

A FIZIKA OKTV HARMADIK FORDULÓJA, A MÁSODIK KATEGÓRIA RÉSZÉRE – 2011

Vannay László, Fülöp Ferenc
BME Fizikai Intézet, Fizika Tanszék

A BME Fizikai Intézet 1994 óta rendezi a fizika Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny (OKTV) harmadik, döntő fordulóját. Korábban három kategóriában versenyeztek a diákok. Első kategóriában az „emeltszintű” fizikaoktatásban részesülők, a másodikban az általános tantervű gimnáziumok tanulói, míg a harmadik kategóriában a szakközépiskolák diákjai versenyeztek.

A fizika OKTV – a 2007/2008-as tanévtől kezdődően – két csoportban (kategóriában) kerül megrendezésre.

A diákok hovatarozása a versenykiírás szerint:

„Az I. kategóriába azok a középiskolai tanulók, akik nem tartoznak a II. kategóriába.

A II. kategóriába azok a gimnáziumi tanulók, akik a 9. évfolyammal kezdődően – az egyes tanévek heti óraszámát összeadva – a versenyben való részvétel tanévének heti óraszámával bezárólag összesen heti 8, vagy annál több órában tanulják a fizikát bizonyítványban feltüntetett tantárgyként.”

Mind a két csoport részére három fordulóból áll a verseny. Az első két forduló során elméleti problémákat kell megoldaniuk a versenyzőknek, míg a harmadik fordulóban mérési feladatokkal kell megbirkózniuk. A harmadik fordulóban az első két forduló legjobbjai mérik össze tudásukat.

A verseny értékelése a második (maximum 60 pont) és a harmadik (maximum 40 pont) fordulóban szerzett pontok összegzésével történik. Ha az összesítés után egyenlő pontszám jön létre, a sorrendet a harmadik fordulón elért pontszám határozza meg.

A délelőtti versenyzők



A BME Fizikai Intézet ebben az évben az II. kategória versenyének harmadik – döntő – fordulóját rendezte. A versenyen 30 diák vett részt, két 15 fős csoportban. Az egyik csoport délelőtt 8-tól 12 óráig, a másik 12.30-tól 16.30-ig dolgozhatott, egymástól függetlenül elválasztott mérőhelyeken. A mérőhelyeket sorsolással osztottuk ki a versenyzők között.

Dolgozatunkban először bemutatjuk a verseny kezdetekor kiadott írásos anyagot, úgy ahogy a versenyzők megkapták. A kiadott írásos anyag bemutatása után vázoljuk a kitűzött feladatok megoldásának módját, majd beszámolunk az értékelés során szerzett tapasztalatokról, a versenyzők eredményeiről, és végül köszönetet mondunk mindazoknak, akik közreműködtek a verseny előkészítésében vagy lebonyolításában.

A versenyzők részére kiadott írásos anyag:

Mérések függőleges alumínium, illetve sárgaréz csőben eső mágnessel – 2011

A feladatok

1.) Vizsgálja meg, hogyan mozog a függőleges ötvözött alumínium –, illetve sárgaréz csőben egy eső mágnes! (Az eső mágnes több kis mágnesből is állhat.) Részletesen ismertesse a mérés menetét, rajzolja fel az út–idő grafikonokat, és értelmezze azokat! (10 pont)

2.) Ismertesse az 1. pont szerint vizsgált folyamat közben jelentkező fizikai folyamatokat, és azok hatását! (5 pont)

3.) Rajzolja fel azt a jelalakat, amit akkor kapna, ha a mérőtekerésben indukálódó feszültséget egy rövid idő alatt lejátszódo jelek megjelenítésére alkalmas eszköz (például oszcilloszkóp) képernyőjén jelenítené meg! Rajzához fűzzön magyarázatot! (5 pont)

