

2013. október 18-án délután 3 órai kezdettel rendezte meg az Eötvös Loránd Fizikai Társulat 65. Eötvös-versenyét. A versenyen részt vehetett bárki, aki 2013-ban fejezte be középiskolai tanulmányait, vagy ebben az évben is középiskolába járt. Az öt óra (300 perc) megoldási idő alatt a versenyzők bármely magukkal hozott írott vagy nyomtatott segédeszközt használhattak a feladatok megoldásához, zsebszámológépen kívül azonban minden más elektronikus segédeszköz használata tilos volt.

Idén először az ország határain kívül, az angliai Cambridge-ben is megrendezésre került a verseny, az időeltolódás miatt ott délután 2 órai kezdettel. Itthon a szokásos helyszíneken készültek fel a Társulat munkatársai a versenyzők fogadására, sajnos azonban három városban egyetlen diák sem jelent meg a versenyen. Budapesten 62, a többi helyszínen összesen 49 dolgozatot adtak be, melyeket a feladatokat kitűző Eötvös-versenybizottság bírált el. Tagjai *Honyek Gyula*, *Vankó Péter* és *Vigh Máté* voltak, elnöke pedig *Radnai Gyula*. Az összesen 111 dolgozat közül 27-et írtak elsőéves, javarészt a BME-re és az ELTE-re járó egyetemi hallgatók. A középiskolás versenyzők közül a legtöbben a budapesti Fazekas (16 fő), a szegedi Radnóti (12 fő) és a budapesti Radnóti (6 fő) gimnáziumból jöttek. Volt öt külföldi, nem magyar állampolgárságú versenyző is.

Ismertetjük a feladatokat és azok megoldását.

\*

**1. feladat.** *Két viszonylag hosszú, tömegükben és külső méreteikben megegyező merev test közül az egyik alumíniumból készült, tömör, egyenes henger, a másik rézből készült, egyenletes falvastagságú cső. A testeket kemény, jól tapadó lejtőre helyezzük úgy, hogy tengelyük vízszintes legyen.*



1. ábra

a) *Milyen magasból kell elengednünk az egyes testeket, hogy 1 m/s haladási sebességgel ériék el a lejtő alját?*

*A lejtőt 1 m/s sebességgel elhagyó testek lassulva gördülnek tovább egy puhább, hosszú, vízszintes felületen. A testek a felület kicsiny benyomódása miatt fékeződnek. Tételezzük fel, hogy a vízszintes felület által a testekre ható eredő erő pillanatnyi támadáspontja a hengerpalástokon mindkét esetben ugyanott helyezkedik el!*

b) *Az alumíniumhenger a vízszintes felületen 2 m út megtétele után áll meg. Hol áll meg a rézcső?*

*Adatok: az alumínium sűrűsége 2,7 g/cm<sup>3</sup>, a réz sűrűsége 8,9 g/cm<sup>3</sup>.*

(*Honyek Gyula*)

**Megoldás.** a) A  $h$  magasságból elengedett testek gravitációs helyzeti energiája a lejtő alján mozgási energiává alakul:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\Theta\omega^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kmR^2\frac{v^2}{R^2},$$

ahol  $m$  a testek tömege,  $R$  a sugaruk, a tehetetlenségi nyomatékot pedig  $\Theta = kmR^2$  alakban írtuk fel. Felhasználtuk továbbá, hogy a tiszta gördülés miatt a testek tömegközéppontjának  $v$  sebessége és a forgásuk  $\omega$  szögsebessége között fennáll a  $v = R\omega$  kényszerfeltétel. Ebből az indítási magasságra a következő adódik:

$$h = \frac{v^2}{2g}(1 + k).$$

A tömör alumíniumhenger esetében  $k_{Al} = 1/2$ , vagyis  $h_{Al} = 3v^2/(4g) = 7,6$  cm.

