Beszámoló a 2011. évi Eötvös-versenyről

Radnai Gyula

2011. október 14-én délután 3 órai kezdettel került sor a háború utáni 63. Eötvös-versenyre Budapesten és a terv szerint 15, valójában csak 9 vidéki városban. Sajnos Sopronban nem sikerült megrendezni a versenyt, Békéscsabán, Egerben, Nyíregyházán, Székesfehérváron és Szombathelyen pedig egyetlen versenyző sem jelent meg a verseny meghirdetett helyszínén. Feltűnő volt a vidéki diákok érdektelensége; még olyan egyetemi városban is, mint Debrecen, csupán egyetlen versenyző akadt. Az Eötvös-verseny rendezője az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, amelynek helyi csoportjai adják a verseny helyi szervezőit. Az ő munkájuk veszett kárba az említett városokban. Szegeden és Pécsett 11-11 versenyző, Budapesten 67 versenyző indult, a többi helyszínen egyaránt 10-nél kevesebben voltak. Először fordult elő, hogy a vidéki helyszíneken együttvéve kevesebb versenyző (41) jelent meg, mint Budapesten.

Az összesen 108 versenyzőből 26-an voltak a két nagy budapesti egyetem (BME, ELTE) elsőéves hallgatói, és pontosan ugyanennyi diák jött a Fővárosi Fazekas Mihály Gyakorló Gimnáziumból. Az egyetemisták közül öten érettségiztek a Fazekasban, négyen az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnáziumban. Innen további hat diák indult a versenyen. A vidéki középiskolák közül a szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnáziumból jött a legtöbb (8) versenyző. Külföldi versenyző egyetlen akadt, az ELTE egyik elsőéves hallgatója.

A feladatokat az Eötvös-versenybizottság tűzte ki, és a versenyzők dolgozatait is ugyanez a bizottság értékelte. (Tagjai *Honyek Gyula, Károlyházy Frigyes, Vigh Máté,* elnöke *Radnai Gyula.*) A feladatok megoldására 300 perc állt rendelkezésre.

Ismertetjük a feladatokat és azok megoldását.

1. feladat. *Pályafutásuk végén a sorsukra hagyott műholdak a sebesség négyzetével arányos légellenállási erő hatására fokozatosan veszítenek mechanikai energiájukból, és végül a légkör sűrűbb rétegeibe érve elégnek. Belátható, hogy az eredetileg körpályákon keringő műholdak a Föld felszínéhez közeledve mindvégig közelítőleg körpályákon haladnak, miközben a „körpályák" sugara lassan csökken.*

Tegyük fel, hogy egy $m = 500$ kg *tömegű műholdat, amely az Egyenlítő síkjában,* $h = 400$ km *-es magasságban körpályán kering, magára hagynak! A műholdra ható légellenállási erőt az* $F_{lég} = K\varrho v^2$ *alakban adhatjuk meg, ahol* $K = 0{,}23\ \mathrm{m}^2$*,* ϱ *a levegő sűrűsége a műhold magasságában,* v *pedig a műhold sebessége.*

a) Határozzuk meg a műhold sebességváltozását, miközben pályamagassága a felére csökken $(h \to h/2)$!

b) A légellenállási erő, valamint a műholdra ható két erő (gravitációs és légellenállási) eredőjének pályamenti (érintőleges) összetevője között egy egyszerű összefüggés állapítható meg. Hogy szól ez?

c) Mekkora a levegő sűrűsége $h/2 = 200$ km *magasságban, ha itt egy fordulat alatt a műhold pályasugara* 100 m*-rel csökken?*

A megoldáshoz szükséges további adatokat táblázatokból vehetjük.

(*Honyek Gyula*)

Megoldás. *Adottak:*

$$m = 500\ \mathrm{kg}, \quad h = 400\ \mathrm{km} = 4 \cdot 10^5\ \mathrm{m},$$

$$r_1 = R + h, \quad r_2 = R + \frac{h}{2},$$

$$F_{\text{lég}} = K\varrho v^2\ (\text{ahol } K = 0{,}23\ \mathrm{m}^2), \quad \Delta r = -\varepsilon\ (= -100\ \mathrm{m}).$$

