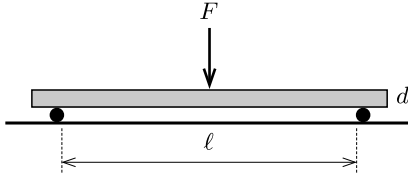


## Mérési feladat megoldása



(6 pont)

**M. 367.** Készítsünk hengeres jégpálcákat (pl. mélyhűtőben fagyasztott vízből, lezárt végű műanyagcső segítségével)! A két végén alátámasztott pálcát a közepénél fokozatosan terheljük meg annyira, hogy eltörjön. Adjuk meg a töréshez szükséges erőt több, különböző hosszúságú és átmérőjű jégpálcára!

Közli: Gnädig Péter, Vácduka

**Megoldás.** A mérés első szakasza, hogy „legyártsuk” a jégrudakat. A jégrudak előállítására különböző műanyag (általában PVC) csöveket használtam. Különböző átmérőjű csövekből különböző hosszúságú darabokat vágtam le. A vízzel töltött csövek végét parafa dugó, szilikondugó vagy ragasztószalag segítségével zártam le. Nagyon fontos volt, hogy a bezárt víz „légmentes” legyen, ne maradjon mellette légbuborék, különben a mérés pontatlan lesz.

Minden ilyen műanyag csövet legalább 24 óráig hűtöttem a mélyhűtőben, majd kivettem és langyos vizet csurgattam a műanyag oldalára. Egy pálcá segítségével eltávolítottam a jeget a műanyagcsőből. Ezzel elkészült a hengeres jégpálca, amit – ha a mérés igényelte – megfelelő hosszúságúra vágtam fűrészsel. Ezután feljegyeztem a hosszát és az átmérőjét. A jégpálca hosszát ( $L$ ) colstok segítségével határoztam meg, míg az átmérőjét ( $d$ ) tolómérő segítségével.

A mérés második szakaszában a jégrúd eltöréséhez szükséges erőt mértem meg. Kerestem két vasrudat, majd azokat hőszigetelő anyagba (rongyba) csomagoltam. Azért választottam vasrudakat, mert azok a terhelőerő hatására nem görbülnek el, mint a fa. Azért kellett hőszigetelő anyagba becsomagolni a vasrudakat, mert a fémek jól vezetik a hőt, és gyorsan megolvastották volna a jégpálcát.



A két vasrudat egymással párhuzamosan egy emelvényre helyzettem, hogy a keresztben rájuk fektetett jégpálcát egy erőmérő segítségével lefele tudjam húzni. A jégpálcára rátettem egy hurkot, amit gondosan a pálca közepére igazítottam. A hurokra egy erőmérőt akasztottam, majd bekapacsoltam egy lassított felvételt (másodpercenként 240 képkockát) készítő videokamerát, amelyet pontosan az erőmérőre irányítottam.

Elkezdtém húzni az erőmérőt egészen addig, amíg a jégződ el nem tört. (A rugós erőmérővel nem tudtam 110 N-nál nagyobb erőt mérni.) Ezután megállítottam és visszazéztem a felvételt, amelyből egyértelműen kideríthető, hogy mekkora  $F$  erőnél tört el a jégződ. Minden jégpálcát egyszer használtam fel. A méréseket egyszer végeztem el (jóllehet azok megismétlése nagyobb pontosságot eredményezne), mert a mélyhűtőnk mérete és a rendelkezésre álló idő korlátai miatt nem tudtam több jégpálcát legyártani.

