

A nehézségi gyorsulás mérése megfordítható ingával

Mérési jegyzőkönyv

Szőke Kálmán Benjamin

2010. december 7.

Mérés célja:

Cél a nehézségi gyorsulás meghatározása, megfordítható ingával.

Mérési berendezések:

- Ingatartó
- Megfordítható inga tolósúllyal
- Digitális lengésidőmérő
- Súlypontmérő ék

Mérés leírása:

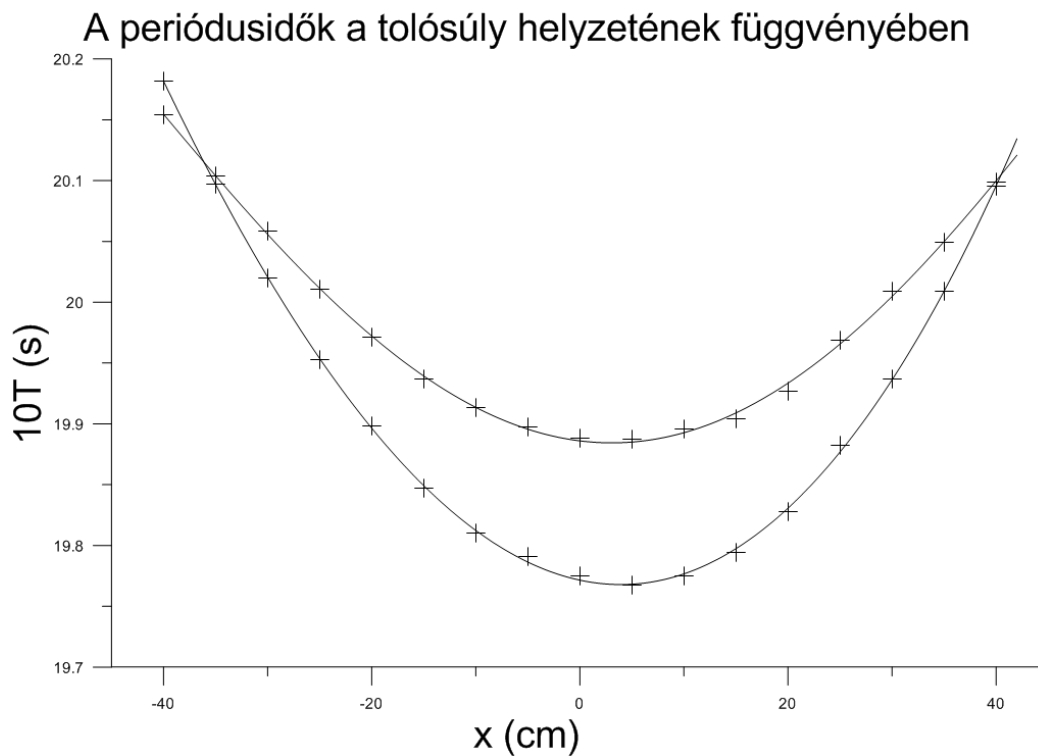
A nehézségi gyorsulást megfordítható inga lengésideiből határozhatjuk meg. A lengésidőt 10 lengésidőből mérjük meg, egy fénykapus digitális időmérő segítségével. Az ingán lévő mozgatható súlyt különböző távolságértékekre beállítjuk, és mérjük a lengésidőt. Majd az inga megfordítása után elvégezzük a mérést újra. A mért értékeket ábrázolva két görbét kapunk, amik metszik egymást. Az egyik kiválasztott metszéspont körül szükségünk van még további mérésekre, hogy pontosan meg lehessen határozni azt a pontot, amikor a két ingapozícióban ugyan az a lengésidő. Így a nehézségi gyorsulást a matematikai inga lengésidejének képletéből határozhatjuk meg.

Periódusidők mérése

Mértem az inga lengésidőjét (T_1) a tolósúly helyzetének (x) függvényében, majd az ingát megfordítva (T_2) még egyszer.

