

## A FIZIKA ORSZÁGOS KÖZÉPISKOLAI TANULMÁNYI VERSENY HARMADIK FORDULÓJA A HARMADIK KATEGÓRIA RÉSZÉRE

– 2004

Vannay László, Fülöp Ferenc, Máthé József, Nagy Tamás, Vankó Péter  
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Természettudományi Kar  
Fizikai Intézet, Kísérleti Fizika Tanszék

A Fizika Országos Középfiskolai Tanulmányi Verseny – a korábbi évekhez hasonlóan – ebben az évben is három kategóriában került megrendezésre. Külön-külön csoportban versenyeztek a szakiskolák tanulói, az általános-, valamint az emelt szintű fizikaoktatásban részesülő diákok.

Mind a három csoport részére három fordulóból állt a verseny. Az első két forduló során elméleti problémákat kellett megoldaniuk a versenyzőknek, míg a harmadik fordulóban mérési feladatokkal kellett megbirkóznuk. A harmadik fordulóban az első két forduló legjobbjai mértek össze tudásukat és ügyességüket.

A BME Fizikai Intézet az emelt szintű fizikaoktatásban részesülő diákok (harmadik kategória) versenyének harmadik fordulóját rendezte. A versenynek ebben a fordulójában tizenkilenc fiatal vett részt. Közleményünkben, erről a versenyről számolunk be.

Dolgozatunkban bemutatjuk a versenyforduló kezdetekor kiadott írásos anyagot úgy, ahogy a versenyzők megkapták. Ezen anyag segítségével akartuk megismertetni a versenyzőket a megoldandó feladattal, és a feladat megoldásához rendelkezésükre álló eszközökkel. A kiadott írásos anyagok bemutatása után vázoljuk a kitűzött feladatok megoldásának módját, majd beszámolunk a verseny közben és az értékelés során szerzett tapasztalatakról, és a versenyzők eredményeiről, végül köszönetet mondunk mindazoknak, akik közreműködtek a verseny előkészítésében, vagy lebonyolításában.

### A feladat

*Vasmas relatív permeabilitásának meghatározása, valamint elmozdulásérzékelők összeállítása, hitelesítése és alkalmazása.*

#### A. Relatív permeabilitás mérése

3 V-os, tápfeszültséget alkalmazva, határozza meg a mérőhelyen található transzformátorlemez anyagának az adott körülmények között érvényes relatív permeabilitását.

#### B. Elmozdulásérzékelők összeállítása, hitelesítése és alkalmazása

B.1. A rendelkezésére álló elemekből állítson össze olyan eszközt, amelynek valamely mérhető jellemzője egy elmozdulástól függ. Az összeállítással egy elmozdu-

lás (távolság) mérésére alkalmas érzékelőt kap. Rajzolja le az érzékelő vázlatát, és röviden ismertesse működését.

B.2. Hitelesítse az összeállított érzékelőt, azaz határozza meg a mérhető jellemző és az elmozdulás közötti kapcsolatot.

B.3. A hitelesítés során kapott mérési eredményeit adja meg táblázatban, és tüntesse fel grafikonon is.

B.4. A hitelesített eszközzel mérje meg a kiadott zománcozott rézhuzal átmérőjét.

B.5. A rendelkezésére álló elemekből többfajta elmozdulásérzékelő állítható össze. Lehetőleg állítson össze Ön is többfélért, és végezze el ezek hitelesítését is, majd ezekkel is mérje meg a kiadott zománcozott rézhuzal átmérőjét.

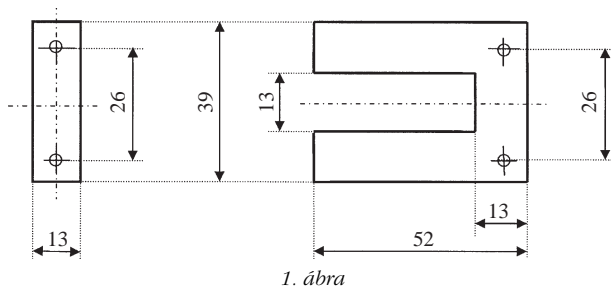
B6. Röviden jellemezze az összeállított eszközöket.

