

A fizika OKTV-t három kategóriában rendezték meg. Az első, iskolai fordulón 1993. december 3-án 4047 tanuló vett részt. A második, ugyancsak írásbeli fordulóra 1994. februárjában 454 tanulót hívtak be, közülük kategóriánként 24-24-en vehettek részt az áprilisi kísérleti fordulón, amelyet a szakközépiskolásoknak a JATE-n, a gimnazistáknak pedig Budapesten az ELTE-n, illetve a BME-n rendeztek meg.

Az alábbiakban ismertetjük a verseny második fordulójának feladatait és azok megoldását, valamint röviden utalunk a kísérleti fordulóban szereplő problémákra is.

### Az I. kategória (szakközépiskolások) feladatai

**1. feladat.** *Analitikai mérleget sárgaréz súlyokkal használunk. Mekkora tömegű plexiből készült test mérésekor tapasztalunk legalább egy skálarész különbséget a két mérés között, ha az egyiket száraz, a másikat párás időben végezzük el? Mindkét alkalommal  $23\text{ }^\circ\text{C}$ -os a szoba hőmérséklete és a légnyomás  $10^5\text{ Pa}$ . Párás időben a levegőben lévő vízgőz nyomása  $2 \cdot 10^3\text{ Pa}$ . A mérleg érzékenysége  $0,1\text{ mg/skr}$ . ( $\rho_{\text{Cu}} = 8,5 \cdot 10^3\text{ kg/m}^3$ ;  $\rho_{\text{Plexi}} = 1,18 \cdot 10^3\text{ kg/m}^3$ .)*

(Hilbert Margit)

**Megoldás.** A mérősúlyok súlya azért különbözik, mert a párás, illetve a száraz levegő sűrűségének különbsége miatt eltérő a súlyokra ható felhajtóerő. Legyen  $M_s$  a mérősúly tömege,  $\rho$  a levegő,  $\rho_P$  a plexi,  $\rho_{\text{Cu}}$  a réz sűrűsége,  $m$  pedig a plexi keresett tömege. Az egyenlőkarúnak feltételezett mérleg egyensúlyára:

$$M_s g - \frac{M_s}{\rho_{\text{Cu}}} \rho g = m g - \frac{m}{\rho_P} \rho g.$$

Innen

$$M_s = m \frac{\rho_{\text{Cu}}}{\rho_P} \frac{\rho_P - \rho}{\rho_{\text{Cu}} - \rho}.$$

A párás és a száraz levegőbeli mérés alapján a két tömeg látszólagos különbsége:

$$\Delta M_s = M'_s - M_s = m \frac{\rho_{\text{Cu}}}{\rho_P} \cdot \left( \frac{\rho_P - \rho_2}{\rho_{\text{Cu}} - \rho_2} - \frac{\rho_P - \rho_1}{\rho_{\text{Cu}} - \rho_1} \right) \approx m \frac{(\rho_{\text{Cu}} - \rho_P)(\rho_1 - \rho_2)}{\rho_P \rho_{\text{Cu}}},$$

ahol  $\rho_1$ , illetve  $\rho_2$  a száraz, illetve a nedves levegő sűrűsége, a különbségük pedig (a parciális nyomások törvénye szerint) megegyezik a  $p = 2 \cdot 10^3\text{ Pa}$  nyomású és  $T = 296\text{ K}$  hőmérsékletű száraz levegő és vízgőz sűrűségének különbségével. Mivel

$$pV = \frac{m}{M} RT, \quad \text{vagyis} \quad \rho = \frac{pM}{RT},$$

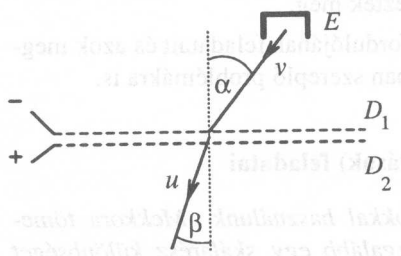
így

$$\rho_1 - \rho_2 = \frac{p}{RT} [M_{\text{lev}} - M_{\text{H}_2\text{O}}] = 8,94 \cdot 10^{-3}\text{ kg/m}^3.$$

Ezzel a plexi keresett tömege:

$$m = \Delta M_s \frac{\rho_P \rho_{\text{Cu}}}{(\rho_{\text{Cu}} - \rho_P)(\rho_1 - \rho_2)} = 15,3\text{ g}.$$

( $\Delta M_s$ -t a mérleg 1 skálarésznyi érzékenységnek megfelelő  $0,1\text{ mg}$  tömeggel azonosítottuk.)