4.) Mérései segítségével határozza meg, hogy a sárgaréz fajlagos ellenállása hány-szorososa az ötvözött alumínium fajlagos ellenállásának! Számításához fűzzön magyarázatot! (7 pont)

5.) Gondoljon ki és végezzen el újabb mérést annak igazolására, hogy az előzőleg a fajlagos ellenállások arányának megállapításakor alkalmazott

eljárás helyes volt, azaz a kapott eredményt nem befolyásolták egyéb fizikai folyamatok! (7 pont)

6.) Ha a sárgaréz csőben egyszerre két mágnes esik, mekkora legyen a közöttük lévő távolság, hogy ne befolyásolják egymás hatását? (Mérje meg – és rajzolja fel – a közös sebességet, a mágnesek közötti távolság függvényében!) (6 pont)

A feladatok megoldásához az alábbiak állnak rendelkezésére:

1.) Egy-egy darab ~98 cm hosszú, Ø10×1,5 mm-es (10 mm-es külső átmérő és 1,5 mm-es falvastagság) sárgaréz-, illetve ötvözött alumínium cső (az egyik végétől 10 cm-enkénti jelöléssel).

2.) 1 db műanyag gyűrű a csövek felfüggesztéshez (helyzete rögzíthető).

3.) 1 db állvány.

4.) 1 db tekercs, mérőzsinórral és rögzítő csavarral (a menetszám: $n = 1100$).

5.) 1 db galvanométer (használati utasítás a mérőhelyen).

6.) 5 db neodímium mágnesgyűrű* (átmérő 6/2 mm, magasság 5 mm, anyag: N48).

7.) 1 db stopperóra.

8.) 1 db olló.

9.) 1 db csévetesten zsinog.

10.) 1 db műanyag csipesz.

11.) 1 tekercs szigetelőszalag.

12.) 1 db műanyag vonalzó.

13.) 1 db műanyag edény, puha béléssel, a leeső mágnesek felfogására.

14.) A4-es milliméterpapír.

15.) 1 db 6 cm és 1 db 12 cm hosszú „grafit” cső (Ø 2 mm.)

A verseny időtartama 4 óra.

A verseny folyamán készített írásos anyagain, grafikonjain minden lap első oldalán, a jobb felső sarokban tüntesse fel mérőhelye számát, valamint azt, hogy a délelőtti (De.), vagy a délutáni (Du.) csoportban mért! Egyéb azonosításra alkalmas adatot (név, iskola stb.) ne tüntessen fel!

Méréseit körültekintően végezze. Jegyzőkönyvei olyan részletesek legyenek, hogy a leírtak alapján pontosan megismételhetők legyenek a mérései! Írása olvasható legyen!

A feladatok megoldása

1. feladat

A megoldáshoz a rendelkezésére álló állványra – a műanyag gyűrű és a zsinór segítségével – fel kell függeszteni azt a csövet (1. ábra), amelyben vizsgálni szeretné az eső mágnes viselkedését, majd a csőre fel kell helyezni a tekercset. A tekercs a csövön mozgat-

* *Figyelem! Erős mágneseket használnak!* A használat során különös figyelmet kell fordítani a munkavédelemre. A mágnesekkel PACEMAKER-t használó személy nem dolgozhat. A mágneses térre érzékeny műszerek, eszközök, berendezések működése a mágnesek hatására megváltozhat. A mágneses adathordozókon tárolt adatok megsérülhetnek, vagy megsemmisülhetnek.



1. ábra. A cső felfüggesztésének egy módja.

ható és tetszőleges helyen rögzíthető. A tekercs kivezetéseit banándugóval lehet csatlakoztatni a galvanométerhez. A leírt műveletek elvégzésével a rendszer „mérésre kész”. Az összeállítást úgy kell elkészíteni, hogy mérés közben a cső függőleges helyzetben legyen (2. ábra)!

