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 érjék 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^3, *a réz sűrűsége* 8,9 g/cm^3.

(*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 ω 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 $k_{\mathrm{Al}} = 1/2$, vagyis $h_{\mathrm{Al}} = 3v^2/(4g) = 7{,}6$ cm.

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

$$\frac{R^2}{R^2-r^2} = \frac{\varrho_{\mathrm{Cu}}}{\varrho_{\mathrm{Al}}} \qquad \longrightarrow \qquad r^2 = \frac{(\varrho_{\mathrm{Cu}}-\varrho_{\mathrm{Al}})}{\varrho_{\mathrm{Cu}}}R^2.$$

A rézcső tehetetlenségi nyomatékát

$$\Theta_{\mathrm{Cu}} = \frac{1}{2}\,\varrho_{\mathrm{Cu}}\pi\ell\big(R^4-r^4\big)$$

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

$$\Theta_{\mathrm{Cu}} = \frac{1}{2}mR^2\left(1+\frac{\varrho_{\mathrm{Cu}}-\varrho_{\mathrm{Al}}}{\varrho_{\mathrm{Cu}}}\right) = \frac{2\varrho_{\mathrm{Cu}}-\varrho_{\mathrm{Al}}}{2\varrho_{\mathrm{Cu}}}mR^2.$$

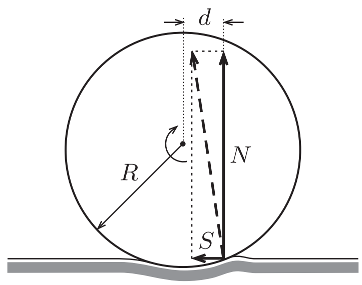
A kapott eredményből leolvasható, hogy

$$k_{\mathrm{Cu}} = \frac{1}{2}\;\frac{2\varrho_{\mathrm{Cu}}-\varrho_{\mathrm{Al}}}{\varrho_{\mathrm{Cu}}} = 0{,}85,$$

tehát

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

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:

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

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

$$S_{\mathrm{Al}} = m a_{\mathrm{Al}} = m\frac{v^2}{2x_{\mathrm{Al}}},$$

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

A tiszta gördülés miatt a henger szöggyorsulása $\beta_{\mathrm{Al}} = a_{\mathrm{Al}}/R$. 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:

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

amiből

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

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 írnunk a haladó mozgásra és a forgásra a dinamikai alapegyenleteket:

$$S_{\mathrm{Cu}} = m a_{\mathrm{Cu}} = m\frac{v^2}{2x_{\mathrm{Cu}}},$$

$$M = mgd - S_{\mathrm{Cu}}R = mgd - m\frac{v^2}{2x_{\mathrm{Cu}}}R = \Theta_{\mathrm{Cu}}\beta_{\mathrm{Cu}} =$$

$$= k_{\mathrm{Cu}}mR^2\frac{a_{\mathrm{Cu}}}{R} = k_{\mathrm{Cu}}mR^2\frac{v^2}{2x_{\mathrm{Cu}}R},$$

amiből

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

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

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

Megjegyzések. 1. Vegyük észre, hogy ahányszor magasabbról indítottuk a rézcsövet, annyiszor 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 energiaveszteséget. Feltehetjük, hogy mindkét test esetén ugyanolyan széles és ugyanolyan mély a benyomódás, ezért tapasztalhatjuk azt, hogy a disszipáció a nyom hosszával arányos.

2. Érdemes 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 másfélnél valamivel 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 μm *és* 90 μm. *Milyen elhajlási kép alakul ki a* 2 m *távolságra elhelyezett ernyőn, ha a rácsot (annak síkjára merőlegesen)* 660 nm *hullámhosszúságú lézerfénnyel világítjuk meg? Ábrázoljuk vázlatosan az ernyőn kialakuló intenzitáseloszlást! (A rések szélessége egyforma és sokkal kisebb a távolságuknál.)*

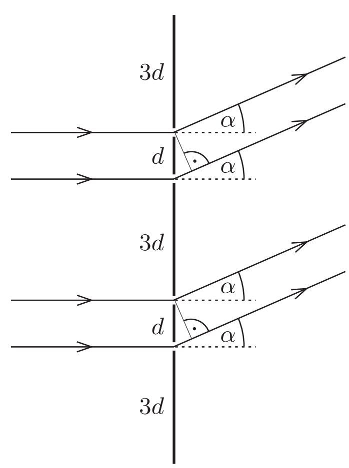
(*Vigh Máté*)