A rézcső tömege is, külső sugara is megegyezik az alumíniumhenger adataival. Így kifejezhetjük a rézcső belső  $r$  sugarát  $R$  segítségével:

$$\frac{R^2}{R^2 - r^2} = \frac{\rho_{Cu}}{\rho_{Al}} \quad \longrightarrow \quad r^2 = \frac{(\rho_{Cu} - \rho_{Al})}{\rho_{Cu}} R^2.$$

A rézcső tehetetlenségi nyomatékát

$$\Theta_{Cu} = \frac{1}{2} \rho_{Cu} \pi \ell (R^4 - r^4)$$

alakban írhatjuk fel, ahol  $\ell$  a hengeres testek hosszúsága. Kihasználhatjuk, hogy tömegek megegyeznek, ennek alapján a rézcső tehetetlenségi nyomatékra a következőt kapjuk:

$$\Theta_{Cu} = \frac{1}{2} m R^2 \left( 1 + \frac{\rho_{Cu} - \rho_{Al}}{\rho_{Cu}} \right) = \frac{2\rho_{Cu} - \rho_{Al}}{2\rho_{Cu}} m R^2.$$

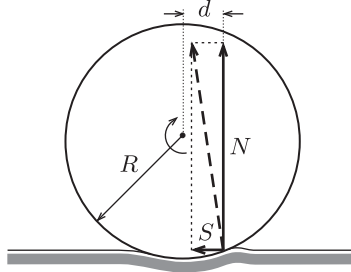
A kapott eredményből leolvasható, hogy

$$k_{Cu} = \frac{1}{2} \frac{2\rho_{Cu} - \rho_{Al}}{\rho_{Cu}} = 0,85,$$

tehát

$$h_{\text{Cu}} = \frac{2(1+k_{\text{Cu}})}{3} h_{\text{Al}} = 9,4 \text{ cm.}$$

b) A kissé puha felületen a hengeres testekre a nehézségi erő mellett a felület fejt ki erőt, melynek támadáspontja mindkét test esetén ugyanoda esik. A felület által kifejtett kényszererő (ezt szaggatott nyíl jelöli) két összetevőre bontható: a függőleges összetevő nagysága  $mg$  (ezt szokás nyomóerőnek hívni), míg a vízszintes összetevőt jelöljük  $S$ -sel (ez felel meg a tapadási súrlódási erőnek).



2. ábra

A kényszererő függőleges összetevője hatásvonalának és a hengeres test középpontjának a távolsága legyen  $d$ , a vízszintes felületen megtett utat pedig jelöljük  $x$ -szel. A testek tömegközéppontjának gyorsulását a dinamika alapegyenlete írja le:

$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}.$$

Az alumíniumhenger esetén a vízszintes irányú gyorsulást az  $S_{\text{Al}}$  súrlódási erő okozza:

$$S_{\text{Al}} = ma_{\text{Al}} = m \frac{v^2}{2x_{\text{Al}}},$$

ahol  $v = 1 \text{ m/s}$  és  $x_{\text{Al}} = 2 \text{ m}$ .

A tiszta gördülés miatt a henger szöggyorsulása  $\beta_{\text{Al}} = a_{\text{Al}}/R$ . Ezt a szöggyorsulást a forgómozgás alapegyenlete értelmében a testre ható erők (tömegközéppontra vonatkoztatott) forgatónyomatékának eredője hozza létre:

$$\sum M = \Theta\beta.$$

Írjuk fel a forgómozgás alapegyenletét az alumíniumhengerre, majd fejezzük ki a  $d$  távolságot:

$$M = mgd - S_{\text{Al}}R = mgd - m \frac{v^2}{2x_{\text{Al}}} R = \Theta_{\text{Al}}\beta_{\text{Al}} = \frac{1}{2} mR^2 \frac{a_{\text{Al}}}{R} = \frac{1}{2} mR^2 \frac{v^2}{2x_{\text{Al}}R},$$

amiből

$$d = \frac{3v^2}{4gx_{\text{Al}}} R.$$

A rézcső esetén a tapadási súrlódási erő más lesz (és természetesen a tehetetlenségi nyomaték is más), de a többi mennyiség ugyanaz marad. Újra fel kell írunk a haladó mozgásra és a forgásra a dinamikai alapegyenleteket:

