

feltett rúdon úgy, hogy a rúd a hasa alatt legyen, keze érintse a lábát. Meglengetjük ezt az élő Eötvös-féle fizikai ingát. Megjegyezzük a lengésideőt. Ezután megkérjük a tornászt, hogy *egyenesebben* ki amennyire csak tud. Ismét lengetünk. Az s csökkenése miatt,

most nagyobb lengésideőt kapunk. A K tehetetlenségi nyomaték kiszámításához most integrálni kell, de az a feltétel megmaradt, hogy az egyes tömegpontok körív mentén mozdultak el, K értéke (számottevően) nem változott.

KÍSÉRLETEZZÜNK OTTHON!

Härtlein Károly
BME Fizikai Intézet

11. Polarizációs jelenségek II.

A írás előző részében láttuk, hogy az LCD-képernyők polarizált fényt bocsátanak ki, valamint azt, hogy nagyon könnyen találhatunk polarizáló szűrőt is. Megbeszéltük, hogy az átlátszó tárgyakban a bennük rejlő eltérő mechanikai feszültség hatására eltérő mértékben fogják elforgatni a polarizált fény síkját. Ennek eredményeképpen szivárványos csíkokat figyelhetünk meg az átlátszó tárgyakon belül, amelyek árulkodnak a mechanikai feszültség eloszlásáról. A Brewster-polarizációt is segítségül hívjuk, ha feszültségoptikai csíkokat akarunk megfigyelni. Tegyük egy LCD-monitor az asztalra, képét állítsuk be egységes fehérre! Fekessünk a monitor előtt az asztalra egy átlátszó plexi tárgyat (az 1. ábra¹ színes fényképén egy CD-tokot figyelhetünk meg)! A monitorról érkező fény a plexi felületén részben visszaverődik, részben megtörik. A megtört fény a hátsó felületről visszaverődve jut el a szemünkhöz. Megfelelő (Brewster) szöget választva megjelennek a feszültségoptikai csíkok. A Brewster polarizáció során nemcsak a visszavert nyaláb lesz poláros, hanem a megtört is. Ez nem lesz teljesen poláros, de a polarizáció olyan fokú lesz, hogy a feszültségoptikai csíkok megfigyelését lehetővé teszi.

Ahhoz, hogy jól láthassuk a mechanikai feszültség okozta csíkokat, be kell sötétíteni a helyiséget és az asztallapot matt fekete papírral kell letakarni. A polarizáció és a polárforgatás jelenségének még jobb megértéséhez fekvőből álló helyzetbe forgassuk el a monitort. Figyeljük meg a csíkok színváltozását, miközben alakjuk nem változik. Ugyanezt figyelhetjük meg a tárgy forgatásakor is.

A csíkok megfigyelésének másik módja is létezik. Most a matt fekete kartonra helyezünk egy üveglapot és erre állítsuk rá a vizsgálandó tárgyat (a 2. ábra fényképén egy névjegykártya-tartót figyelhetünk meg)! A rajta áthaladó polarizált fény polarizációsíkját a tárgy – a benne lévő mechanikai feszültségtől függően – elforgatja. Az üveglapról Brewster-szögben visszaverődve láthatóvá válnak a csíkok. Ennél a kísérletnél is megfigyelhetjük a monitor és a tárgy forgatásával a csíkok színváltozását.

¹ Az írás színes képeit tartalmazó 1. és 2. ábra folyóiratunk közepén, a színes melléklet IV. oldalán látható (a műszaki szerkesztő).

Noha jóval kevésbé megfigyelhető, azonban érdekes a kísérletnek azzal a változatával megpróbálkozni, amelyben a monitort, mint fényforrást „lecseréljük” egy másik poláros fényforrásra: a felhők mögül érkező szórt fény is részben poláros, tehát alkalmas lehet a mechanikai feszültség kimutatására.