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:

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



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):

$$E_0\sin(\omega t)+E_0\sin(\omega t+\pi/2)=E_0\sin(\omega t)+E_0\cos(\omega t)=$$

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

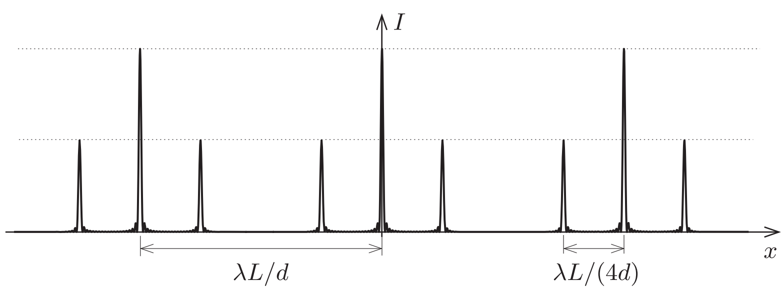
  Az amplitúdó tehát az egy réssoron átjutó fény amplitúdójának $\sqrt{2}$-szerese, azaz az intenzitás az egy réssor esetében mérhető intenzitás kétszerese.

- Ha $n=4k+2$, akkor a két réssor közötti fáziskülönbség π, 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 diffrakciós (elhajlási) kép esetén az ernyőn kialakuló vonalak rendkívül keskenyek, ezek a vonalak meglehetősen „élesek”. A közepes vonalszélesség jó közelítésben annyiad 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 ℓ 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*

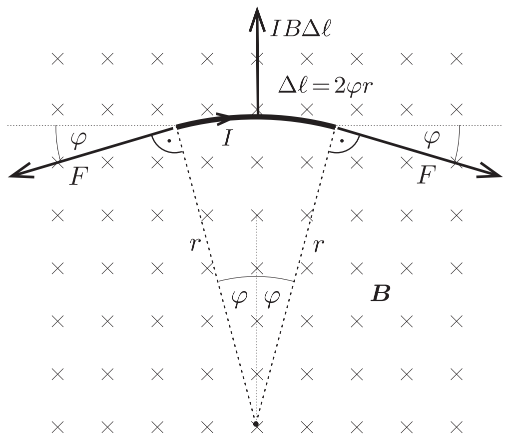
a) merőleges a P_1P_2 szakaszra?

b) 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 darabkáira 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:

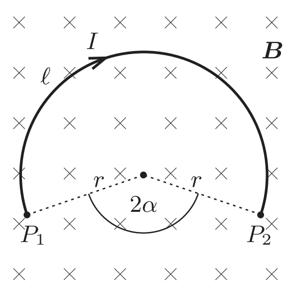
$$\Delta\ell = 2\varphi r.$$

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*):

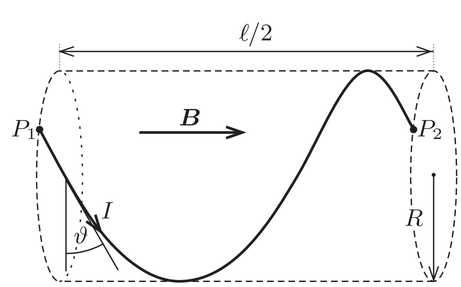
$$2r\sin\alpha = \ell/2,$$
$$2r(\pi - \alpha) = \ell,$$

ezekből a $2\sin\alpha = \pi - \alpha$ transzcendens egyenletre jutunk, melynek numerikus megoldása $\alpha \approx 1{,}246$ 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 vezetékre 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 ϑ szögét (azaz a csavarvonal adott pontbeli érintője és az ugyanezen ponton átmenő, a B-térre merőleges sík által bezárt szöget) 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 vezetéket 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 vezetéket 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-tekercset használtunk[1], 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 vezetéket 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) vörösen izzott – és így az elsötétített teremben 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[2].

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* akadémikust, 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. Pécsett érettségizett a Leőwey Klára Gimnáziumban, tanára *Simon Péter,*

[1] `http://fizipedia.bme.hu/images/a/a7/Helmholtz2.jpg`
[2] `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 lépnünk, 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 *Csefkó 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.