mikrohullámú sütő szükséges

1. Két egyforma főzőpohár közül az egyikbe töltünk paraffinolajat, a másikba ugyanannyi glicerinolajat. Mindkettőt helyezzük be a mikrohullámú sütőbe és kb. fél percig működtessük

a készüléket. Kivéve a két poharat, mérjük meg a folyadékok hőmérsékletét. Azt tapasztaljuk, hogy a glicerin felforrósodott, míg a paraffin hőmérséklete alig változott. A kétféle olaj eltérő viselkedésének magyarázata molekulaszervezetükben keresendő. A paraffinolajban apoláris kötések vannak (a $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2) - \text{CH}_3$ láncmolekula végig semleges), a glicerinben viszont a kötések polárosak ($\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$ molekulában az O negatív, a H és C pozitív töltésű).

2. Borítsunk be egy akkora kartonlapot „lapkasajt darabokkal”, amekkora a mikrohullámú sütő alaplapja. Vegyük ki a készülékből a forgótányért s tegyük a helyére a sajtos lapot. Működtessük a készüléket kb. 20 másodpercig, majd figyeljük meg, mi történt a sajtokkal! Mivel

nem forgótálcán volt a lap, a mikrohullámok nem egyenletesen érték a sajtlapokat, ezért lesz olyan hely, ahol megolvadt a sajt, máshol nem történt változás. Mérjük meg vonalzóval a két legközelebbi olvadt folt középpontja közötti távolságot! Ez a hossz a mikrohullámok hullámhosszának fele, mert ez két duzzadóhely közötti távolság. Nézzük meg a készülék adatait feltüntető lapon, hogy mekkora frekvenciával működik (esetünkben ez 2,45 GHz volt, ami azt jelenti, hogy másodpercenként 2 450 000 000 a rezgésszám). Ha ezt a számot megszorozzuk az olvadt foltok közötti távolság duplájával (azaz a hullámhosszal), jó közelítéssel megkapjuk a fénysebesség nagyságát, azaz az elektromágneses hullám terjedési sebességét.



HANGSZÓRÓ

Juhász Nándor

XXII. Öveges József Országos Fizikaverseny

A nyolcadik osztályos korú általános iskolások számára már 22 éve rendez az ELFT Általános Iskolai Oktatási Szakcsoportja fizikaversenyt. Tizedik éve társrendezője e rangos eseménynek Győr-Moson-Sopron Megye Közgyűlése, illetve a Kormányhivatal, Győr Megyei Jogú Város Polgármesteri Hivatala és Győr-Moson-Sopron Megye Pedagógiai Intézete. A Kazinczy Ferenc Gimnázium pedig a korábbi évekhez hasonlóan nagy szeretettel, a már „hagyománnyá” vált szívélyes vendéglátással fogadta a versenyzőket és kísérőiket.

Immár természetes, hogy az országos döntőre meghívást kapnak minden évben a *határainkon túl fizikát magyar nyelven tanuló diákok legjobbjai* is. E meghívásra Erdélyből (Románi-

ából) 3, Csallóközből (Szlovákiából) 2, Vajdaságból (Szerbiából) 2 versenyző érkezett, akiket fizikatanárunk kísért el. Az előző két forduló eredményei alapján a verseny döntőjében a legjobb 59 hazai és 7 határon túli tanuló küzdhetett a helyezésekért és a különböző díjakért.

Az idei verseny fővédnökségét *dr. Fazekas Sándor* vidékfejlesztési miniszter és a Magyar Innovációs Szövetség vállalta.

Természetesen a tömeges részvétellel lebonyolított előzetes fordulokat és a döntő megszervezését sem lehetett volna sikeresen megrendezni a sok lelkes és elkötelezett fizikatanár és a tehetséges tanulóik fejlődését elősegítő intézményvezetők nélkül. Nekik is nagyon indokolt a köszönet.

Az országos döntő a versenyzők számára ebben az évben is térítésmentes volt. A Nemzeti Erőforrás Minisztérium és a szponzorok anyagi támogatása, a Szakcsoport vezetése, a versenybizottság és a helyi szervező kollégák hathatós segítsége mind hozzájárult a sikeres lebonyolításhoz. A támogatásokat, a segítők munkáját köszöni a szervezőbizottság.

A versenyzők 2012. május 18-án (pénteken) érkeztek Győrbe. A regisztráció, a szállás elfoglalása és az ebéd elfogyasztása után 14

órákor kezdődött az ünnepélyes megnyitó a győri városháza impozáns dísztermében. A megnyitó ünnepély programját *Horváthné Fazekas Erika*, a Szakcsoport vezetőségének tagja vezette, aki név szerint mutatta be és köszöntötte a díszelnökségben helyet foglaló magas rangú vendégeket, a versenyzőket és felkészítő tanáraikat.

A díszelnökség résztvevői voltak: *Lévainé Kovács Róza*, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Általános Iskolai Oktatási Szakcsoportjának el-



nőke, Kiss Gyula, a versenybizottság társelnöke, Barla Ferenc, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Győr-Moson-Sopron megyei csoportjának elnöke, Vida József, a versenybizottság elnöke, Major Ernő, a Megyei Intézményfenntartó Központ vezetője, Nagy Dénes Lajos, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat alelnöke, Németh Tibor, a győri Kazinczy Ferenc Gimnázium igazgatója, Széles Imre, a Győr-Moson-Sopron megyei Pedagógiai Intézet igazgatója, Hadházy Tibor, a zsűri elnöke.

A megnyitóban Németh Tibor igazgató úr házigazdaként, Lévainé Kovács Róza elnök a versenyszervezők vezetőjeként, majd Nagy Dénes Lajos, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat alelnöke köszöntötte az ünnepség résztvevőit.

Az ünnepi szavak között felidéztek Németh László gondolatait is: *„Ha egy más bolygón megkérdeznék, mi volt a Földi élet legnagyobb öröme: a tanulást mondanám. Nem azt, amelynek a végén egy vizsga áll, hanem amit az ember kíváncsiságából, kirándulásként tett egy új nyelvbe, az azon át megközelíthető világba, egy új tudományágba.”*

Annak igazolásául pedig, hogy a fizikát igen magas szinten értő és művelő tudósok sem valami földönkívüli csodabogarak, hanem nagyon is hús-vér emberek, akiknek a mieinkhez hasonló aggályaik, félelmeik is vannak, néhány percen Richard Feynman Nobel-díjas fizikus életébe pillanthatunk be. Ehhez segítségünkre voltak a győri Kazinczy Ferenc Gimnázium nő-

vendékei: Kovács Barbara, Kovács Máté és Háromszéki Bence.

Az üdvözlő szavak és a rendkívül hangulatos Feynman-sztorik után Major Ernő, a Győr-Moson-Sopron Megyei Intézményfenntartó Központ vezetője hivatalosan is megnyitotta az országos döntőt. Köszöntőjében Einstein egyik híres mondását idézte: *„A tudomány a hétköznapi gondolkodás kifinomultabb formája”*. Amennyiben e gondolat mentén tekintünk a tudományos érdeklődés kialakulásának folyamatára, rá kell jönnünk, hogy milyen komoly szerep hárul a szülőkre és a pedagógusokra. A szülői „alapozást” követően az iskola az a színtér, ahol egy jó tanár kellő időben felismeri a tanulóknak rejlő értékeket, lehetőségeket, és akikkel lehet, megszerethető módon elsajátíttatja a fizika alapjait, majd lehetőség szerint a mélységeit is.

A fizika törvényeit megismerő fiatal olyan ismeretek birtokába jut, mellyel szélesre tágíthatja látókörét, aminek következtében mindennapjai átláthatóbbá, rendezettebbé válnak és tudásvágya fokozódik. Meggyőződésem, hogy azok a fiatalok, akik környezetük „működését” jobban ismerik, magabiztosabban járnak-kelnek majd a világban.

Végezetül azt kívánom, hogy a tudásvágy mindig legyen kielégíthetetlen, viszont az annak kielégítésére szolgáló eszközökben, lehetőségekben sohasem szenvedjeteek hiányt!

A verseny szervezőinek, a felkészítő tanároknak és nem utolsósorban a versenyző diákok-



nak a továbbiakban is sok-sok erőt, kitartást és jó egészséget kívánok annak érdekében, hogy továbbra se kopjon meg e rövid, de sokat sejtető közmondás: „A tudás hatalom”!