Táblázatból vehető a Föld egyenlítői R sugara, M tömege és a gravitációs törvényben szereplő γ állandó:

$$R = 6378\ \mathrm{km} = 6{,}378 \cdot 10^6\ \mathrm{m},$$

$$M = 5{,}974 \cdot 10^{24}\ \mathrm{kg},$$

$$\gamma = 6{,}673 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{m}^3/(\mathrm{kg} \cdot \mathrm{s}^2).$$

a) A feladatban megfogalmazott feltételek szerint „a műholdak a Föld felszínéhez közeledve mindvégig közelítően körpályán haladnak", ezért jó közelítésben írhatjuk:

$$F_{\text{grav}} = ma_{\text{cp}}, \qquad \gamma\frac{mM}{r^2} = m\frac{v^2}{r}.$$

Ennek alapján

$$v = \sqrt{\frac{\gamma M}{r}},$$

amelybe behelyettesítve r_1 és r_2 értékeit, megkapjuk a két sebességet:

$$v_1 = 7669{,}0\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, \qquad v_2 = 7784{,}7\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$$

A műhold sebességváltozása tehát

$$v_2 - v_1 = 115{,}7\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} > 0.$$

A légellenállás következtében nőtt a műhold sebessége! Szokás ezt űrhajózási paradoxonnak is nevezni. A légellenállási, súrlódási erő munkája szükségképpen negatív, mégis nő a műhold mozgási energiája! Hogyan lehetséges ez? Erre kaphatunk választ a feladat *b*) és *c*) részének megoldása során. Érdemes lesz mindkét esetben abból indulunk ki, hogyan változik meg a műhold mechanikai összenergiája, vagyis a kinetikus és potenciális energia összege. Ez az, ami a légellenállási erő hatására csökkenhet.

b) A légellenállási erő teljesítménye:

$$\vec{F}_{\text{lég}} \cdot \vec{v} = -F_{\text{lég}} \cdot v < 0.$$

Ez egyenlő az összenergia változási sebességével:

(1) $$-F_{\text{lég}} \cdot v = \frac{\Delta E_{\text{össz}}}{\Delta t}.$$

Az összenergia kinetikus és potenciális részből áll:

$$E_{\text{össz}} = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} = \frac{1}{2}mv^2 + \left(-\gamma\frac{mM}{r}\right).$$

E két rész azonban kifejezhető egymásból. Írjuk fel újra a dinamika alaptörvényét:

$$\gamma\frac{mM}{r^2} = m\frac{v^2}{r}, \qquad \text{azaz} \qquad \gamma\frac{mM}{r} = mv^2,$$

amiből kapjuk:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}\,mv^2 = \frac{1}{2}\,\gamma\frac{mM}{r} = \frac{1}{2}(-E_{\text{pot}}).$$

Az összenergiát tehát így is felírhatjuk:

$$E_{\text{össz}} = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} = E_{\text{kin}} - 2E_{\text{kin}} = -E_{\text{kin}} < 0.$$

(Az, hogy az összenergia negatív, nem kell, hogy megijesszen senkit, az atomfizikában számos példát látunk erre.)

Most tehát (1) így írható:

$$-F_{\text{lég}} \cdot v = -\frac{\Delta E_{\text{kin}}}{\Delta t},$$

illetve

$$F_{\text{lég}} \cdot v = \frac{\Delta\left(\frac{1}{2}mv^2\right)}{\Delta t} = mv\frac{\Delta v}{\Delta t} = mv\,a_{\mathrm{t}}.$$

A légellenállásra egy érdekes kifejezést kaptunk:

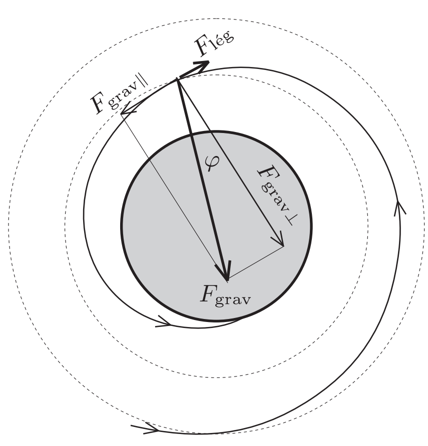
(2) $$F_{\text{lég}} = ma_{\mathrm{t}}.$$

