

DEMONSTRÁCIÓS- ÉS TANULÓKÍSÉRLETI ESZKÖZÖK KÉSZÍTÉSE

THE MAKING OF DEMONSTRATIVE AND STUDENT EXPERIMENT DEVICES

Szendreiné Boncz Ildikó

Nyugat-magyarországi Egyetem Savaria Egyetemi Központ
Természettudományi és Műszaki Kar, Fizika Tanszék

ÖSSZEFOGLALÁS

Tanszékünkön évek óta hagyomány az egyszerű tanuló-kísérleti- és demonstrációs eszközök készítése, fejlesztése. Sok iskolában nincs anyagi lehetőség kísérleti eszközök vásárlására. Eszközyártáshoz ezért olyan anyagokat használunk, amelyek „ingyen” rendelkezésünkre állnak. Sok kísérletünkhöz elhasznált fénycsöveket alakítunk át oly módon, hogy üvegcsőnek használhassuk őket. Ilyen kísérleti eszközöket szeretnék bemutatni mechanika és elektromosságtan témakörben.

ABSTRACT

The making of the plain student experiment and demonstrative devices, his development are traditions since years on our department. There is not a material opportunity in many schools to the shopping of experimental devices. We use substances that are at our free disposal for the making of devices because of this. Many of our experiments we transform light tubes used up in such a way that we can use them as a glass pipe. I would like to present experimental devices like this, in topic of mechanics and electricity.

KULCSSZAVAK/KEYWORDS

kísérletek, eszközkészítés, fénycső
experiments, device making, light tube

BEVEZETÉS

Az általános- és középiskolai oktatás jelenlegi helyzete olyan anyagi lehetőségeket jelent, hogy a legtöbb iskolában nincs anyagi keret kész kísérleti eszközök megvásárlására. Eszközyártáshoz ezért olyan anyagokat használunk, amelyek szinte „ingyen” rendelkezésünkre állnak. Sok kísérletünkhöz elhasznált fénycsöveket alakítunk át oly módon, hogy üvegcsőnek használhassuk őket. Természetesen a csövek végére esztergályozott műanyag profilokat kell megfelelő módon csatlakoztatni. Az esztergálható műanyag, az esztergályos munkája, valamint a csövek csatlakoztatásához használt műanyag cső az, ami pénzbe kerül.

Hagyományaink szerint sok hallgatót sikerült aktivizálni olyan tanuló-kísérleti, illetve demonstrációs eszközök készítésére, amelyeket tanári munkája során majd alkalmazni tud. Ezek nagy része a tanszéken maradt, s a mi munkánkat segíti, de készültek olyan eszközök is,

amelyet a hallgató már annak az iskolának készített, ahol a későbbiek során tanárként helyezkedett el.

A FÉNYCSÖVEK ELŐKÉSZÍTÉSE

A fénycső egyik végén megbontjuk az elektromos csatlakozást, majd az izzószálat tartó üveget összetörve a fényport egy meghosszabbított üvegmosó kefével kisöpörjük. A maradék fényport vízkőoldó segítségével lehet eltávolítani. Ezután a cső másik végét is megbontjuk. A csöveknek ezt követően le kell „vágni” a végét. Ezt úgy tehetjük meg, hogy a csövet egy helyen megkarcoljuk, és ezen a helyen egy forrasztópákára megfelelően hajlított rézhuzallal melegítjük. A fénycső itt elpattan és leválik. A csövek végét ezután a célnak megfelelő esztergályozott műanyag idommal látjuk el, amit FBS szilikonkaucszukkal, vagy 2 komponenses ragasztóval rögzítünk. Az esztergályozás helyettesíthető úgy is, hogy egy 40 mm átmérőjű vízvezetékcsőből megfelelő hosszúságút darabot vágunk, és felmelegítés után a cső végére húzzuk. A melegítés kemencével, grillsütővel megoldható.

A továbbiakban nézzünk néhány példát, hogy mechanika és elektromosságban témakörben milyen kísérletekhez használható az így elkészített üvegcső!