Városnézés

A következő napi, komoly szellemi erőfeszítést igénylő versenyzés kísérő eseményeként minden évben – így most is – több érdekes és hangulatos programot szerveztek a helyi rendezők a fiatalok és felkészítőik számára. A vendéglátók nagy figyelmet fordítanak arra, hogy az Öveges versenyre az ország minden részéből Győrbe érkezők egy kis ízelítőt kapjanak a városról. A Városháza impozáns épületétől a Baross úton haladva – egy kis Rába-parti kitérő után – a Széchenyi térre érkeztek. Közép-Európa legszebb barokk terét körüljárva a Czuczor Gergely Bencés Gimnáziumban várták a versenyzőket, ahol a gimnázium egykori híres tanára, Jedlik Ányos munkásságával ismerkedhettek a kis fizikusok. *Panykó János* fizikatanár tárlatvezetése során nagy élmény volt azokat az

eszközöket látni – némelyiket működés közben is –, amelyeket Jedlik Ányos szerkesztett.

A csoport sétát tett a történelmi belvárosban, közben megkoszorúzták Czuczor Gergely és Jedlik Ányos közös szobrát, megtekintette a Káptalan domb épületegyüttesét és a Bazilikát.

Koncert a Zsinagógában

A vacsorát követően a pár éve felújított zsinagógában rendkívüli élményt adtak a Széchenyi István Egyetem Varga Tibor Zene-művészeti Intézetének ütős hallgatói *Papp Balázs* művésztanár vezetésével. A kamarakoncert alatt bemutatták a különböző ütőhangszereket is. A diploma előtt álló *Fazekas Ádám* két szóló darabbal ajándékozta meg a hallgatóságot.

Ezt követően pedig az épület történetéről, felújításáról, művészi értékéről, új funkciójáról, valamint a Vasilescu modern képzőművészeti





állandó gyűjteményről (XX. századi modern magyar festészet válogatott darabjairól, Ország Lili és a magyar avantgard művészek alkotásai-

ról) Varga Balázs művészettörténész tárlatvezetésében adott érdekes, színes ismertetést.

2012. május 19-én (szombaton) 8 óra-
kor kezdődött az igazi verseny.

A döntő feladatait dr. Vida József (Eger), Csákány Antalné (Budapest) állította össze, a kísérleti feladatot Janóczki József (Debrecen), a fizikatörténeti feladatot pedig dr. Halász Tibor (Csömör) készítette. A döntő anyagát dr. Hadházy Tibor lektorálta.

A döntő első részében a helyszínen (a tantomben) bemutatott kísérlet megfigyelése, a látottak magyarázata, elemzése; (Mikola Sándorról szóló) fizikatörténeti feladat megoldása; önállóan végrehajtott (fénytani) kísérlet elvégzése történt „fekete dobozzal”, majd egy számolásos feladat megoldására került sor az elektromosság témaköréből. Az egyes feladatok közötti szünetekben a versenyzők tízórait kaptak és kicsit felfrissíthették magukat.

Délelőtt, amíg a versenyzők a kitűzött feladatok megoldását végezték, addig Lévainé Kovács Róza, Horváthné Fazekas Erika, Pál





Zoltán a Szakcsoport vezetőségéből és Szabó Miklós, a helyi szervezők irányítója a felkészítő tanárokkal beszélgetett a versenyszervezés ideji tapasztalatairól, a következő évi változtatási tervekről, a lebonyolításról.

Lévainé Kovács Róza köszöntője után a verseny országos döntőjének szervezésében történt

változásokról szolt elsőként. Ősz György 21 év fáradhatatlan munkája után átadta a stafétabotot. A helyi szervezést Wernerné Pöheim Judit és Szabó Miklós vette át.

Pál Zoltán a határon túli magyarok kapcsolattartójaként vázolta munkáját. A Juhász Nándortól kapott címek segítségével próbálja a kapcsolatot ápolni a határon túli fizikatanárokkal. Sok a személyi változás, így az elérhetőségek



módosulnak. Fontos lenne a folyamatos információcseré egy-egy verseny kapcsán. Ezt segíti, hogy honlapunk több címen is működik: a www.ovegesverseny.samfules.hu; a www.kfki.hu/elftaisk, és a www.fizika.hu.

Kérte a felkészítő kollégákat, hogy továbbra is népszerűsítsék a versenyt diákjaik körében, biztassák tanártársaikat, hogy nevezzenek be e rangos versenyre.

Igen aktív eszmecsere zajlott, ahol szóba kerültek a benevezéssel kapcsolatos elvek és adminisztrációs teendők éppen úgy, mint a tartalmi arányok. Lévainé Kovács Róza felhívta a figyelmet, hogy a továbbiakban az Öveges versennyel kapcsolatban a legfontosabb információk e-mail-en keresztül – ovegesfizikaverseny@gmail.com – jutnak el a versenyző iskolákhoz. Az idei verseny lebonyolításában, a nyilvántartások vezetésében is nagy segítség volt *Reszegi*

Miklós és az általa létrehozott felület, amelyen folyamatosan nyomon lehetett követni az online nevezési rendszert és a verseny pillanatnyi állását. Ezúton is köszönet illeti a munkáját. A jövő évi verseny ütemezése úgy készült el, hogy egyeztettek a Jedlik verseny, a Varga Tamás matematikaverseny, Hevesy György kémia-verseny fordulójának időpontjaival: az I. forduló: 2013. február 12. ; II. forduló: 2013. április 9. ; III. forduló (a döntő) 2013. május 24–26. lesz.

13.15-től folytatódott a kemény munka. A döntő második részében gondolkodtató (teszt típusú) kérdések és még egy (nyomással, egyszerű gépekkel kapcsolatos) számolós feladat megoldása várt a versenyzőkre.

Ez idő alatt a kísérő tanárok a MOZAIK Kiadó e-tananyagainak interaktív táblán való felhasználásának lehetőségeiről láthattak egy nagy sikerű bemutatót.



Közben a zsűri is folyamatosan értékelte a már elkészült munkákat.

A verseny végeztével minden résztvevő (tanár és diák) elvonult, hogy megtekintse Győr legújabb oktatási-turisztikai attrakcióját, a 2012. március 15-én átadott MOBILIS Interaktív Kiállítási Központot. „... egy olyan különleges, inspiráló intézmény, amely gondolkodásra és kreativitásra ösztönöz, felébreszti az alkotóvágyat, a kíváncsiságot. A tudományos játszóház tematikáját tekintve elsődlegesen a járműiparra és a közlekedésre, tágabb értelemben pedig a mozgásra, a mobilitásra koncentrál úgy, hogy a természettudományok törvényeit és azok gyakorlati alkalmazását játékos és színes formában mutatja be” – olvasható az intézmény szórólapján. A helyszínen Mészáros Péter köszöntője után mesélt a **Wankel-motor dugattyújára emlékeztető** épületről, a kiállítást létrehozók szándékáról, az **Európában is egyedülálló, tematikus tudományos játszóházzal**.

Itt ki lehet próbálni, mekkora hely van egy Forma 1-es versenyautóban, tesztelhetjük refle-

xeinket a közlekedési lámpáknál, de akár saját személyre szabott műszerfalat is tervezhetünk. 74 interaktív játék, látványos és szórakoztató kísérleti bemutatók szórakoztatták a gyerekeket és felnőtteket. Volt itt víztornádó, tűztornádó, füstdob, kísérletek folyékony nitrogénnel, dörzselektromosság a lufival, mágneses játékok, fénycső a mikrohullámú sütőben. A kísérleti bemutató a szabadban folytatódott, ahol vízkirakókat hasították a levegőt.

A bemutató után mindenki kedvére kipróbálhatta az érdekesebbnél érdekesebb interaktív játékokat, elmélyülhetett a tengelykapcsolók, kerekek világában – akkor is, ha némelyik nem kerek, hanem szögletes volt. A fásasztó verseny kimerítő izgalmainak igazi levezető gyakorlataként szolgált ez a témán belüli szórakoztató program. Alig lehetett véget vetni a sok-sok kiállított eszköz kipróbálásának, működtetésének.



