XIII. SZILÁRD LEÓ NUKLEÁRIS TANULMÁNYI VERSENY

Beszámoló, I. rész

Sükösd Csaba
BME Nukleáris Technika Tanszék

Szilárd Leó születésének centenáriuma alkalmából, *Marx György* professzor kezdeményezésére 1998-ban került először megrendezésre a Szilárd Leó Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny. Azóta a Szilárd Leó Tehetséggondozó Alapítvány és az Eötvös Loránd Fizikai Társulat minden évben megrendezi a versenyt. 2006 óta határon túli magyar anyanyelvű iskolák tanulói részére is megnyitottuk a részvétel lehetőségét. Az idén éltek ezzel először szerbiai vajdasági iskolák: Zentáról a Gimnázium, valamint a Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium és Kollégium, továbbá Újvidékről a Gimnazija Svetozar Marković. Örvendetesen folytatódtak az erdélyi iskolákból történő jelentkezések is: Székely Mikó kollégium (Sepsiszentgyörgy), János Zsigmond Unitárius Kollégium (Kolozsvár), valamint a Nagykárolyi Elméleti Líceum (Nagykároly). A határon túli iskolákból összesen húsz első kategóriás (11–12. osztályos) tanulót neveztek be a versenybe. Sajnos, Felvidékről és Kárpátaljáról 2010-ben sem kaptunk nevezéseket. Összesen 251 első kategóriás (a már említett határon túliakon kívül 177 vidéki és 54 budapesti) valamint 140 junior kategóriás (vidékről 118, Budapestről 22) nevezés érkezett.

A 2010. március 1-jén megtartott első forduló (válogató verseny) tíz feladatát az iskolákban három óra alatt lehetett megoldani. Kijavítás után a tanárok azokat a megoldásokat küldték be a BME Nukleáris Technika Tanszékére, ahol a 9–10. osztályos (junior) versenyzők legalább 40%-os, a 11–12. osztályos (I. kategóriás) versenyzők legalább 60%-os eredményt értek el.

Az alábbiakban ismertetjük a válogató verseny – a 2. részben pedig a döntő – feladatait, valamint rövid megoldásukat. Valamennyi feladatra 5 pontot lehetett kapni.

A válogató verseny (I. forduló) feladatai és megoldásuk

1. feladat

Szilárd Leó életrajzi totó

1. Hányadik lett 18 éves korában az Eötvös Loránd Matematikai Tanulmányi Versenyen? 1: első, 2: második, x: harmadik.
2. Mikor hagyta el Európát? 1: 1933, 2: 1938, x: 1939.
3. Mi volt *Einstein*nel közös szabadalma? 1: mágneses hűtőszekrény, 2: kemosztát, x: ciklotron elv.
4. A hidegháború idején, 1947-ben, a megegyezés érdekében híressé vált levelet írt egy ország vezetőjének. Kinek? 1: *Truman,* 2: *Churchill,* x: *Sztálin.*
5. Küzdött egy európai és egy közel-keleti atomfegyvermentes övezet létrehozásáért. Ezért mondta rá *Klein György:* 1: „…maga volt a világ lelkiismerete…”, 2: „…minden elismerést megérdemel…”, x: „…nincs nála erre alkalmasabb ember…”

Megoldás: a helyes tipposzlop: 2, 2, 1, X, 1. Minden helyes válasz 1 pontot ért.

Megjegyzések: az első kérdéssel kapcsolatban: az 1916-os Eötvös Matematikai Versenyt *Koródi Albert* nyerte, a 18 éves Szilárd Leó akkor a második volt (a fizika versenyt megnyerte). A megadott szakirodalom közül egyesekben azonban csak annyi szerepelt, hogy Szilárd Leó megnyerte mind a matematikai, mind a fizikai Eötvös Versenyt, ezért a Versenybizottság úgy döntött, hogy azokra a megoldásokra is ad egy pontot, akik az első kérdésre 1-gyel válaszoltak.

2. feladat

Miért helyes, illetve miért helytelen úgy elképzelni, hogy az elektronok az atommag körül ahhoz hasonlóan keringenek, mint a bolygók a Nap körül? Milyen jelenségeket lehet jól leírni a modellel, és melyeket nem?