$$S_{\text{Cu}} = ma_{\text{Cu}} = m \frac{v^2}{2x_{\text{Cu}}},$$

$$\begin{aligned} M &= mgd - S_{\text{Cu}}R = mgd - m \frac{v^2}{2x_{\text{Cu}}} R = \Theta_{\text{Cu}}\beta_{\text{Cu}} = \\ &= k_{\text{Cu}} mR^2 \frac{a_{\text{Cu}}}{R} = k_{\text{Cu}} mR^2 \frac{v^2}{2x_{\text{Cu}}R}, \end{aligned}$$

amiből

$$d = \frac{(1+k_{\text{Cu}})v^2}{2gx_{\text{Cu}}} R.$$

A kétféleképpen kifejezett  $d$  távolság összevetéséből a rézcső útja a vízszintes felületen:

$$x_{\text{Cu}} = \frac{2(1+k_{\text{Cu}})}{3} x_{\text{Al}} = 2,46 \text{ m.}$$

*Megjegyzések.* 1. Vegyük észre, hogy ahányszor magasabbról indítottuk a rézcsövet, annyszor messzebb áll meg a vízszintes felületen. Ezt úgy is interpretálhatjuk, hogy a teljes mechanikai energia a kezdeti magassággal arányos, és a mechanikai energia „hővé alakulása” (disszipációja) pedig a vízszintes szakaszon megtett úttal arányos. Azonban ez az energiadisszipáció nem írható fel a súrlódási erő és a megtett út szorzataként, hiszen ha így írnánk fel, akkor mindkét testre ugyanakkora súrlódási erőt kapnánk, ami nyilvánvalóan hamis következtetés lenne. Az energia nem a szokásos csúszási súrlódás formájában disszipálódik (gyakorlatilag tiszta gördülés történik, lényegében tapadó súrlódás lép fel), hanem a testek alatti felület nem tökéletesen rugalmas benyomódása okozza a mechanikai energiavesztést. Feltehetjük, hogy mindkét test esetén ugyanolyan széles és ugyanolyan mély a benyomódás, ezért tapasztalhatjuk azt, hogy a disszipáció a nyom hosszával arányos.

2. Érdekes észrevennünk azt is, hogy a felületre merőleges nyomóerő forgatónyomatéka lassítja a testek forgását, míg a súrlódási erő gyorsítja a forgást. A súrlódási erő kicsi, de az erőkarja ( $R$ ) nagy (a benyomódás mértéke elhanyagolható a sugárhoz képest), míg a nyomóerő jelentős, de az erőkarja ( $d$ ) kicsi. Az alumíniumhenger esetén a súrlódási erő a nyomóerőnek ( $mg$ -nek) hozzávetőlegesen  $1/40$  része, a rézcsőnél mindössze  $1/50$  része. A  $d$  távolság a sugárnak nagyjából  $3/80$  része, tehát a nyomóerő forgatónyomatéka az alumíniumhenger esetén másfélszer akkora, mint a súrlódási erő nyomatéka (a rézcsőnél ez az arány másfélszer nagyobb). Ez azt mutatja, hogy a kétféle nyomaték összemérhető.

3. A számításokban a képletek leegyszerűsítése érdekében a gyorsulások és a szöggyorsulások abszolút értékével számoltunk, miközben természetesen nyilvánvaló, hogy a vízszintes felületen a testek gyorsulása is, szöggyorsulása is negatív.

4. Az eredményhirdetésen az első feladat megoldásának ismertetése után a hallgatóság egy valódi kísérletről készült videófelvételen láthatta, hogy egy tömör alumíniumhenger és egy ugyanolyan tömegű, illetve ugyanolyan külső méretű rézcső a példa megoldásának megfelelően nem egyforma úton lassul le vízszintes felületen, ha azonos kezdősebességgel, tisztán gördülve, egyszerre indítjuk őket. A puha felületet egy asztallapra leterített abrosz szolgáltatta, az azonos sebességű, egyidejű indítás egy hosszú vonalzóval történt.

**2. feladat.** Egy furcsa optikai rácson a rések nem egyenlő közönként helyezkednek el: a szomszédos rések távolsága felváltva  $30\ \mu\text{m}$  és  $90\ \mu\text{m}$ . Milyen elhajlási kép alakul ki a  $2\ \text{m}$  távolságra elhelyezett ernyőn, ha a rácsot (annak síkjára merőlegesen)  $660\ \text{nm}$  hullámhosszúságú lézerefénnyel világítjuk meg? Ábrázoljuk vázlatosan az ernyőn kialakuló intenzitáseloszlást! (A rések szélessége egyforma és sokkal kisebb a távolságuknál.)