Az értékelés megkönnyítése érdekében a mérésekhez mindig 3 V-os tápfeszültséget alkalmazzon, és ha mérése valamely részében állandó frekvenciát akar alkalmazni, akkor 50 Hz-es frekvenciát használjon!

A verseny során végzett munkájáról készítsen részletes jegyzőkönyvet!

*A feladat megoldásához rendelkezésre álló anyagok és eszközök:*

- 2 db tekercs (mindegyiken 600 menet) végeiken banándugós huzallal
- 26 db U alakú vasmas lemez
- 26 db I alakú vasmas lemez
- 2 db csavaranyával
- 1 db HAMEG gyártmányú hanggenerátor-teljesítményerősítővel (a használatával kapcsolatos tudnivalókat a mérőhelyen megtalálja)
- 1 db HAMEG gyártmányú multiméter (ismertetését a mérőhelyen megtalálja)
- 1 db „univerzális kéziműszer” (a használatával kapcsolatos tudnivalókat a mérőhelyen megtalálja)
- 1 db plexidoboz, belsejében kondenzátorral, továbbá 2  $\Omega$ -os és 10  $\Omega$ -os ellenállással, banánhüvelyes kivezetésekkel, (a kondenzátor kapacitásának értékét a doboz oldalán feltüntettük)
- 10 db 0,2 mm vastag műanyaglapocska
- 1–1 db 1, 2, 4 és 5 mm vastag műanyaglapocska
- Csavarhúzó és fogó
- Mérőzsinórok, banándugóval és csatlakozó kábelek a hanggenerátorhoz és az erősítőhöz
- Milliméterpapír szükség szerint
- Az ismeretlen átmérőjű zománcozott rézhuzal



1. ábra

A vasmaglemezek vastagsága 0,5 mm, és további méreteik az 1. ábráról leolvashatók. A lemezek felületkezeltek, így az örvényáramok kialakulásának megakadályozása miatt külön szigetelést nem igényelnek.

#### Megjegyzések

- Ha a kiadott műszerek használatával kapcsolatban problémái jelentkeznek, forduljon a felügyelő tanárokhoz.
- Ha munkája közben rendellenességet tapasztal, azonnal jelentse a felügyelő tanároknak.
- Tartsa be a balesetvédelmi előírásokat! Vigyázzon saját magára és az eszközök épségére!

## A feladat megoldása

Az A feladat megoldásához a 26 db U alakú lemezből összeállított vasmagra ráhúztuk az egyik tekercset, majd az összefogott 26 db I alakú lemez felhasználásával zárttá tettük a vasmagot.

A zárt vasmagos tekercs önindukciós együtthatója mérésrel és számítással is meghatározható. A két eredmény összevetéséből megkapjuk a transzformátorlemezek relatív permeabilitásának értékét.

Méréssel a tekercs önindukciós együtthatója – a rendelkezésre álló elemek felhasználásával – soros rezgőkörrel határozható meg legegyszerűbben. Az alkalmazott kapcsolást a 2. ábra mutatja, ahol  $C = 4,36 \mu\text{F}$ .

Ismeretes, hogy a soros rezgőkör árama rezonancia esetén éri el a legnagyobb értékét. Rezonancia akkor jön létre, ha:

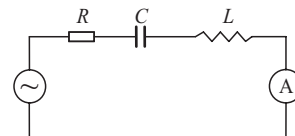
$$(2\pi f_0)^2 = \frac{1}{LC}$$

Ha az összeállított áramkörben állandó (3 V-os) generátor feszültség mellett, a frekvencia változtatásával, az áramot mérve megkeressük a rezonanciafrekvenciát, ( $f_0$ -t), akkor a kondenzátor kapacitását ( $C$ ) ismerve meghatározhatjuk a tekercs önindukciós együtthatóját ( $L$ ).