1. ábra

**2. feladat.** *Finom szövésű, párhuzamos helyzetű  $D_1$ - $D_2$  dróthálók közé  $U$  feszültséget kapcsolnak az ábra szerinti polaritással. Az  $E$  elektronforrásból elektronok érkeznek  $v$  sebességgel a  $D_1$  háléhoz.*

a) *Mutassuk meg, hogy az áthaladó elektronok  $\alpha$  beesési és  $\beta$  törési szögére érvényes a Snellius–Descartes törvény, azaz a  $\sin \alpha / \sin \beta$  hányados független a beesési szögtől, minden elektronra ugyanaz az érték!*

b) *Határozzuk meg a törésmutató értékét!*

(*Feltehető, hogy a hálók között homogén elektromos mező van, máshol az elektromos térerősség zérus.  $v = 3 \cdot 10^6\text{ m/s}$ ,  $U = 25\text{ V}$ .)*

**Megoldás.** A hálók között csak a hálókra merőleges erő hat a részecskékre, tehát az elektronok sebességének a háló síkjával párhuzamos komponense nem változik meg:

$$v \sin \alpha = u \sin \beta,$$

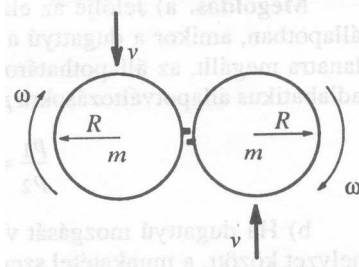
( $u$  az elektronok sebessége az irányváltoztatás után). A munkatétel szerint:

$$\frac{1}{2}mu^2 - \frac{1}{2}mv^2 = eU.$$

A fenti két egyenletből — némi átalakítás után — adódik, hogy

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \sqrt{1 + \frac{2eU}{mv^2}}.$$

Látható, hogy teljesül a Snellius–Descartes-törvény. A törésmutató a megadott szám adatokkal, illetve az elektronra vonatkozó táblázatbeli állandókkal  $n = 1,42$ -nek adódik.



2. ábra

**3. feladat.** Légpárnás asztalon az ábra szerint két, azonos körüljárással,  $\omega = 2\text{s}^{-1}$  szögsebességgel forgó  $R = 4\text{ cm}$  sugarú korong  $v = 10\text{ cm/s}$  sebességgel halad ellentétes irányban. A korongok a peremükön lévő elhanyagolható méretű tüskék mentén összeütköznek.

Határozzuk meg az ütközések utáni sebességeket, ha a korongok

- tökéletesen rugalmatlan ütközések után mereven összetapadtak,
- tökéletesen rugalmas, pillanatszerű ütközés után elválnak!

(Jurisits József)

**Megoldás.** a) A korongok az inerciarendszerben nyugvó érintkezési pont körül  $\omega_1$  szögsebességgel merev testként együtt fognak forogni. A perdületmegmaradás tétele szerint (a Steiner-tételt is alkalmazva)

$$2 \left( mvR - \frac{1}{2}mR^2\omega \right) = 2 \left( \frac{1}{2}mR^2 + mR^2 \right) \omega_1.$$

Innen a keresett szögsebesség:  $\omega_1 = 1\text{ s}^{-1}$ ; a forgás az eredetivel ellentétes irányú.