A szombat esti vacsorát követően még mindig nem volt vége a fizikának! A Révai Miklós Gimnáziumba átsétálva *Stonawski Tamás* fizikatanár „Vidd haza a tudományt!” címmel, főként az általa készített eszközökkel mutatta be szórakoztató kísérleteit. Sok hétköznapi tárgy volt az asztalon, amelyek ötletes címek mögé bújva elevenedtek meg.

Így volt részünk: Megrázó élményekben, megtapasztaltuk a Súrlódás következményeit, működés közben láttuk a Flakonos autót, Palackrakétát. Cartesius bűvár, Békahegedű következett, majd a bögre halálugrására figyelhattunk. Okostojás után a Szívószál harsona szólalt meg. Zömében olyan eszközt láttunk, ami környezetünkben megtalálható.

Versenyzőink a fárasztó nap után is szívesen bekapcsolódtak a kísérletezésbe. Az egész napi feszültségek elmúlására rendkívül jó oldószernek bizonyult ez a bemutató. A versenyzők és felkészítő tanáraik minden fáradtságuk ellenére lankadatlan figyelemmel kísérték minden kísérletet. Az érdeklődő tekintetek arról árulkodtak, hogy a kísérletek nyújtotta sok-sok élménnyel a tarsolyukban tértek haza.

2012. május 20. *vasárnap* a Győr-Moson-Sopron Megyei Jogú Város Önkormányzatának városközi dísztermében következett a XXII. Öveges József Országos Fizikaverseny ünnepélyes eredményhirdetése. Horváthné Fazekas Erika, a Szakcsoport vezetőségi tagja köszöntöt-

te a jelenlévőket: versenyzőket, felkészítő tanáraikat, vendégeket, hozzátartozókat, a verseny megvalósítását támogató intézmények képviselőit és a verseny lebonyolításában résztvevőket, majd így folytatta:

Einsteint egyszer megkérték, hogy magyarázza el közérthetően, hogy mit jelent a relativitás.

Erre Ő a következőket válaszolta:

„Tartsd a kezed egy percig a forró kályhán, meglátod, egy órának fogod érezni. Beszéljess egy csinos nővel egy órát, mintha csak egy perc lenne. Na, ez a relativitás.”

Úgy gondolom, hogy a péntek reggel óta eltelt idő mindannyiunk számára csak egy pillanatnak tűnik, a most hátra lévő néhány perc, amíg megtudjátok, hogy ki hányadik helyen végzett a versenyben, azonban egy örökkévalóságnak.

Az ünnepség díszelnökségében foglalt helyet *Dr. Kroó Norbert* akadémikus, az ELFT elnöke, *Széles Imre*, a Győr-Moson-Sopron Megyei Pedagógiai Intézet igazgatója, *Somogyi Tivadar*, Győr Megyei Jogú Város alpolgármestere, *Barla Ferenc*, az ELFT Győr-Moson-Sopron Megyei csoportjának elnöke, *Németh Tibor*, a győri Kazinczy Ferenc Gimnázium igazgatója, *dr. Hadházy Tibor*, a zsűri elnöke és *dr. Vida József*, a versenybizottság vezetője, *Lévainé Kovács Róza*, a Szakcsoport elnöke, *Kiss Gyula*, a versenybizottság társelnöke.

A bemutatások után *Horváthné Fazekas Erika* így folytatta: Egészen biztos vagyok benne,



hogy itt most mindenki érti minden szavát Albert Schweitzer következő gondolatainak:

„Szellemi értelemben mindnyájan abból élünk, amit mások adtak nekünk. Magában az emberben kell meglennie a jó és a gondolat fűtőanyagának, hogy legyen, ami tüzet fog bennünk. De ahhoz, hogy a láng föllobbanjon, külső, más embertől származó szikra, egy nemes gondolat és nemes befolyás szükséges. Gyakran azután a mi saját lángunk is segít meggyújtani másokét.”

Ne felejtsetek el, hogy honnan, kiktől kaptatok ezeket a szikrákat.

Ne felejtsetek köszönetet mondani szüleiteknek, felkészítő tanáraitoknak, akik hozzásegítettek Benneteket ehhez a mai naphoz! Köszönet jár mindenkinek, aki tudásával, támogatásával, biztatásával segítette az elért eredményeiket.

Hadházy Tibor, a zsűri elnöke így értékelte a versenyt:

„A tudás ismeretére és alkalmazásra volt szükség, hogy vegyétek az akadályokat. A számítási feladatok mindig eredményesebbek. Az elektromosság témaköréből választott feladat eredményesebb volt: 38 jó megoldás született.



A másik számításos – kicsit nehezebb – feladatot 18-an oldották meg hibátlanul. A fizikátörténeti feladatban Bay Zoltán neve is szerepelt, az ő munkásságára nagyobb figyelmet javasolt. A kísérleti feladatnál, ami egy izgalmas optikai kérdés volt, 9 hibátlan megoldást olvashattak a zsűri tagjai. Kiemelte a versenyzők magas színvonalú problémamegoldását, élvezetes magyarázatát.

Az elemzésnél ugyancsak 9 helyes megoldást kaptunk, sok szép, szabatos megoldással. A teszt 80% átlagértéket mutatott, a korábbi eredményeket tekintve a versenyzők szép munkát végeztek.”

Végezetül megköszönte a zsűri pontos munkáját, és minden versenyzőnek gratulált.

Ezek után Kroó Norbert akadémikus, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat elnöke köszöntötte a jelenlévőket és kifejezte örömét, hogy személyesen adhatja át a Szakcsoport által alapított díjat, hiszen az Öveges József Fizikaverseny az egyetlen általános iskolások részére kiírt verseny, amit a Társulat is támogat.

Igazi öröm számára találkozni leendő kis fizikusokkal. Öveges József alakját idézte, aki a legtöbbet tette a fizika népszerűsítéséért.

A fizikát megszerettetni azt is jelenti, hogy logikus gondolkodásra ösztönözni, agyat mozgatni, kérdéseket feltenni és azokra válaszolni. Bátorította a versenyzőket, hogy a megszerzett





fizikai tudásukat gyarapítsák, majd adják tovább. Gratulált a versenyzőknek, s azt kívánta, úgy műveljék a kísérleti fizikát, hogy örömet találjanak benne.

Idén 21 díjazott versenyző vehette át az ELFT elnökétől az okleveleket és az értékes jutalmakat.

A XXII. Öveges versenyen is ugyanazzal a versenyannyal, együtt versenyeztek ugyan az általános iskolákban tanuló nyolcadikosok és a hasonló korú gimnazisták, de sokak többszöri kezdeményezésére idén megvalósult, hogy a díjazáskor a versenybizottság külön rangsorolta az első legjobb 9 általános iskolást és a legjobb 12 gimnazistát. Természetesen ettől függetlenül idén is lett – a megszerzett pontjai alapján – abszolút I. helyezett, aki tanárával együtt megkapta az Öveges plakettet. Ó Forrai Botond, a budapesti Baár-Madas Református Gimnázium, Általános Iskola és Diákotthon tanulója, Horváth Norbert tanítványa.



A különdíjak közül elsőként a dr. Vida József által felajánlott, az egri Varázstoronyba szóló belépőjegyek kerültek átadásra. A további 11 támogató által felajánlott díjak kiosztása következett, amit 9 tanuló és 8 felkészítő tanár vehetett át.

A díjak és jutalmak átadása után a levezető elnök, Horváthné Fazekas Erika minden résztvevő nevében köszönetet mondott:

- Győr városának, hogy ismét, immáron sokadikára lehetővé tették számunkra, hogy a megnyitó és a záró ünnepséget ilyen szép, exkluzív környezetben rendezhessük meg.
- A Kazinczy Ferenc Gimnáziumnak, akik helyet adtak rendezvényünknek, szinte már hazajárunk hozzájuk.
- A helyi szervezőknek, akik éjt nappallá téve dolgoztak azon, hogy minden tökéletes legyen és mi jól érezzük magunkat.

Zárszóként dr. Somogyi Tivadar, Győr Megyei Jogú Város alpolgármestere az Önkormányzat és a vendéglátók nevében búcsúzott a verseny minden résztvevőjétől. Kiemelte, hogy jó úton indultak el a tanulók, amikor a fizikaversenyt választották, mert a verseny azt jelenti, hogy valamiért küzdeni, teljesíteni kell. Győr befogadó iskolaváros, és kötelességének érzi, hogy segítse a fiatalokat.