(Vigh Máté)

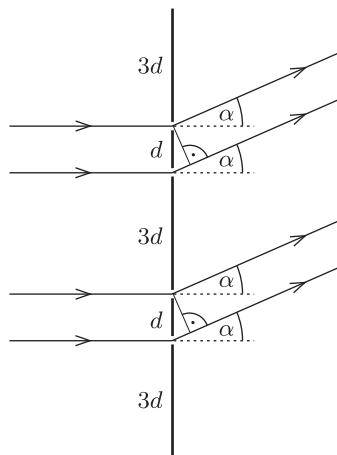
**Megoldás.** Először képzeljük el, milyen lenne a diffrakciós kép, ha minden második rést (a másodikat, negyediket stb.) kitakarnánk! Ekkor a  $4d$  távolságra elhelyezkedő rések egy szokásos optikai rácsot alkotnának, az  $n$ -edik elhajlási maximum ernyőn mérhető  $x_n$  helyzetét pedig a

$$4d \sin \alpha_n = n\lambda,$$

$$\sin \alpha_n \approx x_n/L$$

összefüggések alapján számíthatjuk:

$$(*) \quad x_n = n \frac{\lambda L}{4d}.$$



3. ábra

Ugyanilyen lenne az elhajlási kép, ha a másik réssort (azaz az első, harmadik stb. rést) takarnánk ki. A feladatban kérdezett esetre visszatérve meg kell vizsgálnunk, hogy a (\*) egyenlet által meghatározott irányokban hogyan adódik össze a két,  $d$  távolsággal eltolt,  $4d$  periódusú réssoron áthaladó fény amplitúdója. Négy esetet kell megvizsgálnunk:

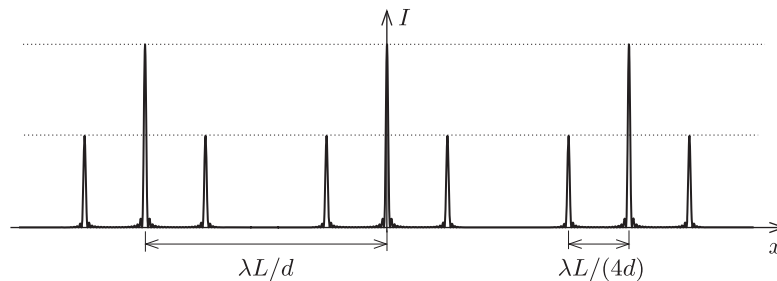
- Ha  $n = 4k + 1$ , akkor a két réssoron áthaladó fény közötti útkülönbség  $\lambda/4$ , ami  $\pi/2$  fáziskülönbségnek felel meg. Két,  $\pi/2$  fáziskülönbséggel találkozó, azonos amplitúdójú hullám összegének amplitúdója (rögzített helyen):

$$\begin{aligned} E_0 \sin(\omega t) + E_0 \sin(\omega t + \pi/2) &= E_0 \sin(\omega t) + E_0 \cos(\omega t) = \\ &= \sqrt{2}E_0 \left( \frac{1}{\sqrt{2}} \sin(\omega t) + \frac{1}{\sqrt{2}} \cos(\omega t) \right) = \sqrt{2}E_0 \sin(\omega t + \pi/4). \end{aligned}$$

Az amplitúdó tehát az egy réssoron átjutó fény amplitúdójának  $\sqrt{2}$ -szerese, azaz az intenzitás az egy réssor esetében mérhető intenzitás kétszerese.

- Ha  $n = 4k + 2$ , akkor a két réssor közötti fáziskülönbség  $\pi$ , tehát ilyen irányokban tökéletes kioltást tapasztalunk.
- Ha  $n = 4k + 3$ , a fáziskülönbség  $3\pi/2$ , így az amplitúdó (az első esethez hasonlóan) az egyetlen réssoron áthaladó fény amplitúdójának  $\sqrt{2}$ -szerese, az intenzitás pedig a kétszerese lesz.
- Ha  $n = 4k$ , akkor minden sugár erősíti egymást, az amplitúdó tehát egyetlen réssoron áthaladó fény amplitúdójának kétszerese, az intenzitás pedig négyszerese lesz.