Megoldás

A modell által jól leírt jelenségek:

– az atom tömegének legnagyobb része egy igen kis térrészre összpontosul;

– az atomban lévő pozitív töltések egy igen kis térrészre összpontosulnak (Rutherford-kísérlet);

– a Coulomb-erő képes a különböző elektromos töltésű részeket ugyanúgy pályán tartani, ahogyan a gravitációs erő a bolygókat, mivel mindkettő a távolság négyzetével fordítottan arányos.

A modell hibái:

– A keringő elektronok gyorsuló mozgást végeznek, tehát sugározniuk kellene. Emiatt bele kellene zuhanniuk a magba.

– A bolygók keringési távolsága széles határok között bármi lehet. Az elektronok energiája – és ezáltal a keringési távolságuk – csak meghatározott értékeket vehet fel. Ezt a modell nem magyarázza, pedig ez biztosítja az atomok stabilitását.

– A keringés velejárója a perdület. A kvantummechanika és a kísérletek szerint azonban a H-atom alapállapotában az elektron pályamomentuma nulla.

3. feladat

A gadolínium ezüstös színű, lágy nehézfém. Egyes izotópjai nagyon jó neutronelnyelők, így ha atomreaktorba kerül, akkor – a xenonhoz hasonlóan – reaktorméreg. Mivel a ^{157}Gd atommagok neutronfelvétel után olyan izotóppá alakulnak, amelyek már nem nagyon jó neutronelnyelők, ezért egy idő után elfogynak a neutronelnyelésre alkalmas atommagok. Emiatt a gadolíniumot *kiégő méregnek* nevezik. Abban viszont különbözik a xenontól, hogy a reaktor leállása után nem szaporodik. Az atomreaktorok teljesítménynövelése és az üzemanyagciklus meghosszabbítása érdekében az eddigi 3,82%-os dúsítású kazetták közé 4,2%-os dúsításúakat is helyeznek. Miért célszerű ilyenkor a reaktorba gadolíniumot is juttatni?

Megoldás

A reaktor teljesítményét – kissé leegyszerűsítve – az aktív zónában lévő hasadóanyag mennyisége és az átlagos neutronfluxus nagysága határozza meg. Az energiatermelési kampány elején még sok a hasadóanyag, ezért kisebb neutronfluxus kell az előírt teljesítmény eléréséhez, mint a kampány végén, amikor az üzemanyag már fogyóban van. A neutronfluxus növekedését a kiégő mérgek – például gadolínium – alkalmazásával is el lehet érni. Ha a gadolínium kezdetben megfelelő arányban van jelen, akkor elérhető, hogy a gadolínium kiégése miatt növekvő neutronfluxus éppen kompenzálja a hasadóanyag fogyásából eredő hatást, és a reaktor teljesítménye akár további szabályozóelemek nélkül is – szinte automatikusan – állandó szinten marad.

Különösen fontos a kiégő mérgek alkalmazása teljesítménynöveléskor, és/vagy kampányidő hosszabbításkor. Ezekben az esetekben több energiát akarunk termelni egy kampány alatt, ezért több hasadóanyagot kell bevinni a reaktorba. Ezt magasabb dúsítású kazettákkal érik el. Nem biztos azonban az, hogy az eredetileg tervezett szabályozóelemek elegendőek arra, hogy a kampány elején az így bevitt többletreaktivitást az előírt biztonsági szinten le tudják kötni. Kiégő mérgek – például gadolínium – alkalmazásával azonban kompenzálni lehet a bevitt többlet hasadóanyag hatását.

4. feladat

Az újságokban a következő hír jelent meg: „Az ELTE és a KFKI RMKI három kutatóját érte az a megtiszteltetés, hogy először publikálhattak 2,36 teraelektronvolton történt ütközéseket. A rekord energiaszintet a CERN gyorsítójában, az LHC-ben állították elő, ahol még magasabb energián fogják keresni a rejtélyes Higgs-bozont. A részecskevadászatban jól jönnek majd a magyarok mérései.” A három magyar kutató név szerint: *Siklér Ferenc, Veres Gábor* és *Krajczár Krisztián.*

A nyugalmi tömegük hányszorosára nőtt a 2,36 TeV energiát eredményező ütközésben részt vevő, felgyorsított protonok tömege?