„Büszkék vagyunk városunkra, várunk beneteket későbbi tanulmányaitok során is.”



Ebben az évben sem lehetett volna megszervezni a három fordulós versenyt az iskolákban lelkesen dolgozó, nagy elhivatottsággal rendelkező és elkötelezett *fizikatanárok*, az intézmények érdekeit jól képviselő, a tehetséges tanulók fejlődését szem előtt tartó *igazgatók*, a *megyei bázisiskolák* hathatós közreműködése nélkül.

Köszönjük áldozatos munkájukat, a tehetséges tanulók versenyre való felkészítését, hiszen a ma még fizikából versenyző fiatalok lesznek a jövő kutatói, fejlesztőmérnökei és felelős döntéseket hozó állampolgárai, akiknek józan, megfontolt gondolkodásán és tevékenységén múlik a nemzet jövője, gazdaságának fejlődése.

Életpályájukat lehet, hogy éppen az e versenyekre való felkészülés során kialakuló világszemléletük, szorgalmuk, sikerélményük, eltökéltségük és a tudomány iránti tisztelet határozza meg.

A XXII. Öveges József Országos Fizikaverseny lebonyolításában az alábbi kollégák működtek közre:

Lévainé Kovács Róza, Kiss Gyula, Fülöp Viktorné, Wernerné Pöheim Judit, Szabó Miklós felelős szervezők;

Dr. Vida József, Csákány Antalné, Janóczki József, dr. Halász Tibor feladatkitűzők; dr. Hadházy Tibor lektor;

Horváthné Fazekas Erika, Juhász Nándorné, Juhász Nándor, Krakó László, Pál Zoltán, Pápai Gyuláné, Varga István, Kleizerné Kocsis Mária, Slezák Zsolt, Bodó Genovéva zsűritagok;

Antoni Istvánné, Czinke Sándor, Kukorelliné Szabó Mónika, Tóth Zsuzsanna, Vidáné Papp Csilla, Horváthné Perger Zsuzsanna, Várhegyi Lászlóné felügyelőtanárok;

Poócza József, Csatóné Zsámbéky Ildikó, Tasi Zoltánné, Szénási Istvánné, Nagy Zsigmondné, Wöller Lászlóné, Ősz György szervezők és a számítógépes feldolgozást végző Gesztesi Péterné, Gesztesi Péter.

A verseny teljes anyagát – a feladatokat és megoldásokat (az előző fordulókát is!), azok értékelését, elemzését, az eredménylistát – tartalmazó kiadvány az idén is elkészült a MOZAIK Kiadó segítségével.

Dr. Vida József

A XXII. Öveges József Országos Fizikaverseny döntőjére kitűzött feladatok és megoldásuk

Feladatok

I. Kísérletelemző feladat

Egy szemeteszsákba beleteszünk egy szódaszifon fejet patronnal, ezt követően a zsák száját erősen bekötjük zsinórral. Mérlegre tesszük, és kiegyensúlyozzuk (kitárázzuk) a mérleget, majd a zsákban lévő patronot kiszúrjuk.

Adj részletes magyarázatot a kísérletben tapasztaltakra és válaszolj az alábbi kérdésekre!

- Mi az oka a tapasztalt változásnak?
- Hogyan változik a zsák tartalmának össztömege a patron kiszúrása után? (Húzd alá a megfelelő választ!) *nő* – *csökken* – *nem változik*. Válaszodat indokold meg!
- Hogyan változik a mérleg egyensúlya és a zsák súlya a patron kiszúrása után? Miért?
- Hogyan változik a mérleg egyensúlya a zsák kiszúrása után? A zsákot tartalmazó kar *lesüllyed* – *nem változik* – *felemelkedik*. Húzd alá a megfelelő választ!
- Miért változik/nem változik a mérleg egyensúlya a zsák kiszúrása után?

II. Fizikatörténeti feladat

1. A trianoni diktátum miatt ma melyik ország területén van Mikola Sándor szülőfaluja?

.....

.....

2. Hol járt elemi iskolába, hol érettségizett és hol szerzett tanári diplomát Mikola Sándor?

.....

.....

3. 1916-ban melyik országos szakmai szervezetben választották meg titkárnak? A diákok érdekében milyen két fontos dolgot szervezett itt?

.....

.....

4. Mi volt Mikola Sándor legnagyobb tudományos elismerése, amit Bay Zoltán javaslatára kapott? Mi Bay Zoltán legismertebb tudományos kísérlete?

.....

.....

5. Milyen új, hatékony módszerek elterjesztésével segítette Mikola Sándor a fizikaoktatás fejlesztését? Említs meg ezek közül legalább kettőt!

.....

.....

6. Mi volt a legjellemzőbb tanári munkájára, amit szeretnél, ha tanáraid is átvennének Mikola Sándortól? Nevez meg legalább 3 jellemzőt!

.....

.....

7. Az utókor mivel ismerte el Mikola Sándor életművét? Mit neveztek el róla?

.....

.....

III. Kísérleti feladat

Az asztalon egy „FEKETE DOBOZ”-t találsz. A dobozban valamilyen optikai (fénytani) eszközket rejtettünk el. Rendelkezésedre áll egy kis teljesítményű lézer-fénymutató, melynek fel-

használásával határozd meg, milyen optikai eszköz(ök) lehet(nek) a dobozban!

A kísérlet során a lézer-fénymutató vörös színt használj, ehhez a lézervediódát felőli kapcsolót kell zárni! **Vigyázz, a lézerfényt ne irányítsd se a magad, se más szemébe!**

A dobozon **1** ill. **2** számokkal ellátott nyílások, és az **A** ill. **B** betűkkel jelölt nyílásokon lévő ernyők vannak.

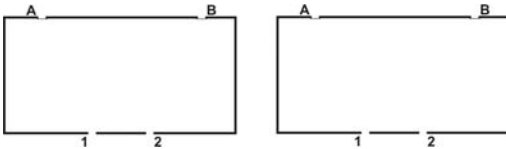
Egészítsd ki az ábrákat a dobozba jutó fény útját megváltoztató különböző optikai eszközök rajzával, és rajzold be az ábrákba, hogyan képződnek el az eszközök hatására az egyes nyílásokhoz érkező fények útját a dobozban!

Minden esetben írd le, *mit tapasztalsz*, majd *rajzold be* az ábrákba azt az eszközt, mely véleményed szerint a tapasztaltak szerint változtatja meg a fény útját!

A doboz nyílásokkal ellátott falára merőlegesen juttasd a fénysugarakat a dobozba!

Ha szükséges további ábra, azt pótlólag rajzold meg!

Az egymástól különböző optikai elemekkel történő 5 alapvetően különböző megoldásért és a hozzájuk tartozó helyes rajzokért 5–5 pontot kaphatsz. Egyéb megoldásokat is elfogadunk, de maximálisan 35 pontot szerezhetsz erre a feladatra.

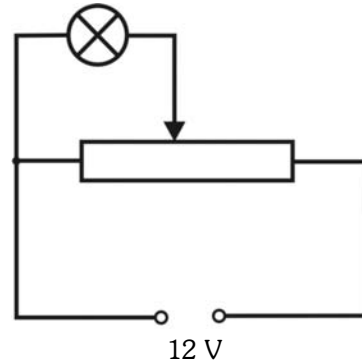


IV. Számolásos feladatok

1. feladat (elektromosságban):

Változtatható ellenállású tolöellenállással $U = 3,6 \text{ V}$ feszültségű és $P = 0,72 \text{ W}$ teljesítményű izzólámpát működtetünk a névleges feszültségértékén. A tolöellenállás izzólámpával párhuzamosan kapcsolt szakaszában másfélszer nagyobb az áramerősség, mint az izzón.