Összefoglalva: a 4. ábrán látható intenzitáseloszlás alakul ki, a nagy intenzitású maximumok közötti távolság  $\lambda L/d$ .



4. ábra

*Megjegyzések.* 1. Optikai ráccsal keltett diffrakció (elhajlási) kép esetén az ernyőn kialakuló vonalak rendkívül keskenyek, ezek a vonalak meglehetősen „élesek”. A közepes vonalszélesség jó közelítésben annyira része két egymás utáni vonal távolságának, ahány résből áll a rács. Ez pedig legalább száz, de akár sok ezer is lehet.

2. A második feladat megoldásának a bemutatását is kísérleti szemléltetés követte. A feladat szövegének megfelelő optikai rácsot *Kis Lajos* (Szeged) készítette el a következő módon. A rács (arányosan megnövelt méretű) mintázatát számítógépes rajzolóprogram segítségével egy A/3 méretű lapra nyomtatta, majd a lapot megfelelő távolságból elegendően finom szemcseméretű filmre fényképezte. A lapra nyomtatott vékony, sötét vonalak a filmnegatívon áteresztő résekként jelentek meg. Az eredményhirdetésen a lézerrel megvilágított rács elhajlási képe az elméleti számításokkal megegyező módon, jól láthatóan jelent meg a terem vetítőernyőjén.

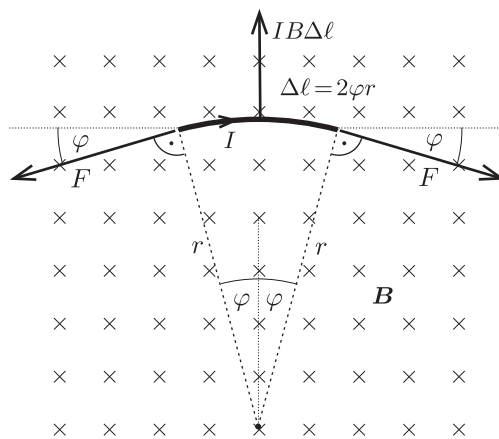
**3. feladat.** *B indukciójú, homogén, erős mágneses térben egy  $\ell$  hosszúságú, könnyű, vékony, hajlékony vezetőhuzal végpontjait az egymástól  $\ell/2$  távolságra lévő  $P_1$  és  $P_2$  pontokban rögzítettük. A huzalon  $I$  erősségű egyenáramot vezetünk át. Milyen alakot vesz fel a vezeték, ha a mágneses indukcióvektor*

- merőleges a  $P_1P_2$  szakaszra?*
- párhuzamos a  $P_1P_2$  szakasszal?*

*Mekkora erővel húzza a vezeték a rögzítési pontokat az egyes esetekben?*

(Vigh Máté)

**Megoldás.** a) A vezetőhuzal a mágneses térerősségre merőleges síkban fog elhelyezkedni. Mivel a mágneses tér által a vezető darabkákra kifejtett erő mindenhol merőleges a huzalra, ezért a vezeték minden pontjában ugyanakkora erő ébred. A vezeték  $r$  görbületi sugarú darabkájában  $F = IBr$  nagyságú erő ébred. Ez könnyen belátható a vezeték kis darabkájára ható erők vizsgálatával (5. ábra).



5. ábra

Az erőegyensúly:

$$2F \sin \varphi = IB\Delta\ell.$$

Geometriából:

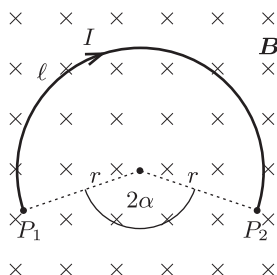
$$\Delta\ell = 2\varphi r.$$

A kis szögek miatt  $\sin \varphi \approx \varphi$ , ebből valóban az  $F = IBr$  eredményre jutunk. Az eddigiekből következik, hogy a huzal körív alakot vesz fel. (Elvben a többmenetes „körtekercs” alak is egyensúlyi helyzet, ez azonban labilis, így nem is alakítható ki, ahogy egy ceruzát sem lehet a hegyére állítani.)

