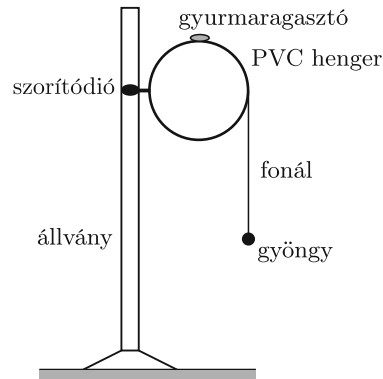
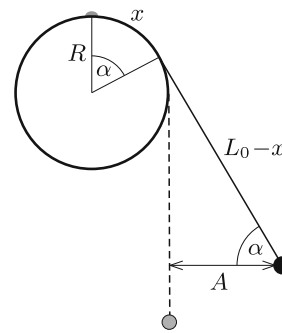


Eszközök: vékony fonál, gyöngy, PVC henger, állvány, szorítódíó (a rögzítéshez), állvány, gyurmaragasztó, hajlékony vonalzó, hagyományos vonalzó, filctoll (a jelöléshez), stopper.



A mérési elrendezés



*Elméleti megfontolás
(az A amplitúdó méréséhez)*

A mérhető x ívből az A amplitúdó a következőképpen számítható ki: A fonál teljes hossza (a gyurmaragasztótól a gyöngyig):

$$L_0 = \frac{R\pi}{2} + 3R.$$

A fonálnak a hengerre simuló darabjához tartozó szög (radiánban):

$$\alpha = \frac{x}{R}.$$

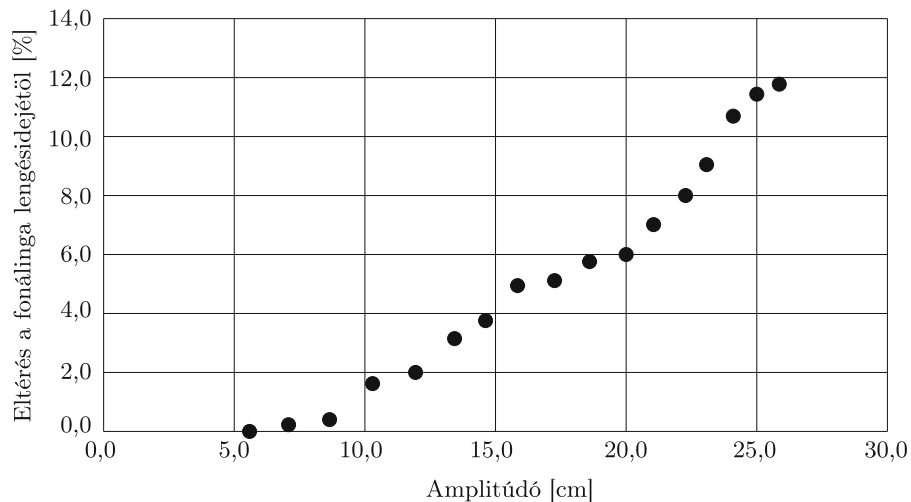
Az amplitúdó:

$$A = (L_0 - x) \cos \alpha - (R - R \sin \alpha) = \left(\frac{R\pi}{2} + 3R - x \right) \cos \alpha - R(1 - \sin \alpha).$$

Az R sugarat megmérve, majd x -et változtatva és azt is mérve meghatározható az $A(x)$ amplitúdó.