Az ma_{t} kifejezés a tangenciális (pályamenti) eredő erőt adja, amely most a gravitációs erő pályamenti összetevőjének és a légellenállási erőnek az eredője (*1. ábra*), tehát

$$ma_{\mathrm{t}} = F_{\text{grav}\|} - F_{\text{lég}}.$$

Ezt vessük össze (2)-vel:

$$F_{\text{lég}} = F_{\text{grav}\|} - F_{\text{lég}}.$$



1. ábra. A feladat számadataival: $F_{\text{grav}} = 4{,}6$ kN, $F_{\text{lég}} = 5{,}6$ mN,
$\varphi = 1{,}2 \cdot 10^{-6}\,\text{rad} = 0{,}25''$. A vázlatos ábra *nem méretarányos*

Az az egyszerű összefüggés tehát, amely a légellenállási erő, valamint a műholdra ható két erő (gravitációs és légellenállási) eredőjének pályamenti összetevője között fennáll az, hogy *e kettő nagysága egyenlő egymással.*

c) Ismét az összenergia változásából érdemes kiindulnunk, de az összenergiát most ne a kinetikus, hanem a potenciális energiával fejezzük ki, felhasználva az $E_{\text{kin}} = -E_{\text{pot}}/2$ összefüggést:

$$E_{\text{össz}} = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} = -\frac{E_{\text{pot}}}{2} + E_{\text{pot}} = \frac{E_{\text{pot}}}{2}.$$

$$\frac{\Delta E_{\text{össz}}}{\Delta t} = \frac{1}{2}\,\frac{\Delta E_{\text{pot}}}{\Delta t},$$

ami Δr-rel szorozva és osztva így is írható:

$$\frac{\Delta E_{\text{össz}}}{\Delta t} = \frac{1}{2}\,\frac{\Delta E_{\text{pot}}}{\Delta r}\,\frac{\Delta r}{\Delta t}.$$

Mit mondhatunk a sugár változási sebességéről? Ismert adat, hogy egyetlen fordulat során a pályasugár $\varepsilon = 100$ méterrel csökken, tehát

$$\frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{-\varepsilon}{T} = \frac{-\varepsilon}{\frac{2r\pi}{v}}.$$

Határozzuk meg a potenciális energia és a pályasugár változásának viszonyát:

$$\frac{\Delta E_{\text{pot}}}{\Delta r} = \frac{\Delta\left(-\gamma\frac{mM}{r}\right)}{\Delta r} = \gamma\frac{mM}{r^2}.$$

Most már felírhatjuk az (1) egyenletet, amelyben az összenergiát a potenciális energiával fejezzük ki:

$$-F_{\text{lég}} \cdot v = \frac{\Delta E_{\text{össz}}}{\Delta t} = \frac{1}{2}\,\frac{\Delta E_{\text{pot}}}{\Delta t} = \frac{1}{2}\,\frac{\Delta E_{\text{pot}}}{\Delta r}\,\frac{\Delta r}{\Delta t},$$

$$-F_{\text{lég}} \cdot v = \frac{1}{2}\,\gamma\frac{mM}{r^2}\,\frac{-\varepsilon}{\frac{2r\pi}{v}},$$

$$F_{\text{lég}} = \frac{1}{4\pi}\,\gamma\frac{mM}{r^3}\,\varepsilon,$$

$$K\varrho v^2 = \frac{1}{4\pi}\,\gamma\frac{mM}{r^3}\,\varepsilon.$$

Ebben az egyenletben már csak ϱ az egyetlen ismeretlen, éppen ezt kellett kiszámítanunk! De hogy még szebb, elegánsabb formulát kapjunk, használjuk fel újra a $v^2 = \gamma M/r$ összefüggést, így a következőt kapjuk:

$$\varrho = \frac{1}{4\pi\,K}\,\frac{m}{r^2}\,\varepsilon.$$

$r = r_2$, valamint ε megadott értékét behelyettesítve

$$\varrho = 4 \cdot 10^{-10}\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Kiegészítés: Az *a*) kérdésre $mg = mv^2/r$ felhasználásával is válaszolhatunk, ha figyelembe vesszük a gravitációs gyorsulás magasságfüggését: $g = g_0\left(1 - \frac{h}{r}\right)^2$. Ezzel

$$v = \sqrt{gr} = \left(1 - \frac{h}{r}\right)\sqrt{g_0 r},$$

ahol g_0 az egyenlítői gravitációs gyorsulás, amely azonban a táblázatban adott egyenlítői nehézségi gyorsulásnál nagyobb! A különbség a Föld forgásából adódó „centri” gyorsulás.