CARTESIUS-FÉLE BÚVÁR

Egy kis kémcsőbe annyi vizet öntünk, hogy ha befogott nyílásával lefele fordítva vízzel telt üvegcsőbe tesszük, akkor éppen lebegjen a vízben. A vizet tartalmazó üvegcső felső végén található gumihártyát megnyomva a vízben tovaterjedő nyomás összenyomja a kis kémcsőben levő levegőt, a felhajtóerő csökken, ezért az előbb még lebegő bűvár lesüllyed. Az eszköz előnye, hogy a fénycső hossza miatt a jól elkészített bűvár a gumihártya levétele után lent marad a cső alján. A gumihártyát visszahelyezve a nyomást csökkenthetjük, de lehet infralámpával is melegíteni a bűvárban lévő levegőt, ekkor is ugyanúgy nő a felhajtóerő, s a bűvár felemelkedik. A leglátványosabb egy rövid ideig nemlineáris hatásnak, kitenni az eszközt, amit pl. az asztalra csapással érhetünk el. Az így létrehozott nyomásváltozás következtében a bűvár ugyancsak a felszínre kerül. A gumihártya helyett egy „injekciós fecskendő” is csatlakoztathatunk a fénycső felső végéhez, amelynek segítségével bizonyos határok között a nyomás könnyen változtatható.

HULLÁMHOSSZ MÉRÉSE

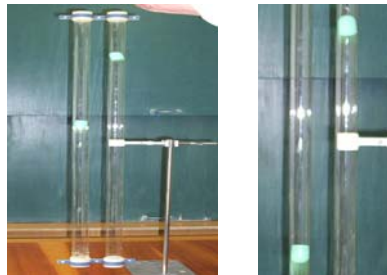


1. ábra Hullámhossz méréshez használt csövek illesztése

Hullámhossz mérésénél a bemutatás előnye ismét a csövek hosszúságában rejlik. A demonstrációhoz két, különböző átmérőjű fénycső szükséges. A vastag fénycsőnek csak az egyik végét alakítjuk ki műanyagidommal, a másik, alsó végére célszerű valamilyen talpat ragasztani. A vékony fénycső mindkét végét megbontjuk, majd műanyagprofíllal megerősítjük. A felső végére olyan idom kerül, ami megakadályozza, hogy a vastag csőbe

belecsúszson. A vastag csövet vízzel megtöltve (kb. 10 cm híján) beleengedjük a vékony csövet. Ismert frekvenciájú hangvillát rezgésbe hozva, a vékony cső nyílásához tartjuk. A csövet lassan felfelé húzzuk, megvárjuk, amíg a vízszint a két csőben a viszkozitás miatt kiegyenlítődik. Az eszköz a megfelelő hossz megléte miatt alkalmas arra, hogy három különböző helyen tapasztaljunk rezonanciát. Rezonancia esetén a vékony csőben a levegőoszlop hossza $\lambda/4$, $3\lambda/4$, $5\lambda/4$; ezért az első és az utolsó hosszúság különbsége a hang hullámhosszával egyenlő. A kísérletet elvégezhetjük különböző frekvenciájú hangvillákkal is. A hullámhossz és a frekvencia ismeretében meghatározhatjuk az adott feltételekhez kötött hangsebességet. Célszerű mérést végezni télen, ill. nyári időben is.

KÖZEGELLENÁLLÁS DEMONSTRÁLÁSA, METRÓSZÉL



2. ábra Közegellenállás vizsgálata

Két vastagabb üvegcsövet megfelelő bilincsekkel összefogunk azért, hogy a különböző alakú testekre ható közegellenállást egymáshoz viszonyítva tudjuk vizsgálni.

Bemutatáskor ejtsünk Kinder-tojásban található félgömbbel zárt hengereket! A lefelé nyitott kis ejtőernyő előbb eléri az állandó sebesség határát, mint a másik.