A mérés menete

1. Először lemértem a henger külső átmérőjét (15,0 cm), ebből adódott, hogy a sugara $R = 7,5$ cm.
2. Rögzítettem a hengert a díóra, azt pedig a Bunsen-állványra. A fonalat ráragasztottam a „henger tetejére” a gyurmaragasztóval, majd rákötöttem a gyöngyöt úgy, hogy a fonál függőleges darabja $3R = 22,5$ cm legyen.
3. Ezután a fonál rögzítési helyétől kiindulva 2 cm-től 10 cm-ig beosztást készítettem 0,5 cm-es osztásközökkel. Ehhez a hajlékony vonalzót és a filctollat használtam.
4. Ezt követően az ingát kitérítettem úgy, hogy a (feszesen tartott) fonál és a henger legszélső érintkezési pontja éppen egy beosztásra essen. Itt elengedtem a gyöngyöt, és mértem 5 lengés idejét.
5. A mérést minden kezdőhelyzet esetén ötször végeztem el, és a mérési eredményeket, valamint a belőlük számított mennyiségeket táblázatba foglaltam és grafikusan szemléltettem. A táblázat tartalmazta 17 különböző x érték mellett a kiszámított α (rad) szöget és az A amplitúdót, 5-5 időmérési adatot, azok 1 lengésre vonatkoztatott átlagát ($T_{\text{átlag}}$), az időadatok statisztikus szórását, valamint a $T_{\text{átlag}}$ lengésidejének és egy $3R$ hosszúságú matematikai inga kiszámított T_0 lengésidejének $\Delta T = T_{\text{átlag}} - T_0$ eltérését. (A táblázatot terjedelmi okokból nem közöljük. – A Szerk.)
6. Ábrázoltam a $\Delta T/T_0$ relatív eltérés százalékos értékét az A amplitúdó függvényében:



A mérési hiba becslése

A lengésidő hibáját a többszöri mérés adatainak szórásából becsültem meg. Ez a (statisztikus) hiba kb. 0,4–0,6% nagyságú volt. (Ennél bizonyára sokkal nagyobb lehet a lengések csillapodásából származó, de számszerűen nehezen becsülhető szisztematikus hiba.)

A távolságmérések bizonytalansága: $\Delta R = \pm 0,1$ cm, $\Delta x = \pm 0,1$ cm, ezekből adódóan a kiszámított amplitúdó hibája: $\Delta A = \pm 0,2$ cm.

A mérési hiba okai:

- Az idő pontatlan mérése + reakcióidő.
- A hosszúságmérés pontatlansága.
- Nem egyforma elengedés a lengés indításakor („kis lökés”).
- Közegellenállás.

Az eredmények értékelése

1. A grafiknról leolvasható, hogy kis kezdeti értékek esetén a lengésidő jó közelítéssel valóban a rögzített felfüggesztésű (matematikai) inga T_0 lengésidejével egyezik meg.

2. Nagyobb (a henger sugarával összemérhető, vagy azt számottevően meghaladó) amplitúdók esetén a lengésidő határozottan eltér T_0 -tól, a százalékos eltérés és A között (jó közelítéssel) lineáris kapcsolat áll fenn.

Olosz Adél (Pécs, PTE Gyakorló Ált. Isk. és Gimn., 12. évf.)

Megjegyzés. A mérés látszólag egyszerű volt, de valójában több – egymásnak részben ellentmondó – szempont miatt egyáltalán nem könnyű. A lengésidő pontos meghatározását általában sok lengés idejének mérése teszi lehetővé. Jelen esetben a lengés csillapodása és a periódusidőnek az amplitúdótól való függése azt igényelné, hogy csak kevés (sőt, esetleg csak egyetlen egy) lengést vizsgáljunk, ami egyszerű stopper helyett elektronikus időmérést (fénykapu alkalmazását) igényelné. Az inga fonálát célszerű igen vékonyra és hajlékonyra választani, ennek azonban a szakítószilárdsága szab határt. Az inga nehezékét érdemes lenne minél nagyobb tömegűnek, de minél kisebb méretűnek választani, ezt azonban az anyagának sűrűsége és a fonál szakítószilárdsága korlátozza. A közegellenállás hatása a szokásos ingás méréseknél az amplitúdó csökkentésével mérsékelhető; esetünkben azonban ez sem valószínűsíthető meg, hiszen a mérés célja éppen a lengésidő amplitúdófüggésének kimutatása, és ez a hatás csak nagyobb kitéréseknél mutatkozik számottevően.