2. feladat. *Egy függőlegesen álló, henger alakú zárt tartály magassága legyen mondjuk* 20 cm! *Tegyük fel, hogy a tartály falának és belső tartalmának hőmérséklete huzamos ideje* $T = 1$ °C! *A tartalom pedig egy, a tartály alaplapját borító papírvékonyságú vízréteg és fölötte ennek a telített gőze, más semmi. Az oldalfalat hőszigetelőnek tekinthetjük, az alap- és fedőlap azonban igen jó hővezető vékony fémlemez, amelyeknek a hőmérsékletét kívülről szabályozhatjuk.*

A lehetőséggel élve emeljük a fedőlap hőmérsékletét $T_f = 100\ ^\circ\mathrm{C}$-ra, miközben az alaplap hőmérsékletét $T = 1\ ^\circ\mathrm{C}$-on tartjuk, és gondoskodjunk róla, hogy ezek az értékek elég sokáig így maradjanak! Várjuk meg, amíg az edényben kialakul a víz, illetve a gőz új stacionárius állapota, amely már nem változik tovább!

a) A korábbi egyensúlyi állapothoz képest megváltozott-e említésre méltó mértékben a gőzállapotban lévő vízmolekulák száma, és ha igen, akkor nőtt vagy csökkent?

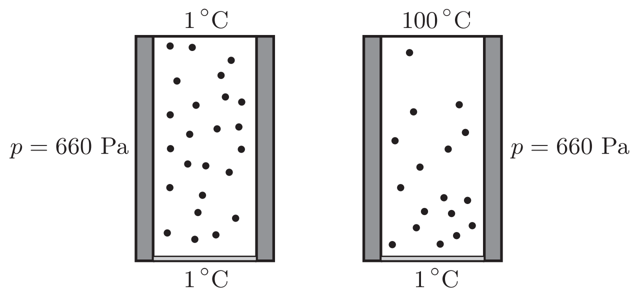
b) Vajon mi lenne a válasz, ha a kezdeti állapotban a vízréteg magassága 10 cm *lenne?*

(Károlyházy Frigyes)

Megoldás. Ha egy folyadék saját telített gőzével érintkezik, akkor a gőz nyomása csak közös hőmérsékletüktől függ. Az alul levő 1 °C-os víz felett a gőz nyomása tehát mindkét esetben ugyanannyi. (A táblázatból interpolációval leolvasható ennek aktuális értéke: 660 Pa.)

A gőznyomás az egész edényben ugyanakkora, de abban az esetben, ha a hőmérséklet felfelé emelkedik, a gőz sűrűsége felfelé csökken. (Szintén a táblázatból olvasható ki, hogy az 1 °C-os telített gőz sűrűsége 5,2 g/m^3, amiből egy átlagosan 50,5 °C-os gőz sűrűségére „ideális gáz közelítésben” 4,4 g/m^3 adódik.)

A gőz új stacionárius (időben állandó) állapotában tehát a gőz átlagos sűrűsége kisebb lett, vagyis a gőzállapotban levő vízmolekulák száma *csökkent* (*2. ábra*)!



2. ábra

b) Ha a vízréteg magassága kezdetben 10 cm, a víz kitölti az edény felét. Felette azonban ugyanúgy 1 °C hőmérsékletű és 660 Pa nyomású telített gőz van, mint az *a*) esetben.

Amikor viszont a fedőlap hőmérsékletét 100 °C-ra emeljük, már nem mondhatjuk, hogy az egész víz 1 °C-os marad, ugyanúgy, mint amikor „papírvékonyságú” volt. Azt se állíthatjuk persze, hogy jelentősen felmelegszik a víz felső rétege, mivel a víz sokkal jobb hővezető, mint a vízgőz. Mennyire melegszik hát fel?