Megoldás

Miután a protonok egymással szembe ütköztek, a 2,36 TeV-es ütközési energiát két, egyenként 1,18 TeV = $1{,}88\cdot10^{-7}$ J mozgási energiájú proton hozta létre. A protonok nyugalmi tömege $1{,}672\cdot10^{-27}$ kg. A mozgási energiát az

$$E = m c^2 - m_0 c^2$$

képlettel lehet megadni, ebből

$$m = \frac{E + m_0 c^2}{c^2},$$

behelyettesítve:

$$m = \frac{1{,}88\cdot10^{-7} + 1{,}672\cdot10^{-27}\cdot 9\cdot10^{16}}{9\cdot10^{16}} =$$

$$2{,}09\cdot10^{-24}\ \text{kg}.$$

Ez a proton nyugalmi tömegének 1250-szerese.

5. feladat

Becsüljük meg Magyarország összes lakásában lévő radongáz tömegét! Mekkora lenne e gázmennyiség térfogata normálállapotban?

Adatok: A ^{222}Rn felezési ideje T_f = 3,8 nap. A lakások légterének átlagos (radonból származó) aktivitása 50 Bq/m^3. A lakások számát vegyük 4 milliónak, az átlagos térfogatot pedig V = 60 m^2 × 3 m = 180 m^3-nek.

Megoldás

Az összes aktivitás:

$$A_ö = 4\cdot10^6 \cdot 1{,}8\cdot10^2\ \text{m}^3 \cdot 50\ \frac{\text{Bq}}{\text{m}^3} = 3{,}6\cdot10^{10}\ \text{Bq},$$

másrészt

$$A = \frac{\ln 2}{T_f} N,$$

amiből

$$N = \frac{A}{\ln 2} T_f = \frac{3{,}6\cdot10^{10}\ 1/\text{s}}{\ln 2} 3{,}8\cdot 8{,}64\cdot10^4\ \text{s} =$$

$$170{,}51\cdot10^{14} \approx 1{,}7\cdot10^{16},$$

így a radongáz tömege

$$m = \frac{1{,}7\cdot10^{16}}{6\cdot10^{23}} 222\ \text{g} = 62{,}9\cdot10^{-7}\ \text{g} \approx 6{,}3\ \mu\text{g}.$$

E gázmennyiség térfogata normál állapotban:

$$V \approx \frac{1{,}7\cdot10^{16}}{6\cdot10^{23}} 22410\ \text{cm}^3 = 6{,}35\cdot10^{-4}\ \text{cm}^3 \approx 0{,}6\ \text{mm}^3.$$

Második (alternatív) megoldás

$$V = \frac{m R T}{M p} = \frac{6{,}3\cdot10^{-6}\ \text{g}\cdot 8{,}314\ \frac{\text{J}}{\text{K mol}}\cdot 273\ \text{K}}{222\ \frac{\text{g}}{\text{mol}}\cdot10^5\ \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} =$$

$$64\cdot10^{-11}\ \text{m}^3 \approx 0{,}6\ \text{mm}^3.$$

6. feladat

A Nap $3{,}92\cdot10^{26}$ W teljesítménnyel sugároz.

a) Mekkora tömeget veszít másodpercenként a sugárzása következtében?

b) Egy átlagos emberi élet 75 év. Tömegének hányad részét veszíti el ez alatt az idő alatt a Nap?

c) Hova lesz a Nap tömegvesztesége?

Megoldás

a) A másodpercenkénti energiaveszteség ΔE = $3{,}92\cdot10^{26}$ J. $\Delta E = m\cdot c^2$ a relativitáselmélet szerint, ahonnan a másodpercenkénti tömegveszteség

$$m = \frac{\Delta E}{c^2} \approx 4{,}36\cdot10^9 \text{ kg.}$$

b) 75 év alatt körülbelül $1{,}0\cdot10^{19}$ kg a tömegveszteség, azonban ez a Nap tömegének mindössze

$$\frac{1{,}0\cdot10^{19}\text{ kg}}{1{,}99\cdot10^{30}\text{ kg}} \approx 5\cdot10^{-12},$$

azaz 5 pikonapnyi része.

c) A Nap sugárzás miatt bekövetkező tömegveszteségének legnagyobb része sugárzás formájában ma is az Univerzumban van. Igen kis része beleütközött csillagokba, bolygókba (például Föld). Ám a Föld (vagy egyéb bolygók) által elnyelt sugárzás nagy része ismét kisugárzódott, bár jóval alacsonyabb hőmérsékletű hőmérsékleti sugárzás formájában.