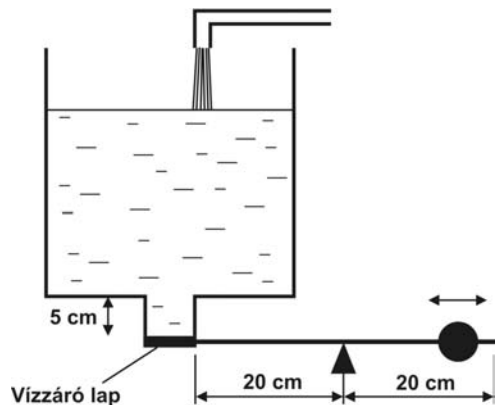
- Mekkora az izzó ellenállása?
- Mekkora a főágban az áramerősség?
- Mekkora a tolöellenállás teljes ohmikus ellenállása?



2. feladat (hidrosztatikai nyomás, egyszerű gépek):

Víz tartályba egy csövön felülről folyamatosan áramlik be a víz. A tartály aljából kinyúló 5 cm átmérőjű kifolyócső nyílását a súlyszelep vízzáró lapja zárja le. A súlyszelep egy kétoldalú emelő, bal oldali végén a tartály kifolyócsövét lezáró lap, a kétoldalú emelő jobb oldali karján egy csúsztatható nehezék helyezkedik el. A súlyszelep feladata a túlfolyás megakadályozása: kinyit, amikor a vízszint a tartály aljától számítva eléri a 25 cm-es magasságot.

Tervezd meg azt az automatikusan működő rendszert, amely a fenti feltételnek eleget tesz! A tervezésnél vedd figyelembe, hogy a nehezék tömege *legfeljebb* 0,75 kg lehet, és tekintsd pontszerűnek, hogy a kar végéig kihúzható lehessen. A vízzáró lap súlya elhanyagolható a víz hidrosztatikai nyomásából származó nyomóerőhöz viszonyítva.



- a) A forgástengelytől milyen távolságban tud megfelelni a feltételeknek a 0,75 kg-os nehezék?
- b) Mekkora tömegű nehezékekkel lehet az előírt feltételeket teljesíteni, ha a forgástengelytől 20 cm távolságban lévő nehezékekkel akarjuk létrehozni az egyensúlyt?

V. Tesztek

Karikázz be minden jó válasz előtti betűt, és minden rossz válasz előtti pedig húzz át!

Ha helyesen választod ki a jó és a rossz válaszokat, akkor minden feladatra 4 pontot kaphatsz.

1. Egy terület tisztítására A és B gépet használhatják. A táblázat mutatja, hogy milyen nagyságú területeket tisztítanak meg egy óra alatt, és közben mennyi üzemanyagot fogyasztanak. Melyik gép alakítja át nagyobb hatásfokkal az üzemanyag energiáját munkává?

	1 óra alatt megtisztított terület	1 óra alatt fölhasznált üzemanyag
A gép	2 hektár	3/4 liter
B gép	1 hektár	1/2 liter

- a) Az A gép
- b) A B gép
- c) Azonos a hatásfokuk
- d) A munka kiszámításához ismerni kellene a megtett utat és a munkát végző erőt. Ebben az esetben ezek ismeretlenek, ezért nem lehet válaszolni a kérdésre.

2. Az izzólámpák üzemeltetésére elektromos energiát használunk. A nyert fényenergia mennyisége a felhasznált elektromos energiánál

- a) több
- b) kevesebb
- c) ugyanakkora
- d) függ a keletkező fény színétől.

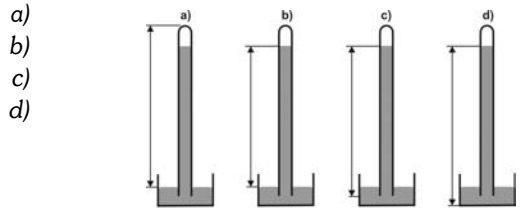
3. Ha egy vízszintes felületen mozgó, 5 kg tömegű, hasáb alakú testre 23 N erő hat keleti irányban és a hasábra közben 8 N súrlódási erő hat, akkor a hasáb

- a) állandó 5 m/s sebességgel mozog keleti irányban
- b) állandó 3 m/s sebességgel mozog keleti irányban
- c) állandó gyorsulással mozog keleti irányba
- d) állandó gyorsulással mozog nyugati irányba

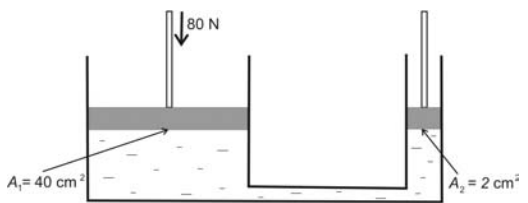
4. Egy egyenes vastagságú fémlemezről úgy vágunk ki egy kör, egy négyzet és egy L alakú formát, hogy a tömegük azonos legyen. Melyiknek legnagyobb a sűrűsége?

- a) A legnagyobb felületűnek.
- b) A négyzetnek.
- c) Mindegyiké ugyanakkora.
- d) Ennyi adatból nem lehet meghatározni.

5. Az alábbi ábrák Torricelli csöveket mutatnak. Melyik távolságot kell lemérnünk, ha meg akarjuk állapítani a légnyomás értékét?



6. Az alábbi közlekedő edényben víz van. Mekkora erő hat a 2 cm² keresztmetszetű dugattyúra?



- a) 1 N
- b) 4 N
- c) 80 N
- d) 1600 N

7. Egy folyadékos hőmérő érzékenysége függ a folyadéktartályában lévő folyadék mennyiségétől és az ehhez csatlakozó üvegcső belső átmérőjétől. Melyik változat eredményezi a legnagyobb érzékenységet?

	A folyadék térfogata	Üvegcső átmérő
a)	Minél kisebb	Minél kisebb
b)	Minél kisebb	Minél nagyobb
c)	Minél nagyobb	Minél kisebb
d)	Minél nagyobb	Minél nagyobb

8. Mire fordítódik az az energia, amely a folyékony víz azonos hőmérsékletű gőzzé alakításához szükséges?

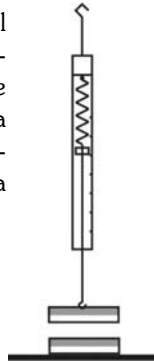
- Növeli a folyadék részecskéinek átlagos távolságát.
- Növeli a folyadékrészecskék átlagos mozgási energiáját.
- Növeli a folyadékfelszín közelében lévő levegő hőmérsékletét.
- Atomjaira bontja a folyadék molekuláit.

9. Áramkört létesítünk egy R ellenállásból és egy 3 V-os telepből. Mely I áramerősség és R ellenállás értékek tartozhatnak össze?

- 1,5 A; 1,5 Ω
- 1,5 A; 2 Ω
- 6 A; 2 Ω
- 4 A; 12 Ω

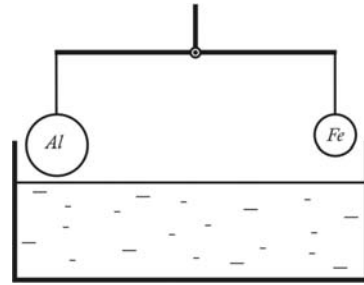
10. Két egyforma mágnes közül az alsó 1 N erővel nyomja az asztalt, miközben a felette lévő, de hozzá nem érő 5 N erővel húzza az őt tartó erőmérőt. Mekkora súlyúak a mágnesek és mekkora erővel vonzzák egymást?

- $G = 3$ N; $F = 2$ N
- $G = 3$ N; $F = 1$ N
- $G = 5$ N; $F = 1$ N
- $G = 1$ N; $F = 5$ N



11. Kétoldalú emelő egyik karján 1 kg-os alumínium, másik oldalán 1 kg tömegű vasgolyó tart egyensúlyt egymással. Ha mindkettőt egyszerre vízbe merítjük,

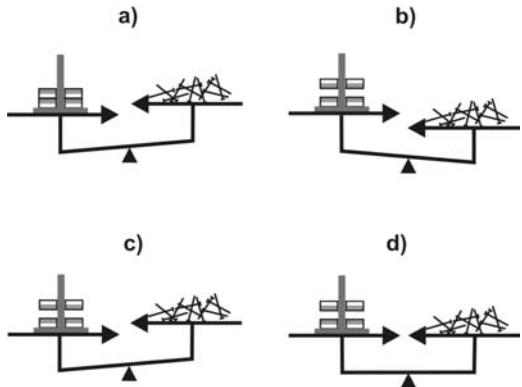
- továbbra is egyensúlyban marad a rendszer.
- a vasgolyóra hat nagyobb felhajtóerő.
- mindkét golyóra hat felhajtóerő.
- a vasgolyó billen lefelé.