Öt mérési eredmény átlagát véve azt találtuk, hogy a rezonanciafrekvencia:  $f_0 = 128,4 \text{ Hz}$ , 2,02%-os hibával. A mérési eredmények felhasználásával a zárt vasmagos tekercs önindukciós együtthatója:

$$L = \frac{1}{(2\pi f_0)^2 C} = \frac{10^6}{4 \cdot \pi^2 \cdot 128,4^2 \cdot 4,36} = 352,39 \cdot 10^{-3} \text{ H}$$

Számítással a tekercs önindukciós együtthatóját az alábbi összefüggés felhasználásával határozhatjuk meg:



2. ábra

$$L = \frac{\mu_r \mu_0 A N^2}{l_v},$$

ahol  $\mu_r$  a keresett relatív permeabilitás,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$  a vákuum permeabilitása,  $A$  a vaskeresztmetszet (a lemezek méretéből meghatározhatóan  $1,3 \times 1,3 \text{ cm}^2$ ),  $N$  a tekercs menetszáma és  $l_v$  a „közepes vashossz” (a lemezek méreteiből  $2 \cdot (2,6 + 5,2) = 15,60 \text{ cm}$ ).

Az adatok felhasználásával:

$$L = \mu_r \cdot 49,01 \cdot 10^{-5} \text{ H}$$

A mérésrel és a számítással kapott eredményeket összevetve:

$$\mu_r = \frac{352,39 \cdot 10^{-3}}{49,01 \cdot 10^{-5}} = 719,02$$

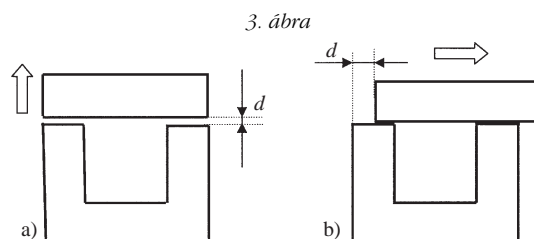
A feladat B részének megoldására két lehetőség kínálkozik. Az egyik esetben egy tekercset helyezünk el a lemezekből kialakított vasmagon, és a tekercssel kialakított soros rezgőkör rezonanciafrekvenciáját vagy a tekercs önindukciós együtthatóját (esetleg impedanciáját) vizsgáljuk a vasmag mágneses ellenállásának függvényében.

A másik esetben két tekercset helyezünk el a vasmagon és az így létrejött transzformátornak állandó primer feszültség (3 V) mellett a szekunder feszültségét, vagy az áttételét vizsgáljuk a vasmag mágneses ellenállásának függvényében.

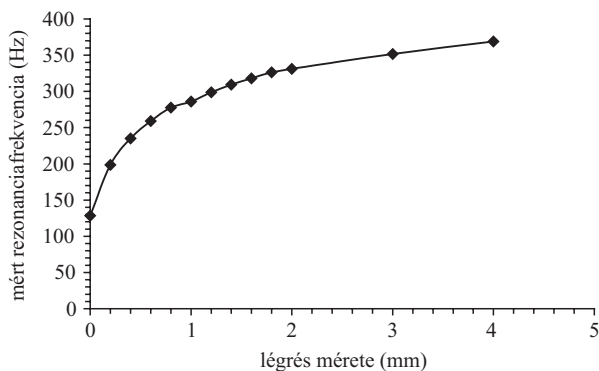
A vasmag mágneses ellenállása elsősorban a 3. ábrán bemutatott módon változtatható. Az I alakú lemezekből kialakított vasmag részt távolítva a tekercset kitöltő U alakú lemezekről, a mágneses körben lévő légrés méretének változtatásával módosítható a mágneses ellenállás. De változtatható a mágneses ellenállás az I alakú lemezekből álló résznek az U alakú lemezekben történő elcsúsztatásával is.