b) A lendület megmaradása szerint a két korong az ütközés után csak egyenlő ( $v_1$ ) nagyságú, ellentétes irányú sebességgel haladhat. A szimmetriából következik, hogy a korongok szögsebessége is azonos körüljárású, egyenlő ( $\omega_1$ ) nagyságú kell legyen az ütközés után. A perdületmegmaradás törvénye szerint

$$2 \left( mvR - \frac{1}{2}mR^2\omega \right) = 2 \left( mv_1R - \frac{1}{2}mR^2\omega_1 \right),$$

a mechanikai energia (rugalmas ütközésnél érvényes) megmaradási törvénye alapján pedig

$$2 \left( \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{4}mR^2\omega^2 \right) = 2 \left( \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{4}mR^2\omega_1^2 \right).$$

Az adatokat behelyettesítve és az egyenletrendszert megoldva  $v_1 = -2\text{ cm/s}$ , illetve  $\omega_1 = -4\text{ s}^{-1}$  adódik. Eszerint mind a sebesség, mind pedig a szögsebesség iránya megfordul az ütközés során.

### A II. és III. kategória (valamennyi gimnazista) feladatai

**1. feladat.** Hőszigetelő falú, vízszintes tengelyű hengerben egy  $m$  tömegű dugattyú a külső légnyomásnál nagyobb nyomású levegőt zár el. Ha a dugattyú rögzítését megszüntetjük, akkor a dugattyú súrlódás nélkül mozog a hengerben. A létrejövő adiabatikus állapotváltozás során az elzárt gáz legnagyobb térfogata az eredetinek kétszerese. Határozzuk meg

- a gáz legkisebb és legnagyobb nyomásának arányát,
- a kezdeti nyomás nagyságát!

(A külső levegő nyomása  $p_k = 10^5\text{ Pa}$ , a levegő tekinthető 5 szabadsági fokú gáznak, ezért a kétféle fajhőjének hányadosa  $\kappa = c_p/c_v = 1,4$ .)

**Megoldás.** a) Jelölje az elzárt gáz kezdeti állapotátározóit  $p_1, V_1, T_1$ . Abban az állapotban, amikor a dugattyú a legjobban eltávolodott a kezdeti helyzetétől, s egy pillanatra megállt, az állapotátározók legyenek:  $p_2, V_2, T_2$ . Mivel  $V_2 = 2V_1$ , továbbá az adiabatikus állapotváltozásokra  $pV^\gamma = \text{állandó}$ , a nyomások aránya:

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma = 2^\gamma = 2^{2,14} = 2,64.$$

b) Ha dugattyú mozgását vizsgáljuk a két szélső (vagyis mozgási energia nélküli) helyzet között, a munkatétel szerint felírhatjuk, hogy

$$W_{\text{külső}} + W_{\text{gáz}} = 0.$$

A külső levegő által végzett munka ( $\Delta V = V_1$  felhasználásával):

$$W_{\text{külső}} = -p_k \Delta V = -p_k V_1.$$

Mivel a folyamat adiabatikus, a hőtan I. főtétele szerint (mivel  $Q = 0$ )

$$W_{\text{gáz}} = -\Delta E_{\text{gáz}} = \left(\frac{f}{2}\right) (p_1 V_1 - p_2 V_2).$$

Ezzel a munkatétel:

$$\left(\frac{f}{2}\right) (p_1 V_1 - p_2 V_2) - p_k V_1 = 0.$$

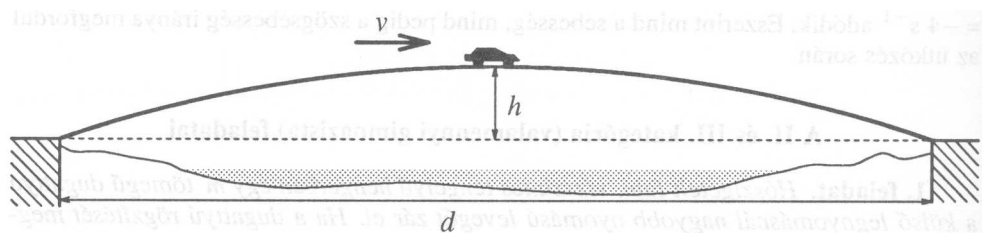
Innen, a korábban kapott eredményt is felhasználva a kezdeti nyomás:  $p_1 = 1,65 \cdot 10^5$  Pa.