A körívre a következő geometriai összefüggéseknek kell teljesülniük (6. ábra):

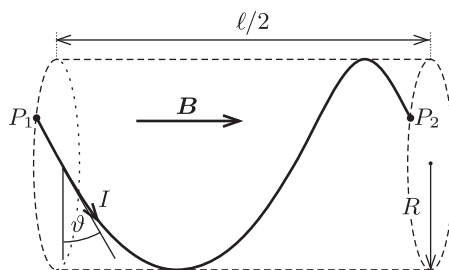
$$\begin{aligned} 2r \sin \alpha &= \ell/2, \\ 2r(\pi - \alpha) &= \ell, \end{aligned}$$

ezekből a  $2 \sin \alpha = \pi - \alpha$  transzcendens egyenletre jutunk, melynek numerikus megoldása  $\alpha \approx 1,246 \text{ rad} = 71,40^\circ$ . Ezt visszaírva a fenti egyenletekbe a kör sugarára  $r \approx 0,26 \ell$ , a vezetéket feszítő erőre pedig  $F \approx 0,26 IB\ell$  értéket kapunk.



6. ábra

b) Ebben az esetben a vezetőhuzal darabkáira nem hat a mágneses térerősséggel párhuzamos irányú erő, ezért a vezetéket feszítő erő  $B$ -irányú komponense állandó. A mágneses mező által a vezető darabkáira kifejtett erő mindenhol merőleges a huzalra, ezért a vezeték minden pontjában ugyanakkora erő ébred. E két tényből következik, hogy a vezetéket feszítő erő mágneses térerősségre merőleges komponense állandó kell legyen, azaz a mágneses térerősség irányából nézve a vezeték egy kört fogunk látni, a huzal alakja pedig egyenletes menetemelkedésű, a mágneses térerősséggel párhuzamos tengelyű, egymenetes csavarvonal lesz (lásd a 7. ábrát). (Elvben a többmenetes csavarvonal alak is egyensúlyi helyzet, ez azonban könnyen beláthatóan labilis.)



7. ábra

A csavarvonal menetemelkedésének  $\vartheta$  szögét (azaz a csavarvonal adott pontbeli érintője és az ugyanezen ponton átmenő, a  $B$ -térre merőleges sík által bezárt szög) egyszerű geometriával számíthatjuk ki:

$$\sin \vartheta = \frac{\ell}{2\ell}, \quad \text{ebből} \quad \vartheta = 30^\circ.$$

A csavarvonalra illeszkedő, képzeletbeli hengerpalást  $R$  sugara:

$$R = \frac{\ell \cos \vartheta}{2\pi} = \frac{\sqrt{3}\ell}{4\pi} \approx 0,138 \ell.$$

Most térjünk rá az erő kiszámítására! A csavarvonal tengelyének irányából nézve azt látjuk, hogy az  $R$  sugarú, teljes körnek látszó vezeték a mágneses Lorentz-erő próbálja szétfeszíteni, ezt ellensúlyozza a vezetékben ébredő erőnek a mágneses térerősségre merőleges  $F \cos \vartheta$  nagyságú komponense:  $IBR = F \cos \vartheta$ . Felhasználva  $R$  kifejezését megkapjuk a vezeték feszítő erőt:

$$F = \frac{IB\ell}{2\pi} \approx 0,159 IB\ell.$$

Látszik, hogy a huzalban ébredő erő független a  $P_1$  és  $P_2$  pontok  $d$  távolságától ( $0 < d < \ell$ ).

*Megjegyzés.* A verseny eredményhirdetésén a 3. feladatban szereplő kísérleti elrendezés is bemutatásra került. A kísérlet megvalósítása egyszerű körülmények között nehéz, több gyakorlati nehézségbe is ütközik.