Látható volt, hogy a megméréndő drótvastagság valamivel nagyobb mint 1 mm. Tehát érzékelőnkkel ilyen nagyságrendű távolságot kell megmérnünk.

A szóba jöhető összeállítások jellemzőit kimérve, azt lehet megállapítani, hogy a mágneses ellenállásnak a 3.b ábra szerinti változtatásával megfelelő pontossággal csak nagyobb, 4–8 mm-es távolságok mérhetőek. Ezért a tovább-



3. ábra



4.a ábra. Vasmagos tekercs rezonanciafrekvenciája a légrésméret függvényében

biakban csak a 3.a ábra szerinti összeállításokon végzett méréseink eredményeit közöljük.

A vasmagon elhelyezett tekercssel kialakított soros rezgőkör rezonanciafrekvenciáját, illetve ennek ismeretében a tekercs önindukciós együtthatóját a légrés 0,2 mm-es lépésekben történő változtatása közben mértük. A légrés méretét az erre a célra kiadott műanyag lapocskák felhasználásával változtattuk. Minden légrésméretnél öt-öt mérést végeztünk és a kapott eredmények számtani közepét vettük figyelembe. (A mérések hibája nem volt nagyobb, mint 2%.) Mérési eredményeink felhasználásával készült a 4. ábra.

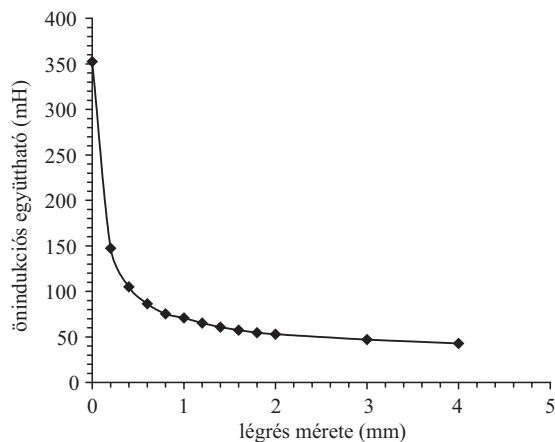
A két tekercs és a vasmag segítségével kialakított transzformátor viselkedését 3 V-os primer feszültséget alkalmazva, a légrést 0,2 mm-es lépésekkel változtatva vizsgáltuk. Egy adott légrésméret mellett a szekunder feszültséget öt-öt alkalommal mértük meg, és az így kapott értékek számtani közepét vettük figyelembe. (A mérés hibája kisebb volt, mint 0,5%.) Mérési eredményeink felhasználásával készült az 5. ábra.

A mérési eredményeket feltüntetető ábrák – „hitelesítési görbék” – felhasználásával lehet megmérni a kiadott zománcozott huzal átmérőjét. A légrés méretét a mérendő mintával állítjuk be, majd megmérjük az érzékelő kiválasztott jellemzőjét (a soros kör rezonanciafrekvenciáját, a tekercs önindukciós együtthatóját, vagy a transzformátor szekunder feszültségét). A kiválasztott jellemző értékének ismeretében a grafikonokról leolvasható a minta mérete. A kiadott zománcozott huzal átmérője:  $D = 1,24$  mm volt.

A felrajzolt grafikonok azt mutatják, hogy a kialakított érzékelők 2–3 mm-ig jól használhatók.

## A versenymunkákkal kapcsolatos tapasztalatok

A vasmag relatív permeabilitását a legtöbben a középiskolákban használatos Függvénytáblában található, a tekercs önindukciós együtthatóját megadó képlet felhasználásával határozták meg. Megmérték a légmagos és az I alakú (néhányan az U alakú) vasmag lemezekkel kitöltött tekercs önindukciós együtthatóját, majd a két érték hányadosát véve számították ki a lemezek anyagának relatív permeabilitását. Az így kapott eredmények 4 és 5 körül változtak.