12. A Földet körülvevő levegőréteg

- a Föld felszínén a legsűrűbb, mert a levegőt is vonzza a Föld.
- több km vastagságban veszi körül a Földet.
- eltűnne, ha nem volna elég nagy a rá ható gravitációs erő.
- nyomása csökken a Föld felszínétől mért távolsággal.

13. Kétoldalú mérlegen apró szögekkel kiegyensúlyozunk két egyforma mágneses gyűrűt és egy farudacsát, melyre ráhúzhatóak a gyűrűk. Eredetileg csak az egyik gyűrű van a hengeren, a másik a henger mellett van a mérleg serpenyőjében.



- Ha a másik gyűrűt úgy húzzuk rá a hengerre, hogy a gyűrűk vonzzák egymást, a mérleg mágneseket tartalmazó tányérja lesüllyed.
- Ha a másik gyűrűt úgy húzzuk rá a hengerre, hogy a gyűrűk taszítsák egymást, akkor a mérleg mágneseket tartalmazó tányérja felemelkedik.
- Ha a másik gyűrűt úgy húzzuk rá a hengerre, hogy a gyűrűk taszítsák egymást, a mérleg mágneseket tartalmazó tányérja lesüllyed.

d) Ha a másik gyűrűt úgy húzzuk rá a hengerre, hogy a gyűrűk taszítsák egymást, akkor a mérleg egyensúlya nem változik.

14. Műanyag mérőhengerbe tett laza csavarrugóra a rugó átmérőjével nagyjából megegyező átmérőjű égő gyertyát helyezünk, majd elejtjük a hengert. Mi történik a gyertyával esés közben? (Az ábra az elejtés pillanatát mutatja.)



- Esés közben elalszik a gyertya.
- Esés közben a gyertya „kiugrik” a mérőhengerből.
- Földet érés után kivehetjük az égő gyertyát a mérőhengerből.
- Esés közben a rugó nincs összenyomva.

15. Két egyforma elektroszkópra egymástól függetlenül elektromos töltéseket viszünk, majd vezetővel összekötjük az elektroszkópokat. Azt tapasztaljuk, hogy az összekötés után mindkét elektroszkóp lemezei elmozdulnak, de úgy, hogy azonos mértékben ágaznak szét. Mit állapíthatunk meg az elektroszkópok eredeti töltéséről?

- Azonos előjelűek és azonos nagyságúak voltak.
- Azonos előjelűek, de különböző nagyságúak voltak.
- Ellentétes előjelűek és azonos nagyságúak voltak.
- Ellentétes előjelűek és különböző nagyságúak voltak.

16. Lehetséges az, hogy egy test észak felé halad, és dél felé gyorsul?

- Nem, hiszen a test észak felé halad.
- Lehetséges, de csak északi erő hatására.
- Lehetséges, de csak déli erő hatására.
- Lehetséges, de csak ha azonos nagyságú északi és déli irányú erő hat rá.

17. Áramkört létesítünk egy izzólámpából, egy kapcsolóból és egy 1,5 V-os elemből.

- A kapcsoló nyitott állása esetén az izzón 1,5 V feszültség mérhető.

- A kapcsoló nyitott állása esetén az izzó végei között mérhető feszültség 0 V.
- A kapcsoló zárt állása esetén az izzó végei között 1,5 V feszültség mérhető.
- A kapcsoló zárt állása esetén az elem két vége között 1,5 V feszültség mérhető.

Megoldások

I. Kísérletelemző feladat megoldása

- A patron kiszúrásával a zsákban lévő anyagok zárt térben maradnak, de a patronból kiáramló szén-dioxid felfújja a zsákot.
- A zsákban lévő össztömeg **nem változik** (aláhúzva), mert a patronban a kiszúrás előtt lévő gáz teljes egészében a zsákban maradt.
- A mérleg zsákot tartó karja felemelkedik. Mivel a zsák térfogata megnőtt, így az általa kiszorított levegő térfogata és a kiszorított levegő súlya is több lett, vagyis a zsákra nagyobb felhajtóerő hat, emiatt kisebb erővel húzza a zsák a mérleg zsákot tartó karját.
- A mérleg zsákot tartó karja a zsák kiszúrása után **nem változik** (aláhúzva).
- Ha kivágjuk a zsák alját, a benne lévő szén-dioxid gáz – amely nagyobb sűrűségű, mint a levegő – távozik a zsákból, ezért csökken a zsák térfogata és a zsákra ható felhajtóerő is. A zsákban lévő össztömeg (az eredetihez viszonyítva) csökken, tehát a súly is, így a mérleg zsákot tartó karja felemelkedve marad.

II. Fizikatörténeti feladat

1. A trianoni diktátum miatt ma melyik ország területén van Mikola Sándor szülőfaluja?

– **Szlovénia**

2. Hol járt elemi iskolába, hol érettségizett és hol szerzett tanári diplomát Mikola Sándor?

– **Körtvélyesen,**

– **A soproni evangélikus líceumban,**

– **A budapesti Tudományegyetemen.**

3. 1916-ban melyik országos szakmai szervezetben választották meg titkárnak? A diákok érdekében milyen két fontos dolgot szervezett itt?

– **A Matematikai és Fizikai Társulatban.**

- **A Matematikai és a Fizikai lapok fizikai részét szerkesztette.**
- **A matematika és fizika középiskolai versenyeket szervezte.**

4. Mi volt Mikola Sándor legnagyobb tudományos elismerése, amit Bay Zoltán javaslatára kapott? Mi Bay Zoltán legismertebb tudományos kísérlete?

- **A Magyar Tudományos Akadémia tagjai közé választotta.**
- **Bay Zoltán mérte meg radarhullámokkal először a Föld – Hold távolságot.**

5. Milyen új, hatékony módszerek elterjesztésével segítette Mikola Sándor a fizikaoktatás fejlesztését? Említs meg ezek közül legalább kettőt!

- **A tanári és tanulói kísérletre épülő fizikaoktatás népszerűsítésével.**
- **A tanulói aktivitás fontosságának kiemelésével.**
- **A tiszta fogalmak fokozatos fejlesztésének fontosságával.**
- **A tehetséges tanulók támogatásával, tanulmányi versenyek szervezésével. Stb.**

6. Mi volt a legjellemzőbb tanári munkájára, amit szeretnél, ha tanáraid is átvennének Mikola Sándortól? Nevez meg legalább 3 jellemzőt!

- **Kísérletekre épülő, felfedeztető fizikaoktatás.**
- **A tanulók bevonása az órai munkába.**
- **Órán kívüli programok szervezése.**
- **Tanulmányi versenyekre felkészítés. Stb.**

7. Az utókor mivel ismerte el Mikola Sándor életművét? Mit neveztek el róla?

- **Mikola Sándor emlékdíj, a sokat kísérletező kiváló fizikatanároknak.**
- **Mikola Sándor középiskolai fizikaverseny.**

III. Kísérleti feladat megoldása

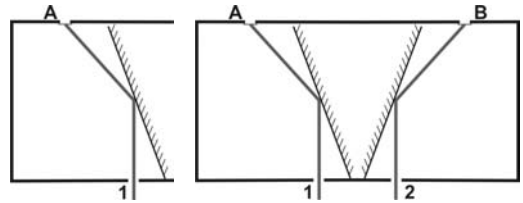
Tapasztalat:

Az 1-es nyíláson bejutó fénysugár az **A** ernyőn jelenik meg, ami nincs szemben a nyílással.

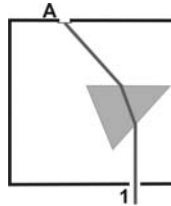
Ha a fény a **2-es** nyíláson jut a dobozba, akkor ugyanez a helyzet, a **B** ernyőn jelenik meg a fényfolt.

Következtetés:

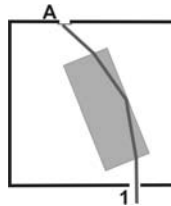
Valami megváltoztatta a fénynyaláb haladási irányát. Ez lehet pl. egy síktükör.