**2. feladat.** A  $d = 100$  m széles folyó két partját paraboláiv hosszmeteszetű híd köti össze. A pálya legmagasabb pontja  $h = 5$  m magasan van a partok szintje felett. A hídon egy  $m = 1000$  kg tömegű gépkocsi halad keresztül állandó  $v = 20$  m/s nagyságú sebességgel. Mekkora erővel nyomja a kocsi a hidat

a) a híd legmagasabb pontján,

b) a két part közötti távolság  $3/4$  részében?

(A légellenállástól tekintsünk el! Számoljunk  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>-tel!)



3. ábra

(Holics László)

**Megoldás.** a) A gépkocsi mozgásegyenlete

$$mg - K = m \frac{v^2}{\rho},$$

ahol  $K$  a híd által kifejtett kényszererő (ennek nagysága megegyezik a keresett, híd nyomó erővel),  $\rho$  pedig a pálya adott pontjához tartozó görbületi sugár. A feladat lényege ennek a görbületi sugárnak a meghatározása.

Bármilyen alakú pályán  $v$  pillanatnyi sebességgel mozgó testre igaz, hogy a sebességére merőleges (normális irányú) gyorsulása:

$$a_n = \frac{v^2}{\rho}.$$

Ha sikerül találnunk egy olyan mozgást, amelynek során a test az adott pályagörbe mentén halad, s ismerjük a normális irányú gyorsulást valamekkora pillanatnyi sebesség esetén, akkor a fenti összefüggésből kiszámíthatjuk a kérdéses ponthoz tartozó görbületi sugarat. Parabola esetében ez a mozgás egy alkalmas  $v_0$  kezdősebességgel, megfelelő  $\alpha$  szögben eldobott kő ferde hajítása lehet. Ismerve a hajítás távolságát (a híd  $d$  fesztávolságát), és a  $h$  emelkedési magasságot, felírhatjuk a

$$d = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

és a

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

összefüggéseket. Ezek hányadosából  $\tan \alpha = 4h/d = 0,2$ , tehát  $\alpha = 11,3^\circ$  adódik, a vízszintes irányú sebesség pedig a szóbanforgó adatokkal  $v_x = 50$  m/s. Mivel a pálya legfelső pontjában a kő sebessége vízszintes, így a pályára merőleges gyorsulása megegyezik magával a gyorsulással (ami mindvégig  $g$ ). Innen a pálya görbületi sugara  $\rho = v_x^2/g = 250$  m. Mivel ez a mennyiség a pályagörbe alakjára jellemző szám (tehát független az adott pályán történő mozgás jellegétől), felhasználható az eredeti probléma, a hídon mozgó autó esetében is. A keresett nyomóerő:

$$K = h \left( g - \frac{v_{\text{autó}}^2}{\rho} \right) = 8400 \text{ N.}$$

b) Az előbbiekhöz hasonló módon számítható ki a parabola alakú pálya tetszőleges pontjához tartozó görbületi sugár, s abból a hídra ható nyomóerő. A híd (vízszintesen mért)  $3/4$  részénél például ez a sugár kb. 254 m-nek adódik, a hídra kifejtett erő pedig kb. 8430 N. Ez utóbbi erőnek a hídra merőleges (tehát normális irányú) összetevője 8370 N, az érintő irányú súrlódási erő pedig kb. 1000 N.

Az itt leírtakhoz hasonló „fizikai gondolatmenettel” elemi úton meg lehet határozni egy szinuszgörbe tetszőleges pontjában a görbületi sugarat (lásd az **FN. 2767.** feladat megoldását a KöMaL 1994. évi 4. számában), vagy pl. az egymásra merőleges harmonikus rezgőmozgások ismert gyorsulásából egy ellipszis görbületét.