4.b ábra. Vasmagos tekercs önindukciós együtthatója a légrésméret függvényében

A versenyzők zöme nem vette figyelembe, hogy az általuk használt összefüggés milyen feltételek mellett alkalmazható.

Nem tűnt fel senkinek sem, hogy a Függvénytábla az indukció függvényében 3000-tól 64-ig változó értéket ad meg a transzformátorlemezek relatív permeabilitására.

Akadott olyan versenyző is, aki eltérő értéket várt az I és az U alakú lemezek permeabilitására. Néhány versenyző a tekercsbe helyezett vasmaglemezek számának változtatásától várta a relatív permeabilitás módosulását.

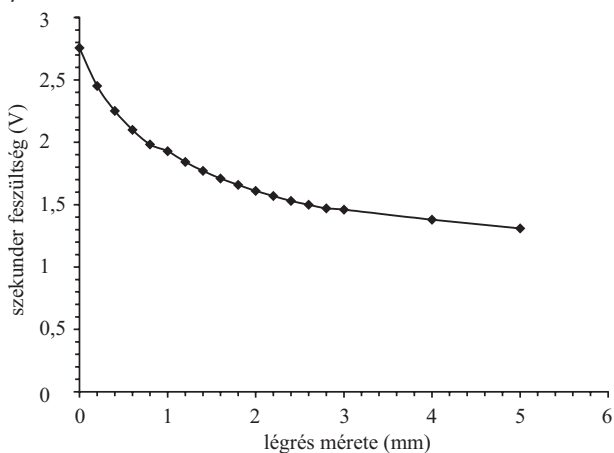
Két versenyző volt, aki – helyesen – teljesen zárt vasmaggal végezte vizsgálatait.

Az elmozdulásérzékelő kialakítására és hitelesítésére majdnem mindenkinek volt jól használható ötlete. Észrevették azt, hogy a vasmagos tekercs önindukciós együtthatója és impedanciája, a transzformátor áttétele függ a légrés méretétől.

Az önindukciós együtthatót soros rezgőkör segítségével vizsgálták. A tekercs impedanciáját az Ohm-törvény segítségével állapították meg, áram és feszültség méréssel. Sajnos sokan „ideális” tekercssel számoltak, és nem vették figyelembe az impedancia valós részét, az ohmos ellenállását.

Többen készítettek elmozdulásérzékelőt úgy, hogy a tekercsből kihúzták a vasmagot és e közben mérték a

5. ábra. Transzformátor szekunder feszültsége a légrésméret függvényében



tekercs önindukciós együttthatójának, vagy az impedanciájának a változását. Ennél a megoldásnál használtak I és U alakú lemezekből készített vasmagot is.

A jegyzőkönyvek értékelése alapján valószínűsíthető, hogy a versenyzők nagy része nem volt tisztába azzal, hogy a relatív permeabilitás a mágneses tértől (a mágneses térerősségtől, illetve az indukciótól) és az anyagtól függő jellemző.

Az elméleti fordulók után a versenyzők pontszáma 250 és 295 között változott. A harmadik forduló „széthúzta” a mezőnyt, és néhány esetben jelentősen módosította a sorrendet. A gyakorlati forduló jegyzőkönyveire adott pontszámok 20-tól 200-ig változtak.

Az elméleti és a gyakorlati fordulókra elért pontszámok összesítése után a pontszámok 280 és 465 között változtak.

Az első tíz helyen öt vidéki és öt budapesti diák osztozott.

A résztvevők véleménye szerint nehéz volt a feladat. Tekintettel arra, hogy akadt olyan diák, aki helyesen oldotta meg a kitűzött feladatot, úgy gondoljuk, hogy az megfelelő színvonalú volt. Egy versenyen, ahol sorrendet kell megállapítani, nem lehet cél, hogy a feladatot minél többen jól oldják meg.