Táblázatból kiolvasható, hogy a vízgőz hővezetési együtthatója

$$\lambda_{\text{gőz}} = 18{,}0 \cdot 10^{-3}\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m\,K\,s}},$$

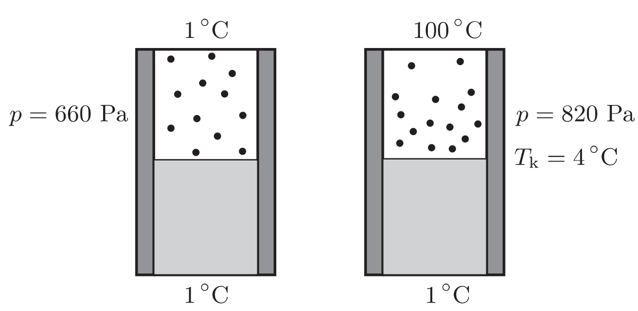
míg a víz hővezetési együtthatója

$$\lambda_{\text{víz}} = 0{,}587\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m\,K\,s}} = 587 \cdot 10^{-3}\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m\,K\,s}}.$$

Mivel a vízréteg és felette a vízgőz ugyanolyan (10 cm) magas, és a kialakuló hőmérsékletkülönbségek fordítva arányosak a hővezetési együtthatókkal, ezért a víz tetejének és a vele érintkező vízgőznek a közös hőmérsékletét T_k-val jelölve felírhatjuk:

$$\frac{T_\mathrm{k} - 1\ ^\circ\mathrm{C}}{100\ ^\circ\mathrm{C} - T_\mathrm{k}} = \frac{\lambda_{\text{gőz}}}{\lambda_{\text{víz}}} = \frac{18 \cdot 10^{-3}}{587 \cdot 10^{-3}}.$$

Ennek alapján kapjuk T_k-ra a 4 °C-os értéket, amit már a *3. ábrán* is feltüntettünk.



3. ábra

Ezek után a táblázatból extrapolációval kiolvashatjuk a 4 °C-hoz tartozó telítési gőznyomás nagyságát: 820 Pa. Ez is szerepel már az ábrán.

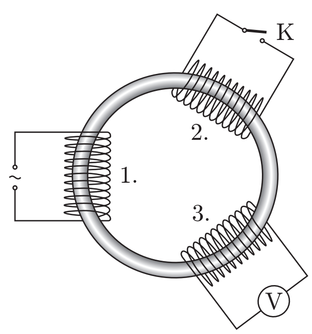
Hasonlóképpen kiolvashatjuk a telített vízgőz sűrűségének értékét 4 °C-on, ez 6,4 g/m^3. A nyomás az egész gőztérben 820 Pa lesz, a gőz sűrűsége azonban csak legalul 6,4 g/m^3, felfelé egyre kevesebb. Megbecsülhetjük az átlagos sűrűséget, újra csak ideális gáznak tekintve a vízgőzt, amely átlagosan 50,5 °C hőmérsékletű:

$$\varrho = \frac{274}{323{,}5} \cdot 6{,}4\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{m}^3} = 5{,}4\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{m}^3}.$$

Ez viszont még mindig több, mint az 1 °C-hoz tartozó 5,2 g/m^3 érték, vagyis ebben az esetben a gőzállapotban levő vízmolekulák száma *nőtt!*

Kiegészítés: Számításunkban eltekintettünk a víz sűrűségváltozásától, amely persze elhanyagolható a vízgőz sűrűségváltozásához képest. Mégis okozhat egy kis galibát, ha figyelembe vesszük, hogy a 4 °C-os legfelső vízréteg sűrűsége nagyobb, mint az alatta levőké. Ezáltal a víz mechanikailag instabillá válik az edényben, s az egyensúlynak kis megzavarása is áramlásokat idézhet elő. Ha valamelyik versenyző erre is utalt volna a dolgozatában, a versenybizottság plusz pontokkal jutalmazta volna, de senkinek se jutott ez akkor eszébe. Hasonlóképpen figyelmen kívül hagyta mindenki a 100 °C-os felső lap hősugárzásának hatását a vízréteg hőmérsékletére, azonban ez a hatás nem is olyan jelentős, hogy módosítaná a végső választ: az *a*) esetben csökken, a *b*) esetben nő a vízgőz molekuláinak száma.

3. feladat. *Egy toroid (úszógumi) alakú „sovány" vasmagra szimmetrikus elrendezésben három egyforma, „kövér" elektromágneses tekercs van felfűzve a* 4. ábra *szerint. Az első tekercsre váltóáramú feszültségforrást kapcsolunk, a második tekercs kivezetéseit szabadon hagyjuk, a harmadik tekercs csatlakozóira pedig voltmérőt kötünk. Ekkor a voltmérő a feszültségforrás effektív értékének a felét mutatja.*



4. ábra

Ezután a második tekercs kivezetéseit a K *kapcsolóval rövidre zárjuk. Mit mutat ebben az esetben a voltmérő?*

Útmutatás: A tekercsek ohmos ellenállása elhanyagolható, a feszültségforrást és a voltmérőt ideálisnak tekinthetjük. A vasmag mágneses permeabilitása nem függ a mágneses fluxustól.