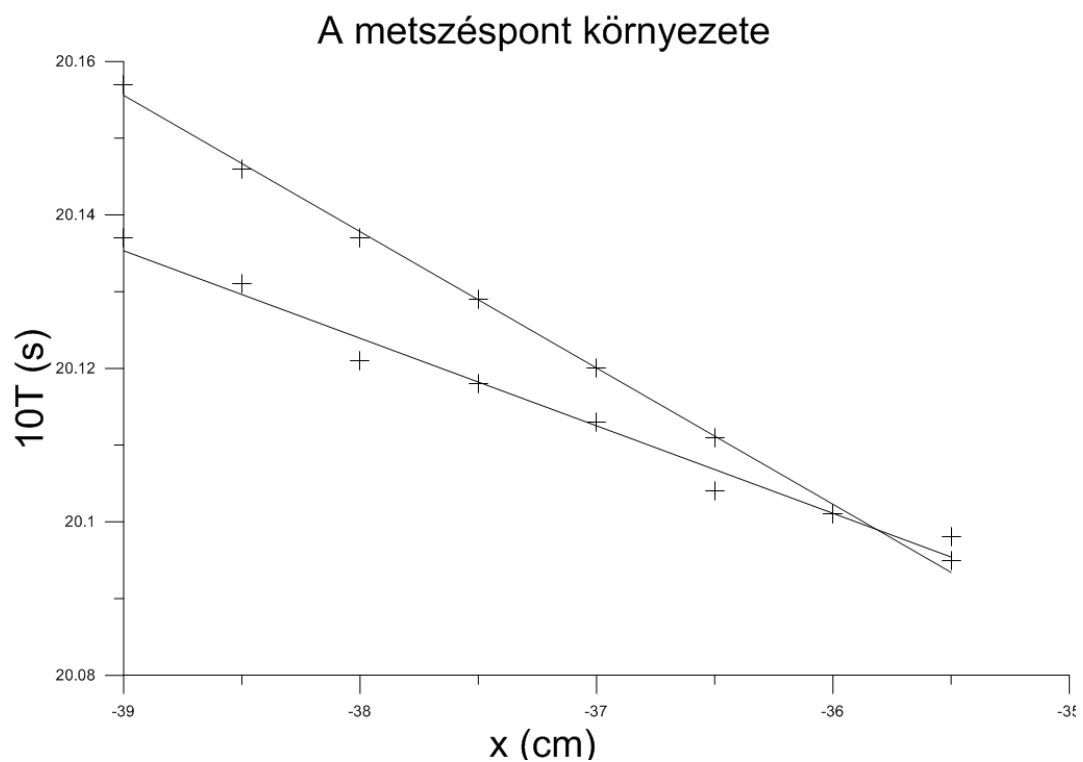
Mérési adatok:

| x (cm) | $10T_1$ (s) | $10T_2$ (s) |
|----------|-------------|-------------|
| 40 | 20.099 | 20.095 |
| 35 | 20.049 | 20.009 |
| 30 | 20.009 | 19.937 |
| 25 | 19.969 | 19.882 |
| 20 | 19.927 | 19.828 |
| 15 | 19.904 | 19.794 |
| 10 | 19.896 | 19.775 |
| 5 | 19.887 | 19.767 |
| 0 | 19.888 | 19.775 |
| -5 | 19.897 | 19.791 |
| -10 | 19.913 | 19.81 |
| -15 | 19.937 | 19.847 |
| -20 | 19.971 | 19.898 |
| -25 | 20.011 | 19.953 |
| -30 | 20.058 | 20.02 |
| -35 | 20.104 | 20.097 |
| -40 | 20.154 | 20.182 |



Metszéspont mérési adatai:

| x (cm) | $10T_1$ (s) | $10T_2$ (s) |
|----------|-------------|-------------|
| -35.5 | 20.098 | 20.095 |
| -36 | 20.101 | 20.101 |
| -36.5 | 20.104 | 20.111 |
| -37 | 20.113 | 20.12 |
| -37.5 | 20.118 | 20.129 |
| -38 | 20.121 | 20.137 |
| -38.5 | 20.131 | 20.146 |
| 39 | 20.137 | 20.157 |

**Közös lengésidő:**

$$T = 2.0099 \pm 0.0003 \text{ s}$$

A nehézségi gyorsulás meghatározása

A nehézségi gyorsulást (g) az alábbi egyenletből számolhatjuk az előbb kiszámolt lengéssidőből (T) és a jegyzetben leírt éktávolságból (l_e).

$$l_e = 1.0033 \pm 0.0002 \text{ m}$$

$$g = \frac{4\pi^2 l_e}{T^2} = 9,8048 \pm 0.0005 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Korrekciós tagok

Lengéssidő:

Az előző pontban használt képlet csak kis kitérések esetén igaz. A lengéssidő pontos képlete α szögű kitérés esetén a következő sorral adható meg.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_e}{g}} \left(1 + \frac{1}{4} \sin^2 \frac{\alpha}{2} + \frac{9}{64} \sin^4 \frac{\alpha}{2} + \frac{25}{256} \sin^6 \frac{\alpha}{2} + \dots \right)$$

A mérés során az inga szögkitérése (α) közel 2° volt. Korrekciót (Δg) a jegyzetben lévő táblázatból határoztam meg.

$$\Delta g_{korr} = 0.0049 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Felhajtóerőből származó korrekció:

Itt az alábbi korrekciót kell megfigyelni

$$\Delta T_{korr} = 0.8 \cdot \frac{\rho_{lev}}{\rho_{inga}} \cdot T = 0.000238161 \text{ s}$$

$$\Delta g_{korr} = 0.00488 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

A centrifugális gyorsulás hatása:

A Föld forgása miatt centrifugális gyorsulással kompenzált effektív gyorsulást is mérünk. Ezt a változást megkaphatjuk a Föld sugarából (R), szögsebességéből (ω), és a szélességi fokból (φ).

$$\Delta g = \omega^2 R \cdot \cos^2 \varphi = \left(\frac{2\pi}{86400} \right)^2 \cdot 6370^2 \cdot \cos^2(47^\circ) = 0.09981 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Súlypont mérése

Ebben a mérésben a feladat annak a pozíciónak meghatározása volt, mikor a rendszer súlypontja pont középen, a 0-ás értéknél lenne. Ezt a pontot a mérési pontokra illesztett egyenes paramétereiből (s_1), (s_0) kaphatjuk meg.

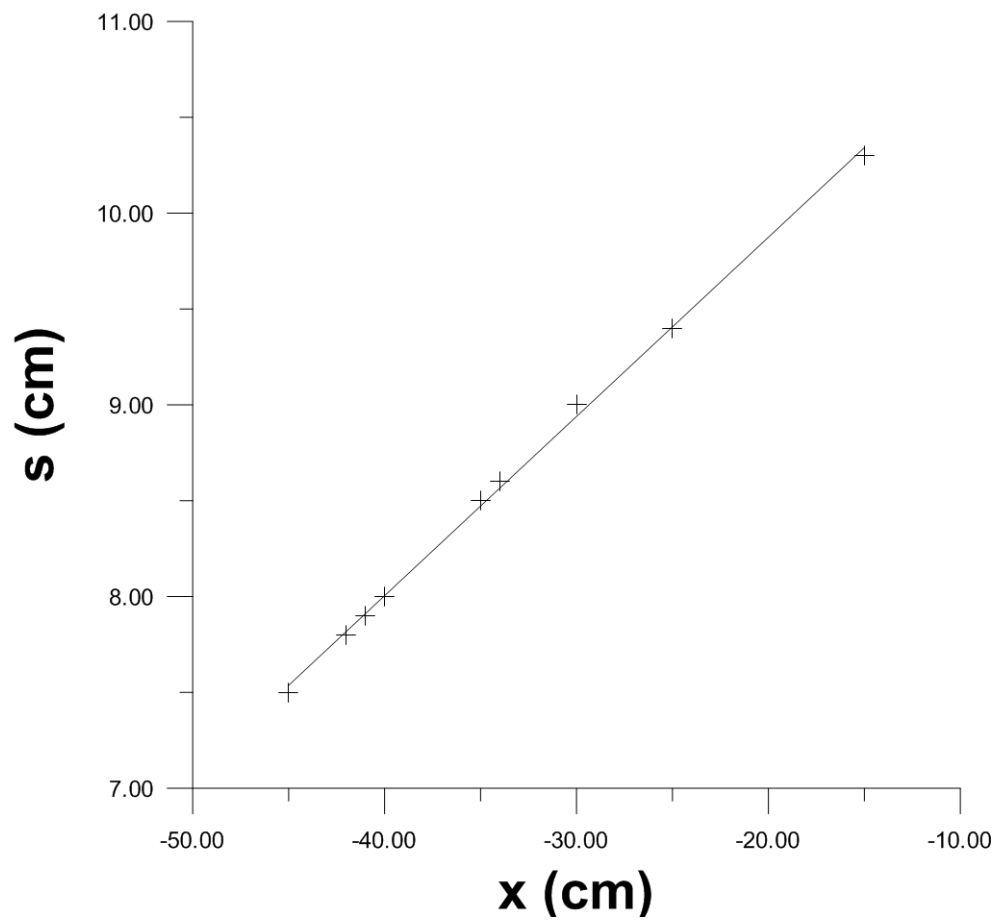
$$s(x) = s_1x + s_0$$

$$x_{triv} = -\frac{s_0}{s_1}$$

Mérési adatok:

| x (cm) | s (cm) |
|----------|----------|
| -40 | 8 |
| -35 | 8.5 |
| -30 | 9 |
| -25 | 9.4 |
| -15 | 10.3 |
| -45 | 7.5 |
| -41 | 7.9 |
| -42 | 7.8 |
| -34 | 8.6 |

Grafikon:



$$s_0 = 11.74 \pm 0.01 \text{ cm}$$

$$s_1 = 0.094 \pm 0.004$$

$$x_{triv} = -125.61 \pm 0.01 \text{ cm}$$