**3. feladat.** Egy  $a = 10 \text{ mm}^2$  keresztmetszetű,  $\mu = 200$  relatív permeabilitású vashuzalra szigetelt rézvezetékkel  $N = 2000$  menetet sűrűn felcsévélnünk, és ezt az egyrétegű tekercset  $R = 10 \text{ cm}$  sugarú kör köré hajlítjuk. Az így kapott körtekercsben  $I_1 = 10 \text{ A}$  erősségű áramot indítunk, amelyet  $\Delta t = 1 \text{ s}$  alatt egyenletesen  $I_1 = -10 \text{ A}$  erősségűre változtatunk. Mekkora és milyen irányú a gyorsulása az adott pillanatban a kör középpontjában lévő, a kör síkjában mozgó  $v = 100 \text{ m/s}$  sebességű elektronnak akkor, amikor

- az áram erőssége a tekercsben éppen zérus,
- az áram csökkenésének kezdetétől  $t_1 = 60 \text{ s}$  telt el?

(Holics László)

**Megoldás.** A mozgó elektronnra mind a mágneses, mind az elektromos mező erőt fejt ki. Meg kell vizsgálni, hogy a kérdéses pillanatokban milyen mezők vannak a kör középpontjában, és hogy az ezeket jellemző térerősség- és indukcióvektorok milyen irányúak.

Amikor nincs mágneses tér ( $I_a = 0$ ), akkor csak a mágneses fluxusváltozás hoz létre (időben állandó) elektromos teret, amely  $\mathbf{F} = e\mathbf{E}$  erővel gyorsítja az elektront (függetlenül annak sebességállapotától). Amikor újra folyik áram a tekercsben (pl. a  $t_1 = 0,6 \text{ s}$  időpillanatban), a kör középpontjában mágneses mező is keletkezik, amely  $\mathbf{F} = e\mathbf{v} \times \mathbf{E}$  erővel hat az elektronnra.

a) Amikor az áram erőssége zérus, csak elektromos mező van jelen. A vékony vashuzal belsejében ún. toroidális mágneses mező alakul ki, amelynek fluxuserőssége a teljes keresztmetszet mentén állandónak vehető (hiszen a vashuzal  $3,6 \text{ mm}$  átmérője sokkal kisebb, mint a kör  $R = 200 \text{ mm}$  sugara.) Ez a vékony mágneses fluxuscső az elektromos mező keltésében olyan szerepet játszik, mint a mágneses mező keltésénél a vékony áramjárta huzal: az áramjárta vezető mágneses terének analógiájára az (időben változó) mágneses fluxuselem keltette elektromos mező a Biot–Savart-törvénynek megfelelő törvénnyel írható le. Mindössze annyit kell meghatározni, hogy mi felel meg egymásnak a kétféle folyamatban. Egyes vezetőkénél egy indukcióvonalra

$$B \cdot 2\pi r = \mu_0 I \quad \rightarrow \quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r},$$

egyenes vékony tekercseknél

$$E \cdot 2\pi r = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad E = -\frac{I}{2\pi r} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

Innen látható, hogy a Biot–Savart-törvényben szereplő  $\mu_0 I$  mennyiségnek  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  felel meg. Ezzel a kétféle „Biot–Savart-törvény”:

$$\Delta B = \frac{\mu_0 I \Delta l}{4\pi r^2} \sin \alpha, \quad \text{illetve} \quad \Delta E = \frac{1}{4\pi} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \frac{\Delta l}{r^2} \sin \alpha.$$

A kör középpontjában az eredő elektromos térerősség az ismert összegzéssel határozható meg:

$$E = \sum \Delta E = \sum \frac{1}{4\pi} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \frac{\Delta l}{r^2} \sin \alpha = \frac{1}{4\pi} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \frac{1}{r^2} \sin 90^\circ \sum \Delta l,$$

ahol  $\sum \Delta l = 2r\pi$  a kör kerülete. Innen a kör középpontjában a keresett télerősség:

$$E = \frac{1}{2r} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t},$$

ami a feladat feltételei szerint időben állandó.

Az a) esetben a kért pillanatban  $B = 0$ , de  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \neq 0$ , sem a toroidtekercsen kívül, sem pedig a tekercs belsejében. (A lágyvashuzal hiszterézise elhanyagolható, ezért ha van is visszamaradó mágnesség a kért pillanatban, a remanens mágnességnek az elektromos mezőt meghatározó változási üteme igen jó közelítéssel megegyezik az első mágnesszési görbe zérus gerjesztéshez tartozó változási ütemével, ami arányos az áramerősség változási gyorsaságával.)