(*Honyek Gyula*)

Megoldás. A könnyebb áttekinthetőség végett a tekercseket már a feladat ábráján megszámoztuk.

A szimmetrikus elrendezés miatt (a középiskolai képlettár jelöléseit követve) a tekercsek önindukciós és kölcsönös indukciós együtthatói között az alábbi összefüggéseket írhatjuk fel:

$$L_{11} = L_{22} = L_{33}, \qquad \text{jelöljük } L\text{-lel;}$$

$$L_{12} = L_{21} = L_{13} = L_{31} = L_{23} = L_{32}, \qquad \text{jelöljük } M\text{-mel.}$$

Tekintsük az egyes tekercsekben indukált feszültségeket! Minthogy $I_2 = 0$, mert a kapcsoló nyitva van, valamint $I_3 \approx 0$, mert a voltmérő ellenállása nagyon nagy, csupán az I_1 áram változása indukál feszültséget.

Az 1. tekercsben $U_1 = L\,\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$, a 3. tekercsben pedig $U_3 = M\,\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$. A feladat szövege szerint $U_3 = \frac{U_1}{2}$, vagyis $M = \frac{L}{2}$.

Zárjuk a kapcsolót! Ekkor már a 2. tekercsben is fog áram folyni, vagyis az egyes tekercsekben indukált feszültségek így írhatók fel:

$$U_1 = L\,\frac{\Delta I_1}{\Delta t} + M\,\frac{\Delta I_2}{\Delta t},$$

$$U_2 = M\,\frac{\Delta I_1}{\Delta t} + L\,\frac{\Delta I_2}{\Delta t},$$

$$U_3 = M\,\frac{\Delta I_1}{\Delta t} + M\,\frac{\Delta I_2}{\Delta t}.$$

Azt kell észrevennünk, hogy a rövidzár miatt $U_2 = 0$. Ezt felhasználva a két áramváltozási sebesség között adódik egy egyszerű összefüggés:

$$\frac{\Delta I_2}{\Delta t} = -\frac{M}{L}\frac{\Delta I_1}{\Delta t}.$$

Képezzük az $\frac{U_3}{U_1}$ hányadost:

$$\frac{U_3}{U_1} = \frac{M - \frac{M^2}{L}}{L - \frac{M^2}{L}} = \frac{1}{3}.$$

(Az utolsó lépésnél figyelembe vettük, hogy $M = L/2$).

Tehát a kapcsoló zárása után a voltmérő a feszültségforrás effektív értékének *harmadát* fogja mutatni.

Kiegészítés: A vasmag permeabilitásának állandóságát akkor használtuk fel, amikor feltételeztük a tekercsek induktivitásának és a kölcsönös indukciós együtthatóknak az állandóságát, vagyis hogy pl. $M = L/2$ akkor is fennáll, ha zárjuk a kapcsolót. Szokatlan volt a feladatban, hogy ebben a tipikusan transzformátoros összeállításban a feszültségek aránya lényegesen eltér a menetszámok arányától. A mindennapi gyakorlatban ez jól ismert jelenség, inkább az tekinthető idealizációnak, hogy az említett két arány megegyezik. A mágneses mező „kiszóródása" a vasmagból általában elkerülhetetlen, ha nem is olyan jelentős mindig, mint most, ebben a feladatban.

A verseny eredménye

Első díjat és 30 ezer forint pénzjutalmat vehetett át **Budai Ádám,** a BME fizika BSc szakos hallgatója, aki a miskolci Földes Ferenc Gimnáziumban érettségizett mint *Bíró István* tanítványa; olimpiai szakkörvezetője *Zámborszky Ferenc* volt.