Jelen körülmények között az eső testek körül a levegő áramlása turbulens, ezért a közegellenállási erőt a következő kifejezés adja:

$$F = c \cdot q \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \quad (1)$$

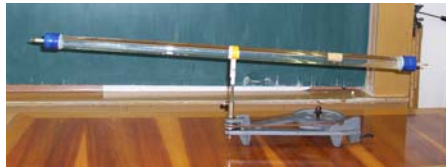
ahol q a haladási irányra merőleges legnagyobb keresztmetszet, ρ a levegő sűrűsége, v a test sebessége, c az alaki együttható. A közegben eső testekre a nehézségi erő, a felhajtóerő és a közegellenállásból származó erő hat. Egyenletes haladáskor ezek eredője nulla. A felhajtóerő a levegő sűrűsége miatt kicsi, ezért ez az erő a másik kettő mellett elhanyagolható, tehát egyenletesen akkor fog haladni a test, ha a közegellenállási erő a nehézségi erő nagyságával egyenlő.

A közegellenállás vizsgálatához kúpok, gúákat, hengereket, ikozaédert ejtünk, amelyeket papírból készíthetnek el a tanulók. Ugyanolyan alakú, különböző tömegű testeket pl. dupla papírréteg alkalmazásával érhetünk el.

Érdekes tapasztalatot szerezhetünk akkor, ha a csövek alsó nyílását különböző területű idomokkal zárjuk le, tehát megakadályozzuk a metrószerű kiáramlását a cső alján. Az ejtett test alatti térrészben megnövekedett nyomás látványosan megnöveli a közegellenállást.

Műanyag testeket ejtve vizsgálhatjuk a jelenséget különböző sűrűségű folyadékokban is (pl. édes víz, sós víz). A cső hossza miatt, ill. a megfelelő test kialakításával elérhető, hogy mérni tudjuk az állandó sebességet is.

FORGÓMOZGÁS VIZSGÁLATA FÜGGŐLEGES TENGELY KÖRÜL FORGÓ RENDSZERBEN NYUGALOMBAN LÉVŐ VÍZBEN



3. ábra Forgó mozgás vizsgálata

Egy vastag csövet egyik végén lezártunk, a másik végét zárhatóra alakítottuk ki. A csőbe két összetapadt, téglalap alakú applikációs mágnes és egy parafa dugót helyeztünk. A dugóba előzőleg egy akkora kis mágnesrudat ragasztottunk, hogy még ússzon a víz felszínén. A csövet ezután megtöltöttük vízzel, majd zártuk a másik végét is. Az üvegcső közepét lombikfogóval úgy fogtuk meg, hogy a lombikfogót centrifugagépbe befogva az üvegcsövet vízszintes síkban, függőleges tengely körül forgatni tudjuk. Mágnesrúddal úgy állítjuk be a kis mágnes és a parafa dugót, hogy kb. a tengely és a cső vége között a felezőpontban, a tengely két különböző oldalán helyezkedjenek el. A csövet megforgatva azt tapasztaljuk, hogy a parafa dugó a forgástengely felé (befelé) mozdul el, míg a kis mágnes a forgástengelytől távolodik (kifelé). A mágnes sűrűsége nagyobb, a parafa dugó sűrűsége kisebb, mint a víz sűrűsége, azért a parafa henger „felfelé”, a mágnes „lefelé” gyorsul. A feladat már középiskolában is szerepelhet, de a látvány megéri, hogy foglalkozzunk a bemutatásával is. A gyorsuló folyadék belsejében a nyomás a forgástengelytől távolodva növekszik. Ez azt jelenti, hogy a folyadék belsejében levő testnek a cső külső vége van „lent”, és a tengelynél van „fent”.

Levezethető, hogy ha a test sűrűsége nagyobb, mint a vízé, akkor a víz nem tudja biztosítani a körpályán történő mozgást, a test kifelé gyorsul, a cső végéig.

Ha a test sűrűsége kisebb, mint a vízé, akkor a víz nagyobb erőt fejt ki a középpont felé, mint a körmozgáshoz szükséges centripetális erő, tehát a test a tengely felé gyorsul.

TOVÁBBI LEHETŐSÉGEK MECHANIKA TÉMAKÖRBEN A FÉNYCSŐ FELHASZNÁLÁSÁRA

Az üvegcsövet felhasználhatjuk sok más kísérlethez is, pl. a gáz nyomásának mérése, folyadék kiáramlásának vizsgálatára kis nyíláson Torricelli tétele alapján, lejtőn leguruló golyó mozgásának vizsgálatára, de készíthetünk belőle Kundt-féle csövet is.