A feladat szövegében *homogén, erős mágneses* tér szerepel. Ezt a két feltételt nem könnyű egyszerre teljesíteni. Aránylag nagy térrészben homogén és erős mágneses teret csak nagyon nagy (és drága) eszközökkel lehet előállítani. A kísérleti bemutatón a tér előállítására Helmholtz-tekerceset használtunk<sup>1</sup>, melynek tere a tekercsek közti tér közepén elég jó közelítéssel homogén – viszont nem túl erős. (A Föld mágneses terénél azért egy-két nagyságrenddel nagyobb.)

A feladat szövegében szereplő vezeték *könnyű, vékony és hajlékony*. A szövegben a „könnyű” azt jelenti, hogy a vezeték súlya elhanyagolható a mágneses tér által kifejtett erőhöz képest. (Az „erős mágneses tér” pedig arra utal, hogy a vezeték saját mágneses terének hatását is elhanyagolhatjuk.) A feltételek teljesítéséhez nagyon vékony vezetékkel kellett használnunk: egy kb. 0,1 mm vastag vörösréz huzalt, amely olyan vékony, hogy alig látszik. A huzal vastagsága viszont korlátozza a vezetéken átfolyó áram nagyságát is, pedig a nem túl erős mágneses tér mellett minél nagyobb áramra van szükség a jelenség bemutatásához. Az áramerősséggel elmentünk a határokig: a vezeték (miután leégett róla a szigetelő lakk) vörösén izzott – és így az elsőtétített terebben láthatóvá is vált.

A bemutatón először egy, a feladathoz lazábban kapcsolódó kísérletet mutattunk be: egy kisnyomású héliummal töltött csőben figyeltük meg az elektronok mozgását. Az izzókatódból kilépő, felgyorsított elektronok a Helmholtz-tekercsben kör-, illetve csavarvonal alakú pályán mozognak, és pályájuk a gerjesztett héliumatomok zöld fényének köszönhetően látható<sup>2</sup>.

Ezután vizsgáltuk a vezeték alakját. Még egy ilyen vékony vezeték is aránylag merev (tehát a hajlékonyságot se könnyű biztosítani), de a feladat *a)* részének megfelelő elrendezésben az áram bekapcsolásakor jól láthatóan kör alakban kifeszült, az áramirány változtatásakor pedig a körív 180°-kal átfordult. A vezeték végeinek 90°-os elforgatásakor (a feladat *b)* részének megfelelő elrendezésben) jól megfigyelhetően kialakult a csavarvonal forma. (A feladatban kérdezett kicsiny erők mérésére ebben az egyszerű demonstrációban természetesen nem volt lehetőség.)

\*

Az ünnepélyes eredményhirdetésre és díjkiosztásra 2013. november 15-én délután került sor az ELTE Konferenciatermében. Meghívást kaptak az 50 és a 25 évvel ezelőtti Eötvös-verseny nyertesei is. 50 évvel ezelőtt *Tichy Géza* nyerte meg a versenyt, *Abos Imre* lett a második, *Major János* a harmadik. Mindhárman itt voltak – Tichy Géza az ELTE-ről, Abos Imre a BME-ről, Major János Stuttgartból jött el. 25 évvel ezelőtt már nemcsak érettségizettek indulhattak az Eötvös-versenyen, s az első tíz helyezett felvételi nélkül kerülhetett be az egyetemre. Ennek megfelelően a résztvevők és a díjazottak száma is nagyobb volt. A két akkori első díjas közül *Fucskár Attila* eljött, *Hauer Tamás* levelet küldött mostani munkahelyéről, a CERN-ből. Volt tanárával, *Tarnócziné Gedeon Melittával* együtt jelent meg a második díjas *Demeter Gábor*, és eljött a harmadik díjas *Keleti Tamás* is, aki ma az ELTE Analízis Tanszékének vezetője. Felesége és két kisgyereke kísérte el *Somfai Ellákot*, aki akkor dicséretet kapott dolgozatára.