Ha a csőben mágnes esik a tekercs rögzítésének helyén, a tekercsben feszültség indukálódik, amit a galvanométer kilengése jelez. (A galvanométer érzékenysége változtatható, érdemes a mérés szempontjából a legkedvezőbb érzékenységet beállítani.)

Az út–idő grafikon felvételéhez:

– kiválaszt egy mágnes, amely az öt kis mágnes közül egy, vagy több egymáshoz kapcsolódó darab-ból állhat,

2. ábra. Egy cső a mérőtekercssel az állványon.



1. táblázat					
A csőben eső mágnesek mozgásának főbb jellemzői					
mágnesek száma (db)	alumínium cső		sárgaréz cső		v_s/v_{Al}
	az egyenes egyenlete	sebesség v_{Al} (cm/s)	az egyenes egyenlete	sebesség v_s (cm/s)	
1	$s = 0,0449t - 0,003$	4,49	$s = 0,0954t - 0,0299$	9,54	2,12
2	$s = 0,0601t + 0,0016$	6,01	$s = 0,1249t - 0,0124$	12,49	2,08
3	$s = 0,084t + 0,0032$	8,40	$s = 0,174t - 0,0111$	17,40	2,07
4	$s = 0,113t - 0,0094$	11,30	$s = 0,2281t - 0,0099$	22,81	2,02
5	$s = 0,1334t - 0,0006$	13,34	$s = 0,2721t + 0,0002$	27,21	2,04

– A regressziós állandó négyzete (R^2) minden esetben csak a negyedik jegyben tért el 9-től, és a legrosszabb esetben is a negyedik jegy 5-ös volt. Ez azt jelenti, hogy a mérési adatok igen jól illeszkednek az egyenesre.

– Az egyenesek egyenletében az állandó tag előjelének negatívnak kellene lennie az igen rövid gyorsuló szakasz miatt. A néhány esetben előforduló + előjel a mérési hibáknak tudható be.

– a tekercset a cső felső végétől adott távolságban rögzíti, ezzel meghatározza a vizsgált út hosszát, (az út kezdetét a cső eleje, míg végét a tekercs közepének helye határozza meg),

– beejti a csőbe a mágneset, és stopperórával méri a meghatározott út megtételéhez szükséges időt, (az óra indítása a mágnes elengedésekor, leállítása akkor történik, mikor a galvanométer mutatója a legnagyobb kitérésének kétharmadához ér),

– a mérést többször megismétli, különböző utak esetén (mi egy-egy út esetén 10 mérést végeztünk, és 8–10 különböző úton mértük az esési időt),

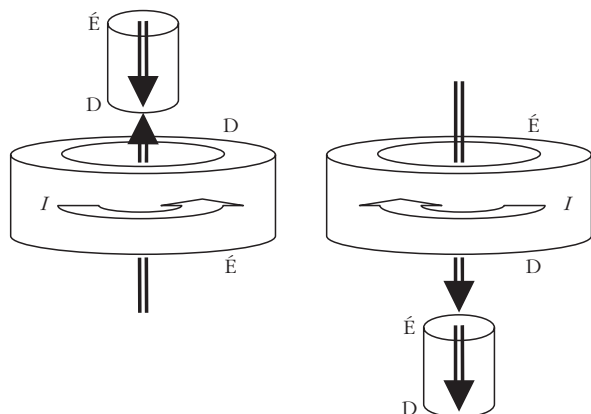
– a kapott mérési adatok felhasználásával felrajzolja az út–idő grafikont.

Gondos mérés esetén az út–idő grafikon egy egyenes, amely majdnem az origóból indul. Tehát az eső mágnes igen gyorsan eléri azt a sebességet, amellyel a csőben mozog. Az állandósult sebesség értéke a grafikon segítségével könnyen meghatározható. (Értéke 4,49 cm/s és 27,21 cm/s között változott, a cső anyagának és az összekapcsolt kis mágnesek számának függvényében.)