A mérési adatokat táblázatba foglaltam:

$F$ [N]	$d$ [cm]	$L$ [cm]	$F$ [N]	$d$ [cm]	$L$ [cm]
108	1,5	4	28	1	4
78	1,5	6	25	1	6
54	1,5	8	21	1	8
40	1,5	10	18	1	10
28	1,5	12	16	1	12
18	1,5	14	14	1	14
14	1,5	16	10	1	16
10	1,5	18	12	1	18
6	1,5	20	9	1	20

$F$ [N]	$d$ [cm]	$L$ [cm]	$F$ [N]	$d$ [cm]	$L$ [cm]
4,8	1,5	19	4,8	1	17
8	1,2	19	10	1,2	17
16	1,5	19	21,8	1,5	17
22	1,7	19	34	1,7	17
36	2	19	60,5	2	17
54	2,3	19	100	2,3	17
70	2,5	19			

Szerettem volna összefüggést találni különböző átmérőjű, de azonos hosszúságú jégpálcák esetén az  $F$  törőerő és a  $d$  átmérő között, illetve  $F$  és  $L$  között adott jég-átmérő mellett. Ezért grafikonon ábrázoltam az összetartozó  $F$  és  $d$ , illetve  $F$  és  $L$  értékpárokat, és a mérési pontokra számítógéppel különböző függvényeket illesztettem. (A jegyzőkönyvben szereplő grafikonokat és a függvényillesztések eredményét terjedelmi okokból itt nem közöljük. – A szerk.)

#### *A mérés pontossága, hibabecslés*

A mérés leolvasási hibái: a rugós erőmérő pontatlansága  $\pm 1$  N, a colstok pontatlansága  $\pm 0,1$  cm, a tolómérő pontatlansága  $\pm 0,01$  cm. Statisztikus hiba becslésére nem volt lehetőségem, mert a mérést nem tudtam sokszor megismételni.

*További megjegyzések:* A mérés során figyelni kell a következőkre:

1. Ne keletkezzen buborék a jégpálcában.

2. A jégpálca mindenhol ugyanolyan vastag legyen.

3. A megfelelő méréshatárú rugós erőmérőt használjam (10 20, 30, 40, 50 és 100 N közül választhattam.) Nem szabad túl erős rugót választani, mert akkor pontatlanabb lesz a mérés. Mindig a legkisebb méréshatárú erőmérővel érdemes kezdeni a mérést.

4. A jégpálca mindig a végénél (annak közelében) legyen alátámasztva.

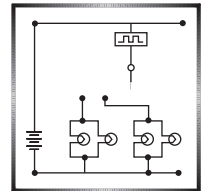
5. A műanyag cső melegítése során a víz langyos, vagy inkább hideg legyen, különben eltörik a csőben a jégpálca.

6. A kamera mindig szemből „nézzen” az erőmérőre.

Fekete Balázs Attila (Pécsi Leówey Klára Gimn., 11. évf.)  
dolgozata alapján

12 dolgozat érkezett. 6 pontot kapott Fehér Szilveszter, Fekete Balázs Attila, Kovács Péter Tamás, Kozák Áron és Páhoki Tamás megoldása. Kicsit hiányos (3 pont) 2, hiányos (3–4 pont) 5 dolgozat.

## Fizika gyakorlat megoldása



**G. 594.** A tornateremben egy rugalmas gumikötél lóg le a mennyezettől. Norbika rácsimpaszkodik, és függőlegesen lengedezik 5 másodperces periódusidővel.

Mit tegyen, hogy 3 másodpercesre csökkentse a periódusidőt?

(3 pont)

**Megoldás.** Tegyük fel, hogy a gumikötél tömege sokkal kisebb, mint Norbika tömege, továbbá érvényes az  $F = -D \cdot x$  lineáris erőtvény. Ekkor a periódusidő

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$$

alakú, ahol  $m$  Norbika tömege. Ezt a tömeget rövid idő alatt Norbika nem tudja megváltoztatni, a periódusidő csökkentéséhez tehát a  $D$  rugóállandót kell növelnie.

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{3} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{m}{D_5}}}{2\pi\sqrt{\frac{m}{D_3}}} = \sqrt{\frac{D_3}{D_5}},$$

ahol  $D_5$  és  $D_3$  az 5, illetve 3 másodperces periódushoz tartozó érték. Innen

$$D_3 = \frac{25}{9}D_5.$$