

Megoldás. *Felhasznált eszközök:* műanyag pohár; cérna; vékony, hosszú, fém rugó; fecskendő; víz; stopper; digitális mérleg.

A mérés elve: A mérés célja a rugó rezgésre redukált tömegének (m^*) meghatározása. Ehhez a rugóra akasztott tömeg (m) és a rezgés periódusidejének (T) mérését használjuk. Ezek közt a feladat szövegében megadott, illetve annak négyzetre emelésével kapható

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{(m + m^*)}{D}$$

képlet teremt kapcsolatot (ahol D a rugóállandó).

Mint látható, ha T^2 -t m függvényében ábrázoljuk, olyan egyenest kapunk, amelynek meredeksége $4\pi^2/D$, és az egyenes az m tengelyt nem az origóban, hanem $-m^*$ -nál metszi. Ezt használjuk ki a mérés során. Elegendően sok mérési pontot felvéve azokra egyenest illeszthetünk, és annak paramétereit leolvassa megkapjuk a keresett m^* értéket, valamint – melléktermékként – a D rugóállandót is.

A mérés menete: A műanyag pohár pereme alatt két lyukat fúrtam egymással szemben. Egy rövid cérnaszálat átfűztem rajtuk, és a cérna végeit lazán a pohárhoz kötöttem. A rugó egyik végét felül rögzítettem, a másikra ráakasztottam a poharat a cérnával. Függőleges irányban kicsit kitérítve megmértem tíz lengés idejét. Ezt még kétszer megismételtem. Ezután a fecskendővel kis mennyiségű vizet kimértem a pohárba. Ekkor ismét megmértem tíz lengés idejét. Ezt többször megismételtem, minden mennyiség esetén három mérést végezve, mérésenként tíz lengést vizsgálva. A három mérésből kiszámítottam egy lengés idejét, ezeket átlagoltam, és kiszámítottam a szórásukat. Ezután öt egyforma poharat (olyat, mint amit eddig használtam), valamint öt, az előzővel egyforma hosszúságú cérnaszálat egyszerre a mérlegre helyezve megmértem azok tömegét. Ezt öttel elosztottam és hozzáadtam a kimért vízmennyiségek tömegéhez.

A mérés eredménye: Az öt pohár és cérnaszál együttes tömegét $22,65 \pm 0,03$ g-nak mértem, tehát egy-egy pohár és a cérnaszál együttes tömege $4,53 \pm 0,01$ g. Ezen a hibán kívül számolni kell a víz mennyiségének hibájával is. Ez minden egyes alkalommal $\pm 0,1$ ml, vagyis $\pm 0,1$ g. Ez a hiba a mérés során mindig hozzáadódik az előzőhöz, így megsokszorozódik. A mérés eredményeit és az azokból számított mennyiségeket táblázatba foglaltam. (A jól áttekinthető táblázatot a jegyzőkönyv tartalmazta, de azt – terjedelmi okokból – itt nem közöljük. – A szerk.)

A mérési adatokat (és azok becsült hibáját) grafikonon ábrázoltam, és az adatokra egyenest illesztettem. Az illesztett egyenes (s^2 és g egységekben):

$$T^2 = 0,0179\,m + 0,0221 = 0,0179 \cdot (m - 1,23).$$

Leolvashatjuk, hogy $m^* = 1,23$ g, és ennek hibája (ami a mérési adatok és az illesztett egyenes paramétereinek bizonytalanságából adódik) $\pm 0,17$ g.

Ezután megmértem három ilyen rugó tömegét, ami $(10,75 \pm 0,03)$ g volt, tehát egy rugó tömege $(3,58 \pm 0,01)$ g. A mért redukált tömeg ennek $(34 \pm 5)\%$ -a.

Megjegyzés. Elméleti megfontolások szerint egy (a többi tömeghez képest kicsi tömegű) rugó rezgésre redukált tömege a valódi tömegének az $\frac{1}{3}$ -a. Ettől az általam mért „névleges” érték 1%-kal tér el, ami jócskán a becsült hibahatáron belül van.