Mérési eredményeinket az 1. táblázatban tüntettük fel. A táblázat a mérési pontokra illesztett egyenesek egyenletét, a kapott sebességértékeket, valamint azok hányadosát tünteti fel az eső mágneset alkotó kis mágnesek darabszámának függvényében.

Megjegyzések az egyenesek egyenletével kapcsolatban:

3. ábra. A mágnes átesésekor kialakuló feszültségpolaritás és áramirány.



A versenyzőknek természetesen az ötféle lehetséges mérés közül csak egyet kellett elvégezniük. Kevesebb távolságon (például 20 cm-enként mérve) és távolságonként kevesebb alkalommal mérve is megoldható a feladat.

2. feladat

A cső falában az eső mágnes hatására változik a mágneses fluxus, ennek hatására feszültség indukálódik, ami örvényáramok kialakulását eredményezi. Az örvényáramok a Lenz-törvény értelmében a fluxusváltozást – azaz a mágnes mozgását – igyekeznek gátolni. Az álló helyzetből induló mágnes gyorsulva mozog, ennek hatására egyre nő az indukált feszültség, és ezzel együtt az örvényáramok fékező hatása is. A sebesség addig növekszik, míg az örvényáramok által a mágnesre gyakorolt erő megegyezik a mágnesre ható nehézségi erővel. Ettől kezdve a mágnes állandó sebességgel mozog a csőben. Mivel a mérés igen erős mágnesekkel történik, a gyorsuló szakasz nagyon rövid. (Hossza a rendelkezésre álló eszközökkel nem mérhető.)

(Elvileg a mérőtekercsben kialakuló áram is hat az eső mágnesre, de ez a hatás elbanyagolható.)

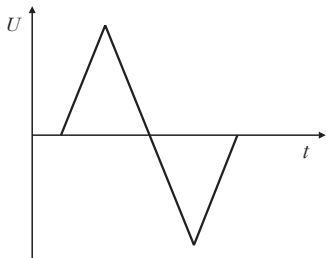
Megemlíthető a mágnes mozgása közben fellépő közegellenállási erő és a cső belső falával való érintkezés hatására jelentkező erő, amelyek hatása szintén elbanyagolható. Ezt igazolja az 5. feladat megoldása.)

3. feladat

Amikor az eső mágnes közeledik a tekercshez, fokozatosan növeli annak fluxusát. Ekkor a tekercsben kialakuló áram olyan irányú, hogy fékezi a mágnes közeledését. Amikor a mágnes elhagyja a tekercset, csökken a fluxus, az indukált áram fékezi a mágnes távolodását a tekercstől. A csőben a mágnessel együtt mozgó örvényáramok tekercsre gyakorolt hatása is ilyen.

Tehát miközben a mágnes átesik a tekercsen, megváltozik a feszültség polaritása, és ezzel az áram iránya is. A viszonyokat az 3. ábra szemlélteti.

Az oszcilloszkóp képernyőjén megjelenő jelalakot a 4. ábra mutatja. Ha a mágnes polaritását megcseréljük, az ábra időtengelyre tükrözötten jelenik meg.



4. ábra. Az oszcilloszkóp képernyőjén megjelenő jelalak.

4. feladat

E feladat kiírását az tette lehetővé, hogy sikerült két különböző anyagból (alumínium és sárgaréz) külső és belső átmérőjében megegyező csövet és hozzájuk megfelelő mágneseket beszerezni.

A csőben eső mágnesek állandósult sebessége azt jelzi, hogy a mágnesre ható nehézségi erő és az örvényáramok mágnesre ható ereje egyensúlyban van. A mágnes és az áram közötti erő arányos a csőfalban kialakuló örvényáramokkal. Ezért: $m \cdot g = k_1 \cdot I$.

Az áramot az indukált feszültség és az érintett csőszakasz elektromos ellenállása határozza meg. Az indukált feszültség arányos az eső mágnes v sebességével – ez határozza meg a fluxusváltozás sebességét – az ellenállás pedig arányos a fal anyagának ρ fajlagos ellenállásával.

