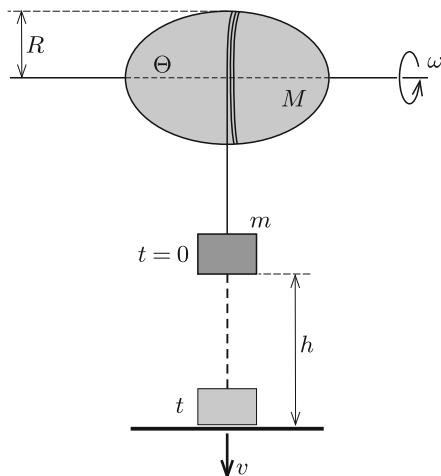


Eszközök: főtt tojás, tolómérő, stopper, mérőszalag, hústű, állványok, vékony fonál, ragasztószalag, a tojásnál kisebb tömegű súly.

A mérés menete: A tojás hosszanti tengelyén keresztülszúrtam a hústűt. A hústű végeit egy-egy állványra rögzítettem, figyelve arra, hogy a tű vízszintes legyen. A tojásra a közepénél ragasztószalaggal rögzítettem a fonalat, aminek a végére kötöttem a súlyt. A fonalat feltekertem a tojásra (végén a súllyal) majd egy bizonyos h magasságból elengedtem a súlyt, és mértem a leérkezésének t idejét.

Három magasságból indítottam a mozgást és mindegyiknél háromszor mértem az időket. Ezen időtartamok átlagából kiszámítottam a mozgás átlagsebességét, majd a tojás sugarának (R) ismeretében a meghatároztam a tojás tehetetlenségi nyomatékát.



Mérés elmélete: Feltételeztem, hogy a rendszer mechanikai energiája állandónak tekinthető:

$$E_{\text{mech.}} = \text{állandó}, \quad \text{vagyis} \quad mgh = \frac{1}{2}\Theta\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2.$$

Mivel ismerjük a szögsebesség és a nehezék sebessége közötti

$$\omega = \frac{v}{R}$$

kapcsolatot, valamint az egyenletesen gyorsuló mozgás h/t átlagsebessége és a végsebessége közötti összefüggést:

$$v = \frac{2h}{t},$$

ezekből kifejezhetjük a tehetetlenségi nyomaték keresett értékét a mérhető mennyiségekkel:

$$\Theta = mR^2 \left(\frac{gt^2}{2h} - 1 \right).$$

Mérési eredmények. Először megmértem, hogy

- a tojás tömege: $M = 0,069$ kg,
- a nehezék (súly) tömege: $m = 0,02$ kg,
- a tojás legnagyobb „sugara” a szimmetriatengelyére merőleges irányban: $R = 2,58$ cm,
- a tojás „hosszmérete”: $2a = 5,9$ cm. (Erre a méretre a kiértékelésnél nem volt szükség.)

A mért időtartamokat, azok átlagát, a belőlük számolt tehetetlenségi nyomatékokat, azok átlagát és az átlagtól való eltéréseket (a statisztikus hibát) az alábbi táblázat mutatja. A mérés pontosságáról a statisztikus hiba abszolút értékének átlaga ad felvilágosítást. (Az eltérések négyzetének átlagából, a szórásnégyzetből is lehet következtetni a mérés pontosságára.)

	h [cm]	t [s]	$\bar{t}$ [s]	Θ [kg m ²]	$\bar{\Theta}$ [kg m ²]	$ \Delta\Theta $ [kg m ²]	$ \Delta\Theta $ [kg m ²]
1.	50	0,42	0,51	$2,06 \cdot 10^{-5}$	$1,94 \cdot 10^{-5}$	$12 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-7}$
		0,52					
		0,58					
2.	75	0,63	0,61	$1,90 \cdot 10^{-5}$		$4 \cdot 10^{-7}$	
		0,60					
		0,61					
3.	100	0,74	0,70	$1,86 \cdot 10^{-5}$		$8 \cdot 10^{-7}$	
		0,67					
		0,70					

Összefoglalva a mérés eredményét megállapíthatjuk, hogy az adott (viszonylag nagy méretű) tojás tehetetlenségi nyomatéka a szimmetriatengelyére vonatkoztatva:

$$\Theta_{\text{tojás}} = (1,9 \pm 0,1) \cdot 10^{-5} \text{ kg m}^2.$$

A becsült hiba nagyságát azért adtuk meg a statisztikus bizonytalanság kb. kétszereseként, mert a statisztikus hiba mellett a mért mennyiségek (időtartamok, távolságok, a tömeg mérésének leolvasási hibája és a szisztematikus hibák (pl. a tengelysúrlódás és a légellenállás), továbbá emberi tényezők (reakcióidő, tévedések) is felléphetnek.

Összehasonlítás egy elméleti értékkel: Ha feltételezzük, hogy a főtt tojás homogén anyageloszlású, tömör test, amelynek az alakja R , R és a féltengelyű forgásellipszoiddal közelíthető, akkor a tehetetlenségi nyomatéka

$$\Theta_{\text{elméleti}} = \frac{2}{5}MR^2 = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ kg m}^2.$$

Ennek az elméleti becslésnek is van (az M és R mennyiségek mérési pontatlansága miatt) hibája, ez kb. 1%-os lehet. Ezt növeli még a tojás alakjára és a tömegeloszlására tett feltevésünk bizonytalansága. Összehasonlítva a *mért* és a *számított* tehetetlenségi nyomatékokat megállapíthatjuk, hogy azok a mérési hibahatáron belül megegyeznek, ez a feltevéseink jogosságát támasztja alá.

Varga Áron (Keszthelyi Vajda János Gimn., 10. évf.)