## Az összesített eredmények alapján a 2004. évi verseny első tíz helyezettje

1. VÍGH MÁTÉ a PTE Babits Mihály Gyakorló Gimnázium és Szakközépiskola tanulója 465 ponttal

2. KÓMÁR PÉTER, Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, 442

3. MAZROA DÁNIEL, SZTE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium, 395

4. Kanász N. Márton, Árpád Gimnázium (Bp.), 381

5. Németh Adrián, Fazekas M. Fővárosi Gyak. Ált. Isk. és Gimn., 380

6. Berczédi Balázs, Szilágyi Erzsébet Gimn. és Koll. (Eger), 379

7. Horváth Márton, Fazekas M. Fővárosi Gyak. Ált. Isk. és Gimn., 376

8. Kaposi Ambrus, Pannonhalmi Bencés Gimn. és Kollégium, 354

9. Rácz Béla András, Fazekas M. Fővárosi Gyak. Ált. Isk. és Gimn., 351

10. Balázs Krisztián, PTE Babits M. Gyak. Gimn. és Szakközép., 347

## Köszönetnyilvánítás

A verseny lebonyolításához szükséges anyagi hátteret az Országos Közoktatási Értékelési és Vizsgaközpont biztosította. Ezt ezúton is köszönjük. A verseny lebonyolításához szükséges eszközök elkészítéséért és a megfelelő körülmények megteremtéséért Horváth Bélának, Halász Tibornak, Kovács Ferencnének, Gál Bélának és Mezey Miklósnak mondunk köszönetet. Reméljük, hogy munkájuk eredményeként a versenyzők jól érezték magukat a verseny alatt. A feladat kitűzésével, a verseny lebonyolításával kapcsolatos hasznos tanácsaiért Tóth Andrásnak és Kálmán Péternek mondunk köszönetet. A versennyel kapcsolatos adminisztrációs és gazdasági ügyek intézéséért Köves Endrénét és Gál Bélánét illeti köszönet. Elismerés és köszönet illeti mindazokat, (szülőket, tanárokat, barátokat stb.) akik segítettek a versenyzők munkáját és ezzel hozzájárultak a verseny sikeréhez.

## HÍREK – ESEMÉNYEK

# A 2004. ÉVI BOLYAI-DÍJAS: BOR ZSOLT AKADÉMIKUS

Bor Zsolt 1949-ben született. Nagyon korán jelét adta kivételes képességeinek: középiskolás korában már korosztálya kiemelkedő tehetségének számított.

Az egyetem elvégzése után a József Attila Tudományegyetem Kísérleti Fizikai Tanszékén kezdett dolgozni, ahol a tradicionális fluoreszcenciavizsgálatokra épülő modern lézerfizikai kutatások meghatározó egyéniségévé vált. Irányításával az Intézet a lézerfizika nemzetközi szinten kiemelkedő, rangos műhelye lett. Nevéhez fűződik az Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék alapítása, jelenleg is ennek tanszékvezetője. Kiemelendő, hogy a szegedi fizikai iskola legendás alakja, Budó Ágoston tragi-

A Díjbizottság nevében Roska Tamás állította össze a díjazott méltóságát.

kusan fiatal elhalálózása után Bor Zsoltnak döntő érdeme volt abban, hogy mára a szegedi egyetem fizikai iskolája a magyar fizikusközösség nagyra értékelt műhelyévé lett.

Bor Zsolt tudományos munkásságának középpontjában a lézerek működésének megértése, fejlesztése és gyakorlati alkalmazása áll.

Pályájának kezdetén egy új lézerfizikai jelenséget fedezett fel, amelyet felhasználva, rendkívül rövid, úgynevezett femtoszekundumos lézerimpulzusokat sikerült előállítania. Rácz Bélával és Szabó Gáborral kidolgozta ezen impulzusok erősítésének és időtartamának mérésére szolgáló módszereket. A femtoszekundumos lézerimpulzusok a tudomány számára azért fontosak, mert segítségével még a milliommód másodperc milliommód részé-