Az elmondottak szerint:

$$m \cdot g = k_1 \cdot I = k_1 \cdot \frac{U}{R} = k_1 \cdot \frac{k_2 \cdot v}{k_3 \cdot \rho} = K \cdot \frac{v}{\rho}.$$

Ha a kétféle anyagú – geometriailag teljesen megegyező – csőben ugyanazt a mágneset ejtjük, a felírt egyenlet bal oldala, valamint az arányossági tényezők azonosak. Így az állandó arányossági tényezők (k_1 , k_2 és k_3) összevonásával kapott K arányossági tényező

szintén azonos, ezért a sebességekre és a fajlagos ellenállásokra írható, hogy:

$$\frac{v_{Al}}{\rho_{Al}} = \frac{v_s}{\rho_s}, \text{ ahonnan: } \frac{\rho_s}{\rho_{Al}} = \frac{v_s}{v_{Al}}. \quad (1)$$

Tehát a sárgaréz fajlagos ellenállása annyiszor nagyobb az alumínium fajlagos ellenállásánál, ahány-szor nagyobb sebességgel esik ugyanaz a mágnes a sárgaréz csőben, mint az alumínium csőben. A mérési eredményekből meghatározott arányokat feltüntettük az 1. táblázat utolsó oszlopában. Az öt mérés adataiból számított arány átlaga 2,066. A hiba 2,55 %

Megjegyzések a fajlagos ellenállások arányának meghatározásával kapcsolatban:

- az esési sebességek mérése egy kis mágnessel végzett mérés esetén történt a legnagyobb hibával, az indulási bizonytalanság, valamint a cső átmérőjének és a mágnes hosszának azonossága következtében,
- a fajlagos ellenállások arányára kapott számok esetén a legnagyobb és a legkisebb szám közötti eltérés is kisebb, mint 4%,
- a kapott eredmények jó egyezést mutattak az ohmos ellenállás mérésével kapott eredményekkel. (Az ohmos ellenállások mérését a csövek igen kis ellenállása miatt négyvezetékes módszerrel végeztük.)

5. feladat

Az 1. feladat megoldása során felmerül a kérdés, hogy a mágnes esése közben a cső falával történő érintkezés, a mozgás során fellépő légellenállás hatása elhanyagolható mértékű-e? A kérdés eldöntésének egyszerű módja, ha a mérést megismételjük a korábban alkalmazott mágnesből eltérő számú kis mágnesből összeállított mágnes segítségével. (Például, ha az 1. feladat megoldásához két kis mágnesből összeállított mágneset használunk, akkor a mérést három, négy, vagy öt kis mágnesből összeállított mágnessel ismételjünk meg.)

A megismételt mérés esetén megváltoznak a mágnes jellemzői, módosul a mágnes és a cső kölcsönhatásának geometriája, és más lesz az esés sebessége. Ha ezen változások ellenére a korábbival egyező eredményt kapunk, azt mondhatjuk, hogy a fent említett befolyásoló tényezők hatása az eredményre elhanyagolható.

Az 1. táblázatban feltüntetett eredmények igazolják az alkalmazott mérési eljárás helyességét, a mérési eredmények megbízhatóságát. A különböző mágnesek segítségével meghatározott fajlagos ellenállás arányok megegyeznek.

A délutáni versenyzők



A versenyzők az 1. feladat megoldásakor megállapíthatták, hogy a csőben eső mágnes egy igen kis gyorsuló szakasztól eltekintve, végig állandó sebességgel esik a csőben. Ezért csak néhány távolságon mérve az esési időt, könnyen meghatározhatták a megváltoztatott eső mágnes állandósult sebességét a két különböző anyagú csőben. A két sebesség ismeretében, pedig (1) felhasználásával a fajlagos ellenállások arányát.