7. feladat

A Balatonon idén a jég átlagosan 14 cm vastagságúra „hízott”.

a) Mennyi idő alatt tudja ezt a Nap megolvasztani, ha a Nap változó sugárzási intenzitását úgy közelítjük, mintha naponta 6 órán keresztül 30°-kal járna a horizont felett, és a sugárzás 90%-a visszaverődik a jégről?

b) Becsülje meg, hogy mekkora tömegű hidrogén fúziója szolgáltatna ennyi energiát a Napban végbemenő fúziós folyamat során?

Adatok: a Balaton területe 595 km², a jég hőmérsékletét vegyük mindenütt 0 °C-nak. A Föld felszínére érkező napsugár teljesítménye derült időben, merőleges beesésnél: 600 W/m². Az energiatermelő magfúziós folyamat (több közbeeső lépcsőn keresztül): $4\,{}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$. A H és a He atommag tömege rendre: $m_\text{H} = 1{,}673\cdot10^{-27}$ kg, illetve $m_\text{He} = 6{,}647\cdot10^{-27}$ kg.

Megoldás

Először 1 m² jégre végezzük el a számolást. A jégtábla térfogata $V = 1\text{ m}^2 \cdot 0{,}14\text{ m} = 0{,}14\text{ m}^3$. A jég sűrűsége 920 kg/m³, ezért a jégtábla tömege: 128,8 kg. A jég olvadáshője $3{,}35\cdot10^5$ J/kg, azaz ekkora jégtábla megolvasztásához $4{,}3\cdot10^7$ J szükséges. Mivel a Nap átlagosan csak 30°-kal jár a horizont felett, ezért a merőleges beeséskor érvényes 600 W/m² helyett csak $600\cdot\sin30° = 300$ W/m² az intenzitás, és ennek is csak 10%-a nyelődik el, a többi visszaverődik. Tehát a jégben elnyelődő teljesítmény: 30 W/m². 1 m²-es jégtábla megolvasztásához tehát

$$t = \frac{4{,}3\cdot10^7}{30} = 1{,}43\cdot10^6 \text{ s} = 398 \text{ h}$$

szükséges. A feladat szerint naponta átlagosan csak 6 órát süt a Nap, ezért a 398 órányi napsütéshez 66,4 napra van szükség. Mivel minden egyes négyzetméterre ugyanakkora energia esik, ezért a teljes jégmennyiség felolvasztásához is ugyanennyi időre van szükség.

b) A feladat második része a szükséges energia fúziós előállításában résztvevő hidrogén tömege. A teljes jégfelület megolvasztásához $Q = 4{,}3\cdot10^7 \cdot 595\cdot10^6 = 2{,}56\cdot10^{16}$ J energia szükséges. A $4\,{}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$ fúzióban felszabaduló energia a tömeghiányból számolva $q = (4m_\text{H} - m_\text{He})\cdot c^2 = 4{,}05\cdot10^{-12}$ J, ennyi energia előállításához $N = Q/q = 0{,}63\cdot10^{28}$ magreakció szükséges. Minden magreakcióban 4 hidrogén vesz részt, így az „elhasznált” H-atommagok száma: $2{,}5\cdot10^{28}$. Egyetlen H-atom tömege $1{,}673\cdot10^{-27}$ kg, ezért ennyi energiát ~42 kg hidrogén fúziójával lehet előállítani. (A Napban 66 nap alatt természetesen ennél sokkal több hidrogén fuzionál, hiszen a Nap által kibocsátott energiának csak igen kis része fordítódik a balatoni jég megolvasztására.)

8. feladat

Egy 500 nm hullámhosszúságú monokromatikus fényt a tér minden irányába egyenletesen kibocsátó, pontszerűnek tekinthető fényforrás teljesítménye 20 mW.

a) Másodpercenként hány foton érkezhet be ebből a 2 km távolságban álló megfigyelő szemébe, ha pupillájának átmérője 2 mm?

b) Legfeljebb milyen messziről lehet ezt a fényforrást még éppen meglátni, ha tudjuk, hogy egy sötéthez szoktatott szem retinája másodpercenként körülbelül 30 foton beesését már képes érzékelni?