Kapcsolódó oldalak:

<http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz0603/hartlein0603.html>
http://fizipedia.bme.hu/index.php/Brewster_polarizáció
http://en.wikipedia.org/wiki/Brewster's_angle
http://en.wikipedia.org/wiki/David_Brewster

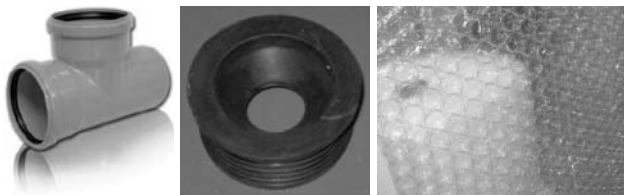
12. Porszívó működtetésű ágyú

Otto von Guericke, a légszivattyú megalkotója nagy kísérletező volt. Neve hallatán kinek jutna eszébe, hogy fegyvert is készített. A mindenki által ismert magdeburgi féltékékkel elvégzett kísérlete csak egy volt a számtalan közül. Az elképesztően nagy erő, amelyet légritkítással tudott előállítani ösztönözhette, hogy fegyvert is alkosson. A 2007-es kutatók éjszakáján egy ezen az elven működő ágyúval egy pingpong-labda lövedékkel 3 mm-es ablaküveget törtem össze. A pingpong-labda másfél méter távolságon megközelítőleg 200 m/s sebességre gyorsult fel (második ajánlott link; a kísérlet 1 óra 50 percnél tekinthető meg)!

Az 1600-as évek közepén a lőporos ágyúk mellett ígéretes találmány lehetett a vákuumágyú (3. ábra). A fegyver csöve mindkét végén nyitott volt, a lövedéket a lőiránnyal ellentétes oldalon kellett elhelyezni. A cső mindkét végét bőrrel hermetikusan lezárták és ezután kiszivattyúzták a levegőt. Elsütéskor az ágyúcsövet a lövedék oldalán hirtelen ki kellett nyitni, egy éles késsel

3. ábra. Korabeli rajzok a vákuumágyúról.





4. ábra. T-idom tömítőgyűrűjével, WC-tömítőgyűrű, légpárnás fólia.

be kellett repeszteni a bőrt. A betóduló levegő gyorsította és röpítette a lövedéket az ellenség felé. Azóta az élet(?) a kémiai energiát hasznosító ágyúkat igazolta, míg a vákuumágyú nyomtalanul eltűnt. Pedig a vákuumágyú jó pár szokatlan, előnyös tulajdonsággal rendelkezett:

- a kialakításának köszönhetően nincs visszalökődés,
- érzéketlenebb volt az eső áztató hatására,
- nem melegedett a cső,
- lényegesen halkabb volt, és
- a kis nyomáskülönbség miatt sokkal könnyebb lehetett, mint lőporos társa.

Ezzel a utolsó megállapítással el is mondtuk a legfőbb hátrányát: tűzreagy, hatótávolsága korlátozott volt. Mégis bíztatok mindenkit, hogy e régi elvet alkalmazó, tanulságos és szórakoztató eszközt építse meg! Tanórán való bemutatásával – főleg általános iskolában – könnyen száműzhetjük a fizika iránti érdektelenséget.

A szükséges eszközök (4. ábra):

- porszívó,
- szennyvíz lefolyócső 50 mm \varnothing \times 2 méter hossz,
- szennyvíz lefolyócső T-idom (50 mm \varnothing),
- tömítőgyűrűk,
- légpárnás (buborék) fólia,
- gyurma vagy agyag.

Az ágyúcső elkészítése:

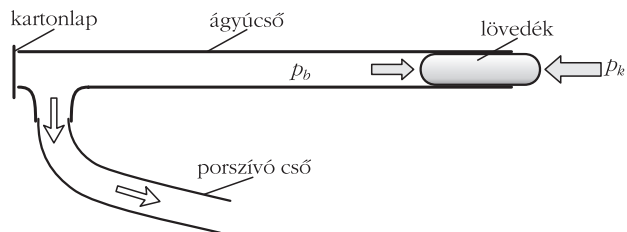
Az egyenes cső bővebb végébe helyezük el a tömítőgyűrűt és ide csatlakoztassuk a T-idomot. A T-idom oldalsó csatlakozásába helyezzünk el egy WC-tömítőgyűrűt. Ebbe a gyűrűbe kell csatlakoztatni a porszívó szívócsövét.