Mivel az első feladat megoldása során felrajzolt idő-grafikonok kis eltéréstől eltekintve a $(t = 0, v = 0)$ pontból indulnak, nem követ el nagy hibát az, aki csak egy adott távolság megtételéhez szükséges időt méri a két csőben az esési sebességek meghatározásához.

6. feladat

Azt, hogy a két mágnes esés közben egymástól állandó távolságra legyen, a 2 mm átmérőjű „grafit” csövek segítségével biztosítottuk. A mágnesgyűrűket a csőre felfűztük, és helyzetüket szigetelőszalaggal rögzítettük.

Először 1 db mágneset rögzítettünk a 6 cm hosszú „grafit” csőre, és 90 cm hosszú úton mértük az esés idejét. Mérési eredményeink felhasználásával az esés sebessége: $v_1 = 0,1329$ m/s.

Ezután a 12 cm hosszúságú csőre fűztük fel, és egymástól különböző távolságokra rögzítettük a két mágneset, majd mindig 90 cm-es úton mértük a két mágnes együttes esési idejét. (Az utat álló helyzetben, a sárgaréz csőben alul elhelyezkedő mágnesről mértük.)

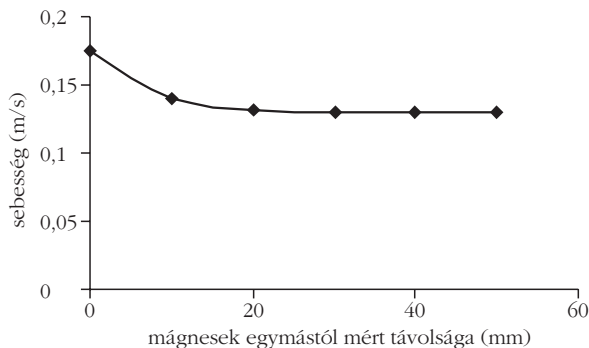
Az összehasonlításához, hasonló körülmények biztosítása érdekében helyeztünk el a 6 cm-es rúdon egy mágneset, és a 12 cm-es rúdon két mágneset.

A mért sebességek a 2. táblázatban feltüntetettek szerint alakultak.

2. táblázat	
mágnesek egymástól mért távolsága (mm)	közös sebesség (m/s)
0	0,1745
10	0,1401
20	0,1320
30	0,1296
40	0,1296
50	0,1296

A mérési eredményeket ábrázoltuk az 5. ábrán. A táblázat adatai, és a grafikon alapján jól látszik, hogy ha a két mágnes egymástól legalább 30 mm-re van, a közös sebességük már nem függ a közöttük lévő távolságtól, és ez a sebesség jól egyezik azzal az eredménnyel, amit a rövid grafitcsövön lévő 1 db mágnes esetében mértünk.

Megjegyezzük, hogy az egy mágnessel végzett mérések nélkül, a két mágnessel végzett vizsgálatok alapján is egyértelműen kijelenthető az, hogy ha a két mágnes egymástól legalább 30 mm-re van, már nem befolyásolják egymás hatását.



5. ábra. Esési sebesség a mágnesek távolságának függvényében.

A versennyel kapcsolatos tapasztalatok és az eredmények

A feladat megoldásához rendelkezésre álló anyagok és eszközök lehetővé tették, hogy az első feladatot különösebb nehézségek nélkül megoldják a versenyzők. Az értékelésnél azt találtuk, hogy ez hibátlanul csupán három versenyzőnek sikerült. Többen nem igyekeztek a csövek függőleges helyzetének biztosítására. A jegyzőkönyvek jó része hiányos volt. Hosszas leírásokat lehetett olvasni lényegtelen dolgokról, míg a mérés lényegéhez tartozó részek nem szerepeltek a leírásokban. A versenyzőknek több mint a fele helyesen készítette el a mérési eredményeit megjelenítő grafikonjait, de a grafikonok értelmezésével mintegy ötöde nem foglalkozott.