FÉNYCSŐ AZ ELEKTROSZTATIKÁBAN

Az elektrosztatikai kísérletekhez, töltésszétválasztáshoz szükséges Wimhurst-féle influenciagép, ill. a Van de Graaff-féle szalaggenerátor beállítása nehézkes, néhány iskolában sajnos nem is található. Ezért kifejlesztettünk egy érintkezési potenciálon alapuló, dörzselektromos lineáris gyorsítót. Az eszköz szintén fénycsőből, konzervdobozból, ill. villanszerelésnél használt PVC csőből elkészíthető. Összeállítása, kezelése egyszerű, olcsó, ezért bármely iskolában könnyen megépíthető.

DÖRZSELEKTROMOS INFLUENCIAGÉP

A cső két végét az előzőekben ismertetett módszerrel levágtuk és egy kb. 20 cm hosszúságú darabot készítettünk. Vívezetési PVC csőből vasfűrészsel 2 db 4 cm-es darabot vágunk. A fénycső 2 végére ráhúztuk az előre melegített PVC csöveket, majd hagyjuk kihűlni.

Konzervdobozból pedig annak felhasítása után egy kb. 10 cm magas hengert készítettünk, melynek átmérőjét az üvegcső belső átmérőjéhez méreteztük, hogy vékony szilikon ragasztó réteggel abba rögzíthessük. Ezután a fémhenger palástját forrasztópákával összeforrasztottuk.

Ahhoz, hogy a töltéseket az influenciagépről elvezethessük, célszerű a fémhenger végéhez villanszerelési drót közbeforrasztásával egy banánhüvelyt rögzíteni.

Érintésvédelem céljából a fémhenger és a PVC találkozásánál a fémét szigetelőszalaggal több rétegben betekertük. Az ily módon elkészített csőbe 4-6 rétegben A/4-es lapot hengerítettünk, és átvezettük rajta a PVC csövet.



4. ábra Dörzselektromos lineáris gyorsító

Működtetésekor egyik kezünkkel rögzítjük az elkészített burkolatot a papír kiálló részével együtt, másik kezünkkel pedig oda-vissza mozgatjuk benne a PVC csövet. Ekkor a dörzsölés következtében töltésmegosztás jön létre, és a keletkezett töltéseket a fémhengerre forrasztott banándugóhoz csatlakoztatott vezetéken lehet elvezetni, ill. különböző berendezéseket lehet vele működésbe hozni.

Influenciagépünk ezen változata csak egy kondenzátort tartalmaz, a PVC cső egyik irányú mozgatásakor töltődik csak fel. Továbbfejlesztett változatába már 2 kondenzátort építettünk, így egyik kondenzátor a cső előre mozgatásakor, a másik hátrafele mozgatáskor töltődik fel, így folyamatosan biztosítja a szükséges töltésmennyiséget.

ELEKTROSZTATIKUS SEGNER-KERÉK

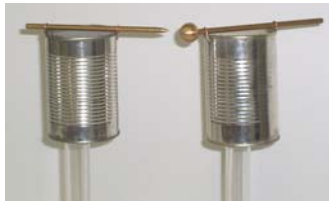


5. ábra Elektrosztatikus Segner-kerék influenciagéppel

A csúcshatás látványos következménye az elektromos Segner-kerék forgása. A forgórészt trombitalemezből vágtuk ki, ügyelve a lemez végeinek megfelelő kiképzésére. Közepénél fogva szigetelt talpú fém tücsapágyra helyezük, és a tücsapágyhoz kötött koaxkábelt a dörzselektromos influenciagéphez csatlakoztatjuk. Ha az egy kondenzátoros változatot használjuk, akkor a kerék forgása szakaszosan gyorsul. A forgás egyenletesebb lesz, ha a 2 kondenzátorral működtetett megosztógépet kapcsoljuk a Segner-kerékhez.

A lineáris gyorsító előnye abban rejlik, hogy a megdörzsölt PVC rudat nem kell hozzáérinteni a forgó részhez, így elkerülhető annak véletlen meglökése.