A vashuzalbeli mágneses fluxus változása:

$$\Delta\Phi = \Delta B \cdot A = \mu_0 \mu_r \frac{\Delta I N}{2R\pi} \cdot A.$$

Ezt a Boit–Savart-törvénnyel analóg törvénybe helyettesítve megkapjuk az elektron gyorsulását:

$$a_E = \frac{eE}{m} \approx 1,41 \cdot 10^8 \text{ m/s}^2,$$

iránya merőleges a kör síkjára.

b) A  $t_1 = 0,6$  s pillanatban a rézvezetékben  $I_1 = 2$  A erősségű áram folyik, és ez az áram mágneses mezőt kelt. Ez az áram — noha a körtekercsben folyik —, éppen olyan mágneses mezőt hoz létre a toroid középkörének középpontjában, mint amelyet egyetlen menetnyi vékony, a középkör mentén folyó körvezető keltene, ha benne ugyanakkora áram folyna, mind a körtekercsben. Ez a mágneses mező  $B_1 = \mu_0 I_1 / (2R)$  nagyságú, iránya merőleges a kör síkjára, így az általa létrehozott

$$a_M = \frac{1}{m} F_{\text{Lorentz}} = \frac{e}{m} v \mu_0 \frac{I_1}{2R} \approx 2,21 \cdot 10^8 \text{ m/s}^2$$

nagyságú gyorsulás **B**-re és **v**-re merőleges, tehát a kör síkjában fekszik. Az eredő gyorsulás nagysága

$$a = \sqrt{a_E^2 + a_M^2} \approx 2,62 \cdot 10^8 \text{ m/s}^2,$$

iránya pedig

$$\varphi = \arctg \frac{a_M}{a_E} = 57,7^\circ$$

szöveget zár be a tengellyel.

*Megjegyzés.* Egyesek arra gondolhatnak, hogy a tekercs belsejét kitöltő vashuzalban (szintén vezető lévén) a körül-fogott fluxus változása miatt a tekercsbeli árammal ellentétes körüljárású áram indul, ami csökkenti a tekercs mágneses terét. Ha a vashuzalt nemcsak körré hajlítjuk, hanem a huzal végeit össze is forrasztjuk, akkor valóban kapunk egy körvezetőt, ami körülveszi az (inhomogén eloszlású) mágneses fluxust. Ebben a vezetékben azonban — a toroid középköre mentén mérhető maximális indukcióval számolt homogén fluxus esetén is — legfeljebb ezredakkora áram folyik, mint a rézvezetékben, s ennek megfelelően az általa keltett mágneses mező is elhanyagolhatóan kicsi.

## A kísérleti forduló feladatai

A *szakközépiskolások*, akik Szegeden, a József Attila Tudományegyetemen versenyeztek, azt a feladatot kapták, hogy egy 1 mm-es rés, valamint diffrakciós rács felhasználásával állítsanak össze egy kézi spektroszkópot, kalibrálják a skálájába, majd különböző fényforrások (izzólámpa, kompakt fénycső, neoncső) fényét vizsgálva végezzenek színképelemző méréseket vele.

A szakközépiskolások másik feladata az volt, hogy egy 5 kivezetésű, csak ohmikus ellenállásokat tartalmazó fekete doboz belsejére következtessenek ampermérő, telep és dekádós ellenállásdoboz felhasználásával.

A *gimnazisták* közül a *II. kategóriások* Budapesten, az ELTE Általános Fizikai Tanszékén egy Siemens fényelem karakterisztikáját mérték, elektromos tulajdonságait tanulmányozták.