Második díjat és 20 ezer forint pénzjutalmat hárman kaptak: **Jéhn Zoltán,** a BME fizika BSc szakos hallgatója, aki Pécsett, a PTE Babits Mihály Gyakorló Gimnáziumban érettségizett, tanára a gimnáziumban *Koncz Károly,* az olimpiai szakkörön *Kotek László* volt; **Kalina Kende,** a ELTE matematika BSc szakos hallgatója, aki a Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Gimnáziumban érettségizett *Horváth Gábor, Csefkó Zoltán* és *Szokolai Tibor* tanítványaként; **Szabó Attila,** a pécsi Leőwey Klára Gimnázium 11. évf. tanulója, tanára a gimnáziumban *Simon Péter,* az olimpiai szakkörön *Kotek László.*

Harmadik díjat és 15-15 ezer forint pénzjutalmat vehetett át két versenyző: **Bolgár Dániel,** a pécsi Leőwey Klára Gimnázium 12. évf. tanulója, tanárai *Almási László* és *Simon Péter;* **Kovács Péter,** az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnáziumának 12. évf. tanulója, *Pákó Gyula* tanítványa.

Hárman kaptak *dicséretet* és 10-10 ezer forint értékű könyvjutalmat: **Batki Bálint,** a BME fizika BSc szakos hallgatója, aki az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnáziumban érettségizett mint *Zsigri Ferenc* tanítványa; **Forman Ferenc,** az ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Gimnáziumának 10. évf. tanulója, *Honyek Gyula* tanítványa; **Jenei Márk,** a Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Gimnázium 11. évf. tanulója, *Dvorák Cecília* és *Csefkó Zoltán* tanítványa.

Ünnepélyes díjkiosztás

2011. november 25-én délután 3 órai kezdettel került sor az ünnepélyes eredményhirdetésre és díjkiosztásra. A már jól bevált hagyományt követve először az 50, majd a 25 évvel ezelőtti Eötvös-verseny feladatainak felidézésére került sor. Az akkori nyertesek közül többen is eljöttek, szóltak néhány szót emlékeikről, azóta befutott pályájukról.

Zakariás László 1961-ben a piaristáknál érettségizett. Az Elektronikus Mérőkészülékek Gyárának dolgozójaként nyerte meg az Eötvös-versenyt, mivel a BME-re nem vették fel. Így emlékezett vissza a fél évszázaddal ezelőtt történtekre: „A Műszaki Egyetemre második próbálkozásra se vettek fel. Fellebbeztünk. A fellebbezést elutasították. A minisztériumi fellebbezéshez csatoltuk az Eötvös-verseny eredményét. Szeptember végén, a születésnapomon, levél érkezett a minisztériumból: Örömmel értesítjük, hogy felvételt nyert a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karára. Én voltam a világ legboldogabb embere. Tisztelettel és hálával gondolok *Kovács Mihály* tanár úrra." *Fritz József* Mosonmagyaróvárról fizikusnak jelentkezett az ELTE-re, *Molnár Emil* a győri Révai Gimnáziumból matematika–fizika szakos tanárnak. Mindkettőjüket felvették. Fritz József ma már matematikus akadémikus, Molnár Emil a BME Geometria tanszékének vezetőjeként ment nyugdíjba. Mindhárman hálával emlékeztek vissza tanáraikra, akik megszerettették velük a fizikát, a matematikát, felkészítették őket a versenyre.

A 25 évvel ezelőtti Eötvös-versenynek két első helyezettje volt: *Kaiser András* és *Kohári Zsolt.* Mindketten eljöttek, szóltak is a mai nyertesekhez. A többi díjazott közül *Drasny Gábor* és *Gyuris Viktor* az Egyesült Államokból levélben üdvözölték a sikeres versenyzőket és dicsérték egykori fizikatanárukat, *Horváth Gábort.* Leveleiket a versenybizottság tagjai olvasták fel.

Az idei Eötvös-verseny díjait *Kroó Norbert* akadémikus, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat elnöke, *Kürti Jenő* professzor, a Társulat főtitkára és a verseny lebonyolítását és díjait anyagilag támogató MOL képviseletében *Csernik Kornél* adta át.

A díjazott versenyzők tanárai a Vince Kiadó és a Typotex Kiadó könyvei közül válogathattak, és jelentős kedvezménnyel vehetnek majd részt a 2012. évi Fizikatanári Ankéton.

Az ünnepélyes díjkiosztást követő, a RAMOSOFT Zrt. támogatásával lebonyolított, jó hangulatú állófogadás résztvevői között ott voltak nemcsak az idei, a 25 és 50 évvel ezelőtti díjazottak, de megjelent a 49 évvel ezelőtti Eötvös-verseny egyik nyertese is.

Remélhetőleg jövőre is találkozhatunk vele.