A lövedék elkészítése:

Készítsünk gyurmából egy ujjnyi vastagságú, 10 cm hosszú hengert. Ezt tekerjük be a légpárnás fóliával úgy, hogy a külső átmérője egy-két milliméterrel legyen nagyobb a PVC-cső belső átmérőjénél. A végeit ragasztóval zárjuk le.

Használat:

A porszívóból távolítsuk el az összes szűrőt és porszákot. Kapcsoljuk be a porszívót, amelynek szívócső-



5. ábra. A porszívós ágyú működése, fölül porszívó bekapcsolása, cső lezárása, lövedék behelyezés, alul a kilövés a megfelelő vákuum elérése után.

ve csatlakoztatva van az ágyúcsőhöz. Zárjuk le a T-idom nyitott végét egy kartonlappal. Ha működik a porszívó, akkor elég csak a végére helyezni, mert a nyomáskülönbség oda fogja szorítani. Ekkor a cső másik végébe helyezzük bele a lövedéket! Erősen kell tartanunk, hiszen a légritka tér már igyekszik beszívni! Várjunk egy kicsit, amíg a kellő nyomáskülönbség ki nem alakul, ezt hallani fogjuk a porszívó-motor hangjából. Ekkor engedjük el a lövedéket (5. ábra).

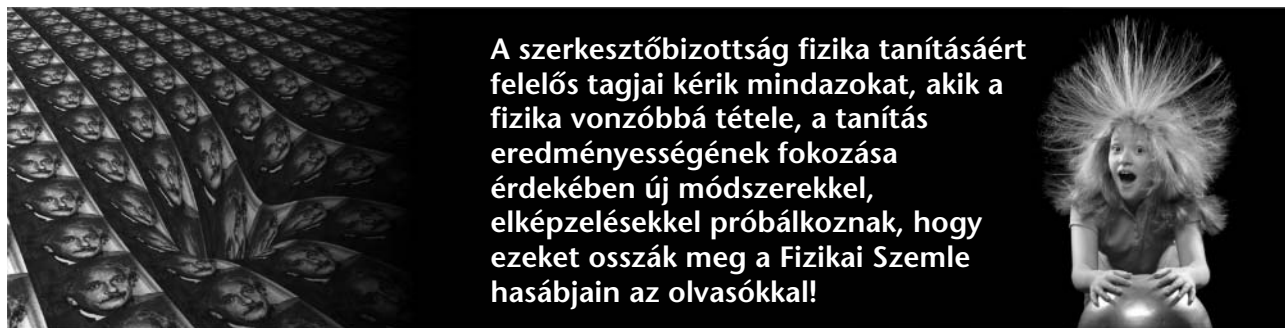
Balesetvédelem:

Egy modern, nagy szívóerejű porszívóval akár 20 méternél is messzebb lehet ellőni a lövedéket. Ha lehetséges, akkor szabadban kell kísérletezni. Semmiképpen ne irányítsuk a csövet emberre, de állatokat se vegyünk célba!

Egy átlagos porszívó 20 kPa nyomáskülönbséget képes előállítani. Ez nem tűnhet nagyinak – az 50 mm belső átmérőjű csőbe szorosan illeszkedő lövedékre megközelítőleg 40 N erőt fog kifejteni. Nem nehéz kiszámítani, hogy a két méter hosszúságú cső végén mekkora sebességgel fog távozni.

Irodalom és kapcsolódó oldalak

- Guericke, Otto von: *Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio*. Waesberge, Amsterdam, 1672.
http://hu.wikipedia.org/wiki/Otto_von_Guericke
<http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/1064346>
http://videotorium.hu/hu/recordings/details/2970,Nem_elhetunk_fizika_nelkul
http://archive.galileowebcast.hu/20120625_BME_Gyermeknap_fizika



A szerkesztőbizottság fizika tanításáért felelős tagjai kérik mindazokat, akik a fizika vonzóbbá tétele, a tanítás eredményességének fokozása érdekében új módszerekkel, elképzelésekkel próbálkoznak, hogy ezeket osszák meg a Fizikai Szemle hasábjain az olvasókkal!