A mágnesek esése közben jelentkező fizikai folyamatok közül az örvényáramok megjelenését, és azok hatását lényegében minden versenyző leírta. Arra, hogy a mágnesek esése közben súrlódás és légellenállás is jelentkezhet, csak néhányan gondoltak.

A tekercsben indukálódó feszültség időbeli változását a versenyzők harmada vázolta fel helyesen. Volt olyan, aki egyáltalán nem foglalkozott ezzel a kérdéssel, a legtöbben nem vették figyelembe a mágnes tekercshez való közeledése, illetve távolodása közötti eltérést.

Az alumínium és a sárgaréz fajlagos ellenállásának arányát a versenyzők kétharmada lényegében helyesen határozta meg. (A feladat kiírásakor ennél rosszabb eredményre számítottunk.)

Az 5. feladat megoldásával (ötlet-, vagy időhiány miatt) már csak a tanulók harmada foglalkozott. Négyen adtak helyes megoldást.

Érdekes módon az utolsó feladat megoldásával majdnem mindegyik versenyző megpróbálkozott, teljes megoldás egy versenyzőnek sikerült, de öten igen közel jártak ehhez.

A versenyzők által szerzett pontszámok a 2. forduló után 60 és 47 között változtak, míg a 3. fordulón elért pontszámok 40 és 16 között mozogtak. A végső sorrendet eldöntő összesítés után a legmagasabb pontszám 100 és a legalacsonyabb 66 volt.

A versenyen résztvevő 30 tanuló közül 17 budapesti és 13 vidéki tanuló volt, míg az első 15 helyen végzett közül 8 jött vidéki iskolából és 7 érkezett Budapestről.

A korábbi évekhez képest csökkent a leányok száma, idén egy leány vett részt a döntőben.

A második és a harmadik fordulón elért pontszámok összesítése után az élmezőnyben a sorrend az alábbiak szerint alakult:

1. *Kalina Kende*, a Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium tanulója. Felkészítői: *Horváth Gábor*; *Csefkő Zoltán* és *Szokolai Tibor*.

2. *Galambos Máté*, az ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium diákja. Felkészítője: *Honyek Gyula*.

3. *Laczkó Zoltán Balázs*, a Szegedi Tudományegyetem Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium tanulója. Felkészítője: *Győri István*.

4. *Farkas Dániel* (Budapest, Piarista Gimnázium), 5. *Jébn Zoltán* (Pécsi Tudományegyetem Babits Mihály Gyakorló Gimnázium), 6. *Kóbor Attila* (Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium), 7. *Kovács Péter* (ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium), 8. *Varga Ádám* (SZTE Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium), 9. *Várnai Péter* (ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium), 10. *Balási Szabolcs* (Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium), 11. *Berghammer Tamás* (Budaörs, Illyés Gyula Gimnázium), 12. *Havlik Tamás* (Zalaegerszeg, Zrínyi Miklós Gimnázium), 13. *Nagy Donát* (Szeged, Radnóti Miklós Gimnázium), 14. *Garaguly Gergő* (Szolnok, Verseghy Ferenc Gimnázium) és 15. *Budai Ádám* (Miskolc, Földes Ferenc Gimnázium).

názium), 11. *Berghammer Tamás* (Budaörs, Illyés Gyula Gimnázium), 12. *Havlik Tamás* (Zalaegerszeg, Zrínyi Miklós Gimnázium), 13. *Nagy Donát* (Szeged, Radnóti Miklós Gimnázium), 14. *Garaguly Gergő* (Szolnok, Verseghy Ferenc Gimnázium) és 15. *Budai Ádám* (Miskolc, Földes Ferenc Gimnázium).

Köszönetnyilvánítás

A verseny anyagi háttérét részben az Oktatási Hivatal biztosította. Ezt ezúton is köszönjük.