Idén először vett részt a verseny kísérleti fordulójának megrendezésében a Budapesti Műszaki Egyetem Fizikai Intézete. A *III. kategóriás gimnazisták* azt a feladatot kapták, hogy állapítsák meg, mekkora sebességgel áramlik a víz a laborban található (és természetesen zárt) csővezetékben. Ehhez különböző mérőeszközök álltak a versenyzők rendelkezésére. A korábban megszokott gyakorlattól eltérően a verseny kétlépcsős volt. Először a mérés elvileg lehetséges megvalósításáról, az ahhoz szükséges eszközökről és az alkalmazható mérési módszerekről kellett egy rövid tervet készítsenek a versenyzők. Ezt bizonyos idő múlva beadták (de annak másolata náluk maradt), majd a mérés tényleges elvégzéséhez további információkat, tanácsokat kaptak a szervezőktől.

I. díj: **Kovács Krisztián** (Békéscsaba, Kemény Gábor Műsz. Szki., III. o. t., tanárai: Mekis László, Varga István); II. díj: **Birszki Bálint** (Vác, Boronkay György Műsz. Középisk., IV. o. t., tanára: Arany-Tóth László); III. díj: **Kumli Tamás** (Pécs, Zipernovský K. Ip. Szki., IV. o. t., tanárai: Kiss Jenő, Kardos Gyula); 4. **Nagy Gábor** (Bp., Kolos R. Műsz. Szki., IV. o. t., tanára: Szabó Erzsébet); 5. **Korpos Tibor** (Paks, Energetikai Szakképz. Int., tanárai: Csajági Sándor, Kotek László); 6. **Tarsoly András** (Zalaegerszeg, Ganz Á. Műsz. Középisk., IV. o. t., tanára: Sörlei József).

*További helyezettek:* 7. Takács Norbert (Győr, Pattantyús-Á. G. I. Szki., IV. o. t.); 8. Antos József (Bp., Egressy G. Ip. Szki., IV. o. t.); 9. Straub Kornél (Miskolc, Bláthy O. Villamosip. Szki., IV. o. t.); 10. Nyéki József (Debrecen, Gábor D. Elektr. Műsz. Középisk., III. o. t.); 11. Horváth Gabriella (Vác, Boronkay Gy. Műsz. Szki., IV. o. t.); 12. Benkó Tibor (Budapest, Egressy G. Ip. Szki., IV. o. t.); 13. Kiss Olivér (Debrecen, Mechwart A. Gépip. Műsz. Középisk., III. o. t.); 14. Csorba Zoltán (Békéscsaba, Széchenyi I. Közg. és Külker. Szki., IV. o. t.); 15. Krüpl Zsolt (Esztergom, Bottyán J. Műsz. Középisk., IV. o. t.); 16. Gazdag Károly (Barcs, Erdészeti-, Vízép. és Vízgazd. Szki., IV. o. t.).

## A fizika II. kategória eredménye

I. díj: **Szeredi Tibor** (Budapest, Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., IV. o. t., tanára: Horváth Gábor); II. díj: **Németh Tibor** (Győr, Révai M. Gimn., III. o. t., tanára: dr. Somogyi Sándor); III. díj: **Futó Gábor** (Budapest, Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., IV. o. t., tanára: Horváth Gábor); 4. **Juhász Sándor** (Budapest, Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., IV. o. t., tanára: Horváth Gábor); 5. **Költl Péter** (Győr, Révai M. Gimn., IV. o. t., tanára: Székely László); 6. **Kautny Szabolcs** (Budapest, Arany J. Gimn., III. o. t., tanára: Seltsam László); 7. **Jurek Zoltán** (Debrecen, Fazekas M. Gimn., IV. o. t., tanára: Türk Zsuzsanna); 8. **Wagner Ferenc** (Tata, Eötvös J. Gimn., III. o. t., tanára: Ádám Árpád); 9. **Csikor Ferenc** (Budapest, Piarista Gimn., IV. o. t., tanára: Nyeste Pál); 10. **Lengyel Krisztián** (Cegléd, Kossuth L. Gimn., III. o. t., tanára: Túri László).