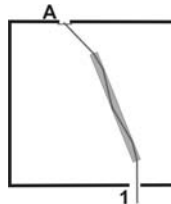
Egy megfelelően elhelyezett **prizma is** eredményezheti ugyanezt a tapasztalatot.



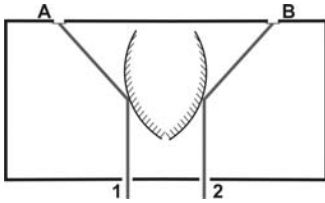
Megfelelően elhelyezett **párhuzamos falú üveghasáb is** lehet a dobozban, melynek az egyik felületén teljes visszaverődés jön létre.



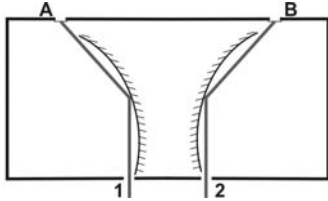
A tapasztaltakat okozhatja egy **hosszú üveghasáb is**, melyben többszörös teljes fényvisszaverődés következik be.



Homorú és domború tükrök is lehetnek a dobozban, azokról is visszaverődik a fény.



Pl. két domború tükör



vagy két homorú tükör

10 pont

Tükröknek és egyéb optikai eszközöknek bármelyik más, jó variációja hasonlóan pontot ért.

IV. Számolós feladatok megoldása

1. feladat megoldása

Az izzón átfolyó áramerősség:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{0,72 \text{ W}}{3,6 \text{ V}} = 0,2 \text{ A},$$

Az izzó ellenállása:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3,6 \text{ V}}{0,2 \text{ A}} = 18 \Omega.$$

A tolóellenállás izzóval párhuzamos szakaszán folyó áram erőssége:

$$I_1 = 1,5 \cdot 0,2 \text{ A} = 0,3 \text{ A}.$$

A tolóellenállás izzóval párhuzamos szakaszának ellenállása:

$$R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{3,6 \text{ V}}{0,3 \text{ A}} = 12 \Omega.$$

A főágban az áramerősség ($I_{fő}$):

$$I_{fő} = I + I_1 = 0,2 \text{ A} + 0,3 \text{ A} = 0,5 \text{ A}.$$

A tolóellenállás főágbeli szakaszára eső feszültség: $U_{fő} = 12 \text{ V} - 3,6 \text{ V} = 8,4 \text{ V}.$

A tolóellenállás főágbeli szakaszának ellenállása:

$$R_{fő} = \frac{U_{fő}}{I_{fő}} = \frac{8,4 \text{ V}}{0,5 \text{ A}} = 16,8 \Omega.$$

A tolóellenállás teljes ellenállása:

$$R_{\underline{o}} = R_1 + R_{fő} = 12 \Omega + 16,8 \Omega = \underline{\underline{28,8 \Omega}}.$$

2. feladat megoldása

$$h = 25 \text{ cm} + 5 \text{ cm} = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$A = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi = 0,025^2 \text{ m}^2 \cdot \pi \approx 1,963 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2,$$

$$(\text{ill.: } 0,025^2 \text{ m}^2 \cdot 3,14 = 1,9625 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2).$$

Hidrosztatikai nyomás a kifolyó nyílásnál:

$$p = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,3 \text{ m} = 3000 \text{ Pa}.$$

A víz által a kifolyószelepre ható erő:

$$F = p \cdot A = 3000 \text{ Pa} \cdot 1,963 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 5,889 \text{ N}.$$

Ezzel tart egyensúlyt a szelep, ekkora erő forgató hatását kell kiegyensúlyoznia a csúsztatható nehezéknek.

Amennyiben a nehezék $m = 0,75 \text{ kg}$ tömegű, $G = 7,5 \text{ N}$ súlyú, akkor a forgatónyomatékok, ill. az egyensúlyuk:

$$F \cdot (0,2 \text{ m} + 0,025 \text{ m}) = l \cdot G,$$

$$5,889 \text{ N} \cdot 0,225 \text{ m} = l \cdot 7,5 \text{ N},$$

amelyből a jobb oldali kar hossza (a nehezék távolsága a forgástengelytől):

$$l \approx 0,177 \text{ m} = \underline{\underline{17,7 \text{ cm}}}.$$

Ha pedig a kar végére toljuk ki a nehezéket, aminek a súlya (G^*) most nyilvánvalóan kisebb, mint $7,5 \text{ N}$, akkor a forgatónyomaték:

$$F \cdot 0,225 \text{ m} = 0,2 \text{ m} \cdot G^*,$$

$$5,889 \text{ N} \cdot 0,225 \text{ m} = 0,2 \text{ m} \cdot G^*,$$

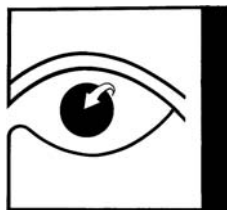
innen a nehezék által kifejtett erő (a nehezék súlya):

$$G^* = \frac{5,889 \text{ N} \cdot 0,225 \text{ m}}{0,2 \text{ m}} \approx 6,6 \text{ N},$$

tömege pedig: $m^* = \underline{\underline{0,66 \text{ kg}}}.$

V. Tesztek megoldása

- | | | |
|---------|-----------------|---------------------|
| 1. e); | 2. f); | 3. c); |
| 4. c); | 5. b); | 6. b); |
| 7. c); | 8. a); | 9. b); |
| 10. a); | 11. c), d); | 12. a), b), c), d); |
| 13. d); | 14. a), b), d); | 15. b), d); |
| 16. c); | 17. b), c), d); | |



NET-LESEN

Inogni látszik az elektromágnesség eddigi elmélete

Atértékelésre szorulhat a fizika egyik alappillére, amennyiben igazolást nyernek az Egyesült Államok Nemzeti Szabványügyi és Technológiai Intézete (NIST) új ion-csapdájával végzett kísérleteinek eredményei.

A *Physical Review Letters*-ben közzétett eredmények szerint az elektromágnességen alapuló jóslatok nem teljesen fedik le az atomok egzotikus állapotokban tanúsított viselkedését. A kérdéses elmélet az úgynevezett kvantum-elektrodinamika (QED), ami a modern fizika egyik fő támasza az anyagra gyakorolt elektromágneses hatások pontos leírásának köszönhetően, különös tekintettel az elektronok viselkedésével kapcsolatos magyarázatára. Az elmélettel kapcsolatos kiváló tapasztalatok ellenére a fizikusok jó ideje gyanítják, hogy a QED nem ad teljes képet a valóságról. Az NIST legfrissebb eredményei igazolni látszanak ezeket a feltevéseket, amik a fizika más területeire is kihathatnak.

Az NIST ion-csapdája a QED tesztelésének egyik módja, hogy veszünk egy viszonylag nehéz atomot – például titánt, vagy vasat – és megfosztjuk a mag körüli elektronjainak többségétől. „Ha a titán huszoneköt elektronjából húszat eltávolítunk, egy magasan töltött iont kapunk, ami sok tekintetben hasonlít egy, az eredeti méretének tizedére összezsugorított hélium atomra” – magyarázta John Gillaspay, a NIST fizikusa. „Ironikus, de ebben a szokatlan állapotban a QED hatásai felerősödnek, így részletesebben vizsgálhatjuk azokat.”



A kvantum-elektrodinamikának számos alkalmazása van, például megjósolható vele, mi történik, ha egy atommag körül keringő elektron összeütközik egy elhaladó részecskével. A gerjesztett elektron egy pillanatra egy magasabb energiaállapotba ugrik, azonban gyorsan vissza is tér eredeti pályájához. A folyamat fénykibocsátást eredményez, egy foton szabadul fel, a QED pedig képes megjósolni ennek a fotonnak a színét, vagyis előrejelezhető a hullámhossza. Az NIST csapata azt vette észre, hogy az erős pozitív töltésű ionokban a fennmaradó elektronok észlelhetően más színű fotonokat generálnak, mint amit a QED megjósol. Ez megindítja az elektromágnesség, a világegyetem négy alapvető erői egyikének elméletét.

Gillaspay reméli, hogy eredményeik a kísérlet megismétlésére sarkallják majd tudóstársait, melyekből még pontosabb mérések születnek. Az NIST csapat jelenleg egzotikus atomok által kibocsátott fény mérésén dolgozik, ami Gillaspay szerint meg fogja erősíteni a jelenlegi eredményeiket.