A versenybizottság elnöke megemlékezett *Radó Tiborról*, aki 100 éve, 1913-ban, és *Hlucsil Károlyról*, aki 1911-ben lett I. díjas ezen a versenyen. Ezután kivetítette az 1963. és az 1988. évi feladatokat, valamint az akkori nyertesek közül a KöMaL-ban is eredményesen szereplő diákok egykori fényképeit. Felkérésére mindannyian szóltak néhány szót emlékeikről, azóta befutott pályájukról. Ezután következett a 2013. évi feladatok ismertetése. A megoldásokat azok mutatták be, akik kitalálták ezeket a feladatokat. Honyek Gyula az 1. feladathoz kapcsolódó kísérletről videót is vetített. A 2. feladathoz kapcsolódó kísérletet Vigh Máté mutatta be egy olyan optikai ráccsal, amely erre az alkalomra készült. A 3. feladat megoldását is Vigh Máté ismertette, a hozzá kapcsolódó kísérletet azonban már Vankó Péter állította össze és mutatta be.

Ezután Radnai Gyula felkérte *Zawadowski Alfréd* akademikust, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat elnökét a 2013. évi Eötvös-verseny díjainak átadására.

Az *első díjat* mindhárom feladat hibátlan megoldásáért **Szabó Attila** nyerte, aki jelenleg Cambridge-ben természettudomány szakos egyetemi hallgató. Pécssett érettségizett a Leőwey Klára Gimnáziumban, tanára *Simon Péter*,

<sup>1</sup><http://fizipedia.bme.hu/images/a/a7/Helmholtz2.jpg>

<sup>2</sup><http://fizipedia.bme.hu/images/9/90/Eperm5.jpg>

szakkörvezetője *Kotek László* volt. Ők vették át az első díjat Attila helyett, akivel viszont sikerült Skype-on egyidejűleg kapcsolatba lépniük, és akit így kivetítve láthattak és tapsolhattak meg a többiek.

*Második díjat* nyert egyenlő helyezésben **Fehér Zsombor**, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 11. évf. tanulója, *Horváth Gábor* tanítványa, valamint **Kovács Áron Dániel**, az Eötvös Loránd Tudományegyetem fizika szakos hallgatója, aki ugyancsak a Fazekas Gimnáziumban érettségizett mint *Horváth Gábor* és *Csefkő Zoltán* tanítványa.

*Harmadik díjat* nyert egyenlő helyezésben **Horicsányi Attila**, az egri Dobó István Gimnázium 12. évf. tanulója, *Hóbor Sándor* tanítványa, **Janzer Barnabás**, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 11. évf. tanulója, *Horváth Gábor* tanítványa, valamint **Takátsy János**, a budapesti Városmajori Gimnázium 12. évf. tanulója, *Ábrám László* tanítványa.

*Dicséretet* kapott **Holczer András**, a pécsi Janus Pannonius Gimnázium 11. évf. tanulója, tanára a gimnáziumban *Dombi Anna*, szakkörvezetője *Kotek László*, valamint **Öreg Botond**, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 11. évf. tanulója, akinek *Horváth Gábor* és *Szokolai Tibor* voltak a tanárai.

A MOL támogatásával az első díjjal 30 ezer, a második díjjal 20 ezer, a harmadik díjjal 15 ezer forint pénzjutalom járt, míg a dicséretesek Simonyi Károly *A fizika kultúrtörténete* c. művének legújabb kiadását kapták meg. A díjazottak megjelent tanárai és a megjelent 50, illetve 25 évvel ezelőtti nyertesek egy-egy értékes könyvet választhattak maguknak az ELFT, a MATFUND Alapítvány, a Nemzeti Tankönyvkiadó, a Typotex Kiadó és az Akkord Kiadó kiállított könyvei közül.

Befejezésül a Versenybizottság leköszönő elnöke értékelte az idei versenyt és felsorolta mindazokat az intézményeket, vállalatokat és magánszemélyeket, amelyek, illetve akik anyagi segítségével sikerült a Társulatnak az elmúlt 25 évben lebonyolítania a versenyt.

Zawadowski Alfréd megköszönte Radnai Gyulának a Versenybizottságban több mint 40 éve, elnökként pedig 25 éve végzett munkáját, és átnyújtott egy oklevelet, mely tanúsítja, hogy elnyerte „az Eötvös-verseny Versenybizottságának örökös tiszteletbeli elnöke” címet.

Az ünnepélyes díjkiosztást jó hangulatú állófogadás zárta a Ramasoft Zrt. jóvoltából.