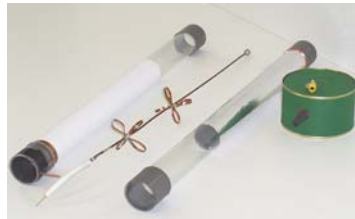
Kisülés normál nyomású gázban



6. ábra Réz elektródok a csövek felső végén elhelyezett konzervdobozokon

Nagy feszültségű, kis görbületi sugarú fém elektródok között az erős elektromos tér ionizáló hatása miatt gázkisülés jön létre, látható szikra üt át. A fénycsöveket ennél a kísérletnél is szigetelőállványként hasznosítjuk. 2 állvány felső részére egy-egy konzervdobozt tettünk, melyek felső széleire kis dróthuzalból kengyeleket forrasztottunk. Ezekbe tetszőleges alakú és nagyságú, előre esztergált elektródok helyezhetők. Egyikre egy csúcsban végződő, másakra egy gömbben végződő rézelektrodot rögzítettünk. Egyik elektródot a szigetelőállványba vezetett koaxkábelen keresztül influenciagépünkkel töltjük, a másikat leföldeljük. Kellő nagyságú töltés-felhalmozódás után elérjük az átütési feszültséget, és kis szikrát figyelhetünk meg a rézcsúcs és a rézgömb között.

Fénycsőből készült leideni-palack



7. ábra Fénycsőkből készült kondenzátor részei

A fénycsőkből készített leideni-palackokkal a feszültség, ill. a töltésmennyiség sokszorozható.

Mint tudjuk, a leideni-palack mindkét oldalán kb. kétharmad magasságig sztaniollal, vagy alufóliával bevont hengeres üveg pohár. Kívülről fémbilincsel földelő csatlakozást szokás ráerősíteni, belső fegyverzetéhez pedig a feltöltés megkönnyítésére fémgömbbel ellátott fémrúd kapcsolódik. A palackban nagy kapacitása miatt nagy töltésmennyiség tárolható.

Az általunk fénycsőből készített kondenzátor a végén nem zárt, tehát hengerkondenzátort állítottunk elő. Az üvegcsövet belülről megfelelő vastagságú papírrétegre tekert alufóliával, kívül alufóliával borítottuk. A külsejére a fólia védelme miatt papírborítást készítettünk. A belső fegyverzet csatlakozását két hozzáféréssel oldottuk meg. Egyik egy banánhüvely kivezetés a talpazatra, ide csatlakozik a külső fegyverzet banándugós kivezetése is. A másik egy rézfóliából készített rugók segítségével csatlakozó fémgömbben végződő rúd. Ezzel a rúddal tudunk szikraközt állítani. Banándugóval a kondenzátorok különböző kapcsolásait tudjuk megoldani. Az általunk használt kondenzátor kapacitása 3nF .

Kísérletünk igazolja, hogy a leideni-hengerekkel az előző kísérletet megismételve nagyobb szikrát tudunk előállítani, mint kondenzátorok nélkül.

TOVÁBBI LEHETŐSÉGEK ELEKTROMOSSÁGTAN TÉMAKÖRBE A FÉNYCSŐ FELHASZNÁLÁSÁRA

Ebben a témakörben is számos lehetőség kínálkozik a fénycső felhasználására, pl. készíthetünk belőle lemezes elektroszkópot, bemutatathatjuk vele a gyertyaláng elfűzését elektromos széllel, de vizsgálhatjuk a gerjesztett kisülést is ritkított gázban.

BEFEJEZÉS

A tanárképzés folyamatában a szakmai ismeretek elsajátítása mellett nagyon fontosnak tartjuk, hogy a hallgatók megismerkedjenek a kísérleti eszközök készítésével is.

Különböző cégek által forgalmazott, de a jelenségek bemutatására megfelelő „házi készítésű” eszközökkel is találkozhatnak. Szeretnénk elérni, hogy kreativitásukat fokozva olyan eszközöket találjanak fel, illetve készítsenek el, amelyek kereskedelmi forgalomban nem kaphatók, de a tanítás, tanulás folyamatában sokat segítenek a minket körülvevő világ egyre jobb megismerésében.

SZERZŐ

Szendreiné Boncz Ildikó, tanársegéd, Nyugat-magyarországi Egyetem Savaria Egyetemi Központ, Természettudományi és Műszaki Kar, Fizika Tanszék, e-mail: bonczildiko@gmail.com