*További helyezettek:* 11. Szép János (Szolnok, Versegly F. Gimn., IV. o. t.); 12. Tóth Zoltán (Zalaegerszeg, Zrínyi M. Gimn., IV. o. t.); 13. Pálfalvi László (Pécs, Apáczai Cs. J. Gimn., IV. o. t.); 14. Buronyi László (Budapest, Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., III. o. t.); 15. Gálfi Gergely (Budapest, Budapesti Ref. Gimn., IV. o. t.); 16. Vidéki András (Kecskemét, Piarista Gimn., III. o. t.); 17. Szalai Zoltán (Győr, Kazinczy F. Gimn., IV. o. t.); 18. Kárpáti Attila (Budapest, Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., IV. o. t.); 19. Mészáros Attila (Zalaegerszeg, Zrínyi M. Gimn., IV. o. t.); 20. Borsányi Szabolcs (Budapest, Piarista Gimn., III. o. t.); 21. Ujvári Tamás (Pécs, JPTE Babits M. Gyak. Gimn., III. o. t.); 22. Brunzel András (Salgótarján, Bolyai J. Gimn., IV. o. t.); 23. Salk Miklós (Pécs, JPTE Babits M. Gyak. Gimn., III. o. t.); 24. Gillemot László (Budapest, Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., III. o. t.); 25. Kapta Krisztián (Csenger, Ady E. Gimn., IV. o. t.).

## A fizika III. kategória eredménye

I. díj: **Varga Dezső** (Miskolc, Földes F. Gimn., III. o. t., tanára: Szabó Kálmán); II. díj: **Prohászka Zoltán** (Budapest, Veres Pálné Gimn., IV. o. t., tanára: Oporné Fodor Mária); III. díj: **Szancsik Endre** (Budapest, ELTE Apáczai Cs. J. Gyak. Gimn., IV. o. t., tanára: Flórik György); 4. **Németh Zoltán Ádám** (Budapest, ELTE Apáczai Cs. J. Gyak. Gimn., IV. o. t., tanára: Holics László); 5. **Weiner Mihály** (Budapest, Berzsényi D. Gimn., III. o. t., tanára: Istók Katalin); 6. **Balázs Márton** (Budapest, ELTE Apáczai Cs. J. Gyak. Gimn., IV. o. t., tanára: Zsigri Ferenc); 7. **Boros László** (Budapest, ELTE Apáczai Cs. J. Gyak. Gimn., IV. o. t., tanára: Holics László); 8. **Késmárki István** (Szeged, JATE Ságvári E. Gyak. Gimn., IV. o. t., tanárai: Homolya Ernő, Erdei Imre); 9. **Szabó János Zoltán** (Budapest, ELTE Apáczai Cs. J. Gyak. Gimn., III. o. t., tanára: Zsigri Ferenc); 10. **Bakos Gáspár** (Budapest, ELTE Apáczai Cs. J. Gyak. Gimn., IV. o. t., tanára: Flórik György); 11. **Gergi Miklós** (Jászberény, Lehel Vezér Gimn., IV. o. t., tanára: Oltvölgyi Béla);

*További helyezettek:* 12. Görbe Mihály (Kecskemét, Katona J. Gimn., III. o. t.); 13. Környei László (Győr, Czuczor G. Bencés Gimn., IV. o. t.); 14. Kenesei Péter (Budapest, ELTE Radnóti M. Gyak. Gimn., IV. o. t.); 15. Halbritter András (Győr, Czuczor G. Bencés Gimn., IV. o. t.); 16. Koniorczyk Mátyás (Budapest, ELTE Apáczai Cs. J. Gyak. Gimn., IV. o. t.); 17. Valenta Ferenc (Budapest, ELTE Apáczai Cs. J. Gyak. Gimn., III. o. t.); 18. Garabán György (Budapest, Petőfi S. Gimn., IV. o. t.); 19. Fekete Attila (Budapest, Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., IV. o. t.); 20. Kasza Tamás (Kecskemét, Katona J. Gimn., IV. o. t.); 21. Kovács Szabolcs (Bonyhád, Petőfi S. Evang. Gimn., IV. o. t.); 22. Hódossy Szabolcs (Budapest, Táncsics M. Gimn., IV. o. t.); 23. Földi Péter (Salgótarján, Bolyai J. Gimn., IV. o. t.); 24. Adorjáni Endre (Budapest, ELTE Radnóti M. Gyak. Gimn., IV. o. t.).

Holics László