Az elektromágnesesség

Az elektromágneses kölcsönhatás, vagy elektromágnesesség az elektromágneses mező fizikája. Az elektromágneses mező az elektromos és mágneses mezők által létrehozott, a tér teljességét betöltő hatásmező. Míg az elektromos mező a statikus elektromosságot előidéző töltés eredménye (amely elektromos vezetőben elektromos áramot hoz létre), addig a mágneses mező az elektromos töltés mozgásából származik (mint egy elektromos vezetőben folyó áram) és az állandó mágnesekhez hasonló mágneses erőben nyilvánul meg.

Az „elektromágnesesség” kifejezés az elektromosság és mágnesesség közeli kapcsolatára utal. Például a mágneses mező változása elektromágneses indukciónak nevezett elektromos mezőt hoz létre, amely lehetővé teszi olyan hétköznapi eszközök létezését, mint az áramfejlesztő generátorok (és dinamók), villanymotorok és transzformátorok. Az elektrodinamika az elektromágnesesség és a mechanika közös területe, amely az elektromágneses mezőnek az elektromos töltésű részecskékre gyakorolt mechanikai hatásait tanulmányozza.

Elektromágneses erőnek nevezik az elektromágneses mezőnek az elektromos töltésű részecskékre gyakorolt hatását. Ez a fajta erő a természet négy alap-erőinek egyike. A másik három 1) az atommagot összetartó erős nukleáris erő, 2) a radioaktív bomlás bizonyos fajtáiért (Béta-bomlás) felelős gyenge nukleáris erő 3) a tömegvonzási (gravitációs) erő. A fizikai testek közötti minden kölcsönhatás (erő) végső soron e négy alapvető erő következménye, mégis a hétköznapi életünkben a gravitációtól eltekintve, gyakorlatilag minden jelenségért az elektromágneses erő felelős.

Durva megközelítésben, az atomok közötti kölcsönhatásokban, minden erő az atom belsejében lévő elektromos töltésű protonokra és elektronokra ható elektromágneses erőre vezethető vissza. Például, mikor húzunk, vagy nyomunk valami tárgyat, az általunk kifejtett erő a testünk és a tárgy egyes molekulái közötti kölcsönhatás

eredménye, sőt, az elektronok keringéséből adódó kölcsönhatásokon keresztül minden kémiai folyamat is ez erőn keresztül zajlik le.

Mindezekon felül, a fény- és rádióhullámok nem mások, mint az elektromágneses mező megháborításának mozgása, amit elektromágneses hullámoknak hívunk. Tehát minden optikai, vagy rádió-frekvenciás jelenség ténylegesen elektromágneses természetű.

(Forrás: www.richpoi.com)

Magyar kutatók vették észre Da Vinci hibáját

Az ősemberek helyesebben ábrázolták a négylábú állatok járását, mint a modern kori művészek, állapították meg magyar kutatók. A természettudósként és művészként is világhírű Leonardo da Vinci szintén hibásan ábrázolta a lovak járását.

Az ELTE Biológiai Fizika Tanszékén Horváth Gábor egyetemi docens kutatócsoportja az elmúlt években számos rendkívül érdekes tanulmányt készített. A zebrák csíkozásának okát kutatva megállapították, hogy a mintázat a rovaroktól véd: a vérszívó böglyök látását ugyanis összezavarják a zebrák csíkjai. Az efféle kutatások – bár első pillantásra talán elvontnak tűnnek – az állattartásban, a parazita rovarok elleni védekezés miatt nagy jelentőségűek.

Az ELTE kutatói most újabb érdekes vizsgálatot végeztek, amelynek eredményeit a PLoS ONE tudományos folyóiratban jelentették meg. Horváth Gábor és csapata (Farkas Etelka, Boncz Ildikó, Blahó Miklós, Kriska György) a négylábú állatok járásáról készített képzőművészeti ábrázolásokat hasonlította össze a történelem előtti időktől fogva a jelenkorig. Kiderült, hogy az ősemberek pontosabban rajzolták a barlangok falára, élethűbben vészték kőbe az általuk megfigyelt négylábúak mozgását, mint a későbbi korok művészei.

Az ősemberek 46,2 százalékos arányban tévedtek, az 1887-ig, Eadweard Muybridge skót származású amerikai fényképész úttörő fényképfelvételeinek megszületéséig alkotó későbbi



művészek pedig 83,5 százalékban. Az 1887 után készült alkotásoknál a hibaszázalék 57,9 százalékos, tehát mintegy 25 százalékkal javult az ábrázolások pontossága az elmúlt több mint egy évszázad során. De meglepő módon még az 1887 óta készült rajzok, festmények, szobrok is több tévedést tartalmaznak, mint a történelem előtti időkből származó ábrák. Az eredményekről magyarul a Fizikai Szemle 2012. januári számában is írtak az ELTE kutatói.

Érdekesség, hogy az egyik legnagyobb hibáját (63,6%) éppen az állatanatómiai tankönyvekben találták a magyar biofizikusok.

A négylábú állatok elvileg hatféle lépéssorrendet használhatnak, a természetben azonban csak egy (BH-BE-JH-JE, ahol B a bal, J a jobb, H a hátsó, E az első lábra utal) fordul elő, mert ez a biomechanikailag legstabilabb járásmód. A mai művészek, grafikusok azonban nem sokat tanultak Muybridge fotósorozataiból és kutatásaiból, amelyekből 1887-ben kiderült, hogy a lovak természetes járása leírható a BH-BE-JH-JE sorozattal, vagyis a bal hátsó után a bal első, majd a jobb hátsó és a jobb első lábukat emelik. Az állatok számára azért fontos ez a sorrend, mert ez biztosítja számukra a legbiz-

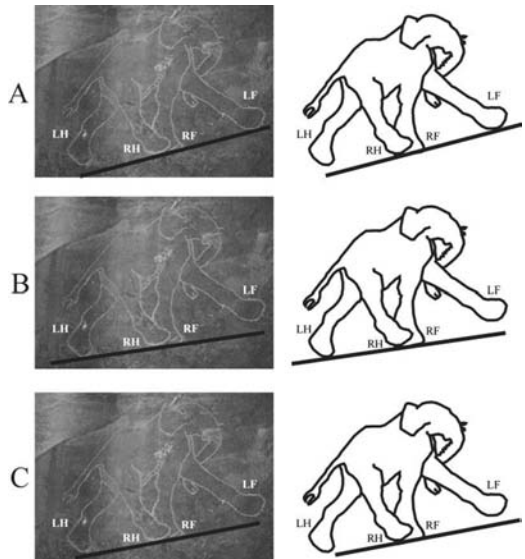
tonságosabb „talajfogást”, illetve alátámasztást.

A mozgás jól leírható a súlypontvetülettel és a lábak által bezárt háromszögek viszonylagos elhelyezkedésével. A stabilitást, például a felborulás esélyének minimalizálását az szolgálja, ha a súlypont talajvetülete a lábak által bezárt háromszögek oldalaitól a lehető legtávolabb van. Az alátámasztási háromszögek és a súlypontvetület optimális viszonya pedig akkor áll elő, ha a négylábúak a BH-BE-JH-JE lépéskombinációt követik.

A kutatók ezek ismeretében a négylábúak járásának ezer képzőművészeti ábrázolását vizsgálták meg. Kiderült, hogy a lascaux-i barlangban az ősemberek sokkal élethűbben rajzolták meg a lépéseket, mint ahogyan az Leonardo da Vinci egyik híres lórajzán látható. De egy ősi líbiai elefántábrázolás, egy Tadrart Acacus környéki sziklavészet is pontosabbnak bizonyult, mint egy modern angol szobrász, Anna Hyatt Huntington lovas szobra. Ugyanakkor például Győrfi Lajosnak a III. Sobieski János lengyel királyt ábrázoló, Párkányban (Szlovákia) látható lovas szobra helyesen mutatja a ló járását.

(Forrás: www.origo.hu)

Szegő Iván Miklós



Elefánt ábrázolása a líbiai Tadrart Acacus mellett (LH – bal hátsó, RH – jobb hátsó, RF – jobb első, LF – bal első)