A verseny lebonyolításához szükséges eszközök kivitelezéséért *Horváth Bélának*, *Halász Tibornak* és *Bacsa Sándornak*, a megfelelő körülmények megteremtéséért *Gál Bélánénak* és *Mezey Miklósnak* mondunk köszönetet.

A versennyel kapcsolatos adminisztrációs és gazdasági ügyek intézéséért *Honti Editet* és *Kovács Annát* illeti köszönet.

Elismerés és köszönet illeti mindazokat – szülőket, tanárokat, barátokat stb. –, akik segítették a versenyzők munkáját és ezzel hozzájárultak a verseny sikeréhez.

KÍSÉRLETEZZÜNK OTTHON!

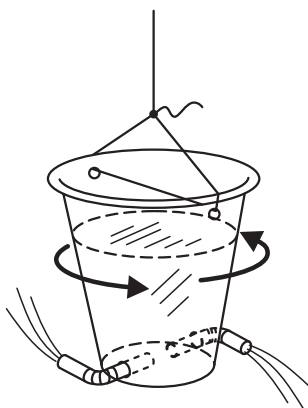
Härtlein Károly
BME Fizikai Intézet

2. Seegner forgony

Hozzávalók, szerszámok:

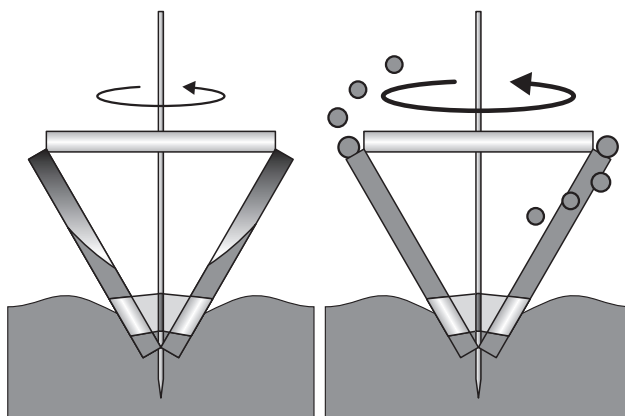
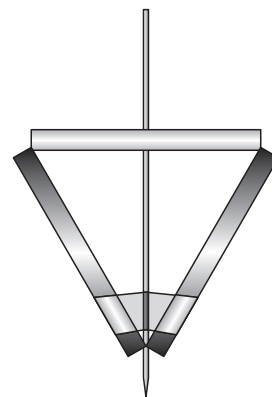
- 1 db műanyag pohár,
- 2 db hajlítható végű szívószál,
- ragasztógyurma vagy rágógumi,
- fonál,
- olló,
- ceruza.

Egy szépen kihagyezett ceruzával óvatos mozdulatokkal a műanyag pohár aljára készítsünk két lyukat! A rajzon látható módon helyezzuk el a szívószálakat! Tömítésnek használjunk ragasztógyurmát (BluTack), de megteszi a használt, előpuhított rágógumi is. A pohár tetején készítsük el a lyukakat, majd vékony cérnából készítsük el a felfüggesztést! A poharat vízzel feltöltve az ismert fizikai jelenségnek engedelmessé válva forgásba jön az eszközünk.



- ragasztószalag,
- olló.

Szúrjuk át a szívószál közepét a saslikpálcával. Tőle egyenlő távolságban vágjuk be legalább félig a szívószálakat, ügyelve arra, hogy semmiképpen se vágjuk át teljesen. Ezután hajlítsuk be a szívószál végeit a pálcá mellé és ragasztóval rögzítsük. A szívószálnak egyenlőszárú háromszöget kell formáznia. Eszközünk már készen is van lehet



3. Szívószálból centrifugálszivattyú

Hozzávalók és szerszámok:

- 1 db szívószál,
- 1 db saslikpálca, vagy hurkapálca,