Megoldás

Az 500 nm hullámhosszúságú foton energiája: $E = h\cdot f = h\cdot c/\lambda = 4\cdot10^{-19}$ J. A másodpercenként kibocsátott fotonok száma: $N = 20\text{ mW}/4\cdot10^{-19}\text{ J} = 5\cdot10^{16}$ darab.

a) A szembe érkező fotonok számát úgy kapjuk meg, hogy az összesen kibocsátott foton számát elosztjuk a 2 km sugarú gömb felszínével, és azt megszorozzuk a 2 mm átmérőjű pupilla területével:

$$n = 5\cdot10^{16}\,\frac{\left(1\cdot10^{-3}\right)^2\pi}{4\,\pi\left(2\cdot10^3\right)^2} \sim 3{,}1\cdot10^3 \text{ foton/s.}$$

b) A 30 foton ennek körülbelül századrésze. Mivel az intenzitás a távolság négyzetével fordítottan arányos, ezért tízszer olyan messzire lehet még elmenni ahhoz, hogy észrevegyük a fényforrást, azaz körülbelül 20 km-re. Ez az eredmény természetesen csak akkor igaz, ha a levegő fényelnyelésétől és fényszórásától eltekintünk. (A gyakorlatban 20 km távolságban ezeknek már jelentős szerepe van.)

9. feladat

Egy γ-forrás aktivitása 925 kBq. A Geiger–Müller-számlálóval másodpercenként 160 darab beütést tudunk regisztrálni, amikor a forrás és a számláló közé 3,2 mm vastag ólomlemezt helyeznek. A lemez eltávolításakor a beütésszám 280-ra nő másodpercenként.

a) Milyen messze van a 4 cm átmérőjű GM-cső a forrástól, ha a cső a ráeső fotonok 10%-át érzékeli?

b) Milyen vastag ólomlemezt kellene alkalmazni, ha azt szeretnénk, hogy 50%-kal csökkentse a sugárzás intenzitását?

Megoldás

a) A számláló a $925 \cdot 10^3$ darab fotonból csak 280-at érzékel. Mivel a cső csak minden tizedik ráeső fotont érzékeli, ezért 2800 foton éri el a cső felszínét. A forrás által kibocsátott fotonok egy $4\pi R^2$ felületű gömbön egyenletesen oszlanak el, ahol R a detektor forrástól mért távolsága. A detektor felszíne:

$$\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 4\pi \ \text{cm}^2.$$

Erre esik 2800 foton másodpercenként, a kibocsátott 925 ezerből. Azaz:

$$2800 = \frac{4\pi}{4\pi R^2} 925 \cdot 10^3.$$

Ebből kapjuk:

$$R^2 = \frac{925 \cdot 10^3}{2800} = 330{,}35,$$

azaz $R = 18{,}18$ cm.

b) Az ólomlemez a sugárzást az exponenciális gyengülési törvény szerint gyengíti.

$$I(x) = I_0 \, 2^{-\frac{x}{L}},$$

ahol L a felezési rétegvastagság. A feladat éppen erre kérdez rá, hiszen ez az a vastagság, amely az intenzitást a felére csökkenti.

A feladatból tudjuk, hogy

$$\frac{I(3{,}2 \ \text{mm})}{I_0} = \frac{160}{280} = 0{,}571.$$

Azaz

$$0{,}571 = 2^{-\frac{3{,}2}{L}}.$$

Mindkét oldal logaritmusát véve kapjuk:

$$\lg 0{,}571 = -\frac{3{,}2}{L} \lg 2,$$

amiből

$$L = -3{,}2 \frac{\lg 2}{\lg 0{,}571} = 3{,}96 \ \text{mm}.$$

10. feladat

a) Mi volt a 64 kg töltetű hirosimai atombomba robbanóanyaga?

b) Megközelítőleg az anyag hány százaléka lépett reakcióba a 15 kt (kilotonna) erejű robbanásban?

c) Mit gondol, miért?

d) Adjon egyszerű magyarázatot arra, hogy miért van szükség egy bizonyos kritikus tömegre az önfenntartó láncreakció létrejöttéhez!

Adatok: 1 kilotonna hagyományos robbanóanyagból $4{,}184 \cdot 10^{12}$ J energia szabadul fel. A bomba robbanását okozó anyag egyetlen atommagjának magreakciójából felszabaduló energia 32 pJ.

Megoldás

a) A hirosimai atombomba robbanóanyaga igen magas (>90%) dúsítású ^{235}U volt.

b) Tudjuk, hogy egy hasadásban megközelítőleg $32 \cdot 10^{-12}$ J energia szabadul fel. A reakcióba lépett magok száma tehát

$$15 \frac{4{,}184 \cdot 10^{12}}{32 \cdot 10^{-12}} = 1{,}96 \cdot 10^{24},$$

azaz 3,27 mol. A bomba hasadóanyaga zömében 235-ös tömegszámú urán. A láncreakcióban résztvevő urán tömege tehát $3{,}27 \cdot 235 = 768$ g, ami a bombában lévő hasadóanyag tömegének körülbelül 1,2%-a.

c) Az anyagnak azért csak ilyen kis hányada lépett reakcióba, mert a felszabaduló hatalmas energia elpárologtatta a bomba többi részét, mielőtt a láncreakció kiterjedhetett volna arra is.

d) A kritikus tömeg – a legegyszerűbb magyarázat szerint – azért létezik, mert a láncreakcióban keletkező neutronok száma a térfogattal arányos, míg a bomba felületén kilépő, a láncreakció számára elvesző neutronok száma a felülettel. Az önfenntartás érdekében el kell érni egy kritikus arányt a keletkező/elvesző neutronok között. Ez az arány:

$$\frac{\text{térfogat}}{\text{felület}} \sim \frac{R^3}{R^2} \sim R.$$

Innen látható, hogy a bomba sugarának növelésével ez az arány javítható, és megfelelő hasadóanyag esetén van olyan méret, amikor ez az arány eléri az önfenntartó láncreakcióhoz szükséges értéket.

Az elődöntő eredményei

Az elődöntő feladatait 72 fő I. kategóriás – Budapestről 20-an, vidékről 51-en, valamint 1 határon túli – és 18 fő junior – 3 budapesti és 15 vidéki – versenyző teljesítette olyan szinten, hogy dolgozataikat a javító tanárok tovább tudták küldeni a BME Nukleáris Technika Tanszékére további rangsorolás végett.

A verseny krónikájához hozzátartozik, hogy az egyik iskolából három diák dolgozatát hibás kategóriajelzéssel küldték tovább: érettségi előtt álló diákokat junior kategóriájúaknak tüntettek fel. A verseny meghirdetésében szerepelt, ha valaki nem a megfelelő kategóriában versenyez, akkor a Versenybizottság kizárhatja. Az esetet kivizsgálva a Versenybizottság megállapította, hogy a kategória téves megadása a javító/felkészítő tanár hibája. Ezért olyan döntés született, hogy a vétlen diákokat nem büntetjük, nem zárjuk ki a versenyből (azaz I. kategóriás diákként versenyezhetnek tovább), de eredményüket nem számítjuk be a tanári Delfin-díj pontversenyébe, s nem vesszük figyelembe a Marx György vándordíjért való versenyben sem. A három diák közül kettő eredménye elegendő volt az I. kategória döntőjébe jutásához, így ők továbbjutottak.

A beküldött dolgozatokat ellenőrizve egy egyetemi oktatókból álló bírálóbizottság a legjobb 10 junior versenyzőt és a legjobb 20 első kategóriás versenyzőt hívta be a paksi Energetikai Szakközépiskolában 2010. április 24-én megrendezett döntőre. Külön öröm jelentett, hogy az idén először egy határon túli tanuló – *Sipos E. Lehel* Sepsiszentgyörgyről – is olyan szép eredményt ért el, amivel bekerült a meghívottak közé. Sajnos a döntő előtt értesítést kaptunk: mégsem tud részt venni a döntőn. Néhány további diák is lemondta a versenyt a Kémia OKTV-vel való ütközés miatt, így végül 18 fő I. kategóriás, és 9 fő junior kategóriás diák versenyzett.

Az idén csak három lány jutott be a verseny döntőjébe, ketten az I. kategóriában, egy pedig a juniorok között. A verseny fordulóin (mobiltelefon és Internet kivételével) bármilyen segédeszközt használhattak a diákok.

A *Fizikai Szemle* következő számában a döntő feladatairól és értékeléséről, a helyezésekről, valamint a tanári Delfin-díj és a Marx György vándordíj nyerteseiről számolunk be.