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:

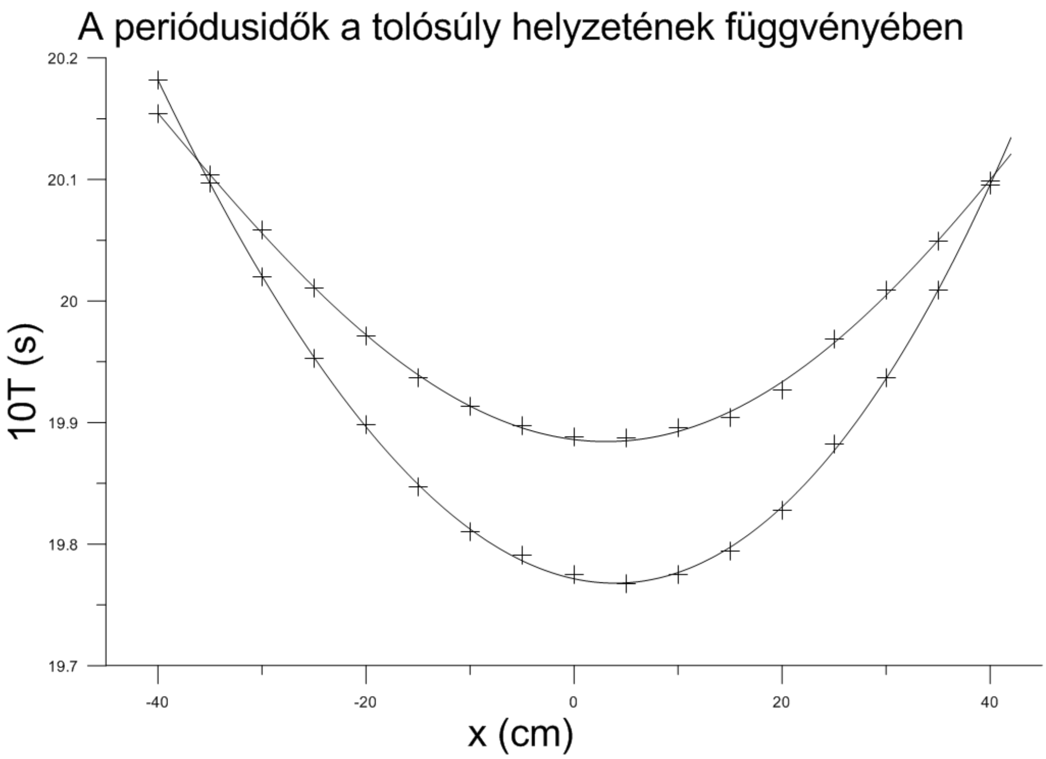
A nehézségi gyorsulást megfordítható inga lengésideiből határozhatjuk meg. A lengésidőt 10 lengésidőből mérjük meg, egy fénykapus digitális időmérő segítségével. Az ingán lévő mozgatható súlyt különböző távolságértékekre beállítjuk, és mérjük a lengésidőt. Majd az inga megfordítása után elvégezzük a 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 lengésidejét *(T_1)* a tolósúly helyzetének *(x)* függvényében, majd az ingát megfordítva *(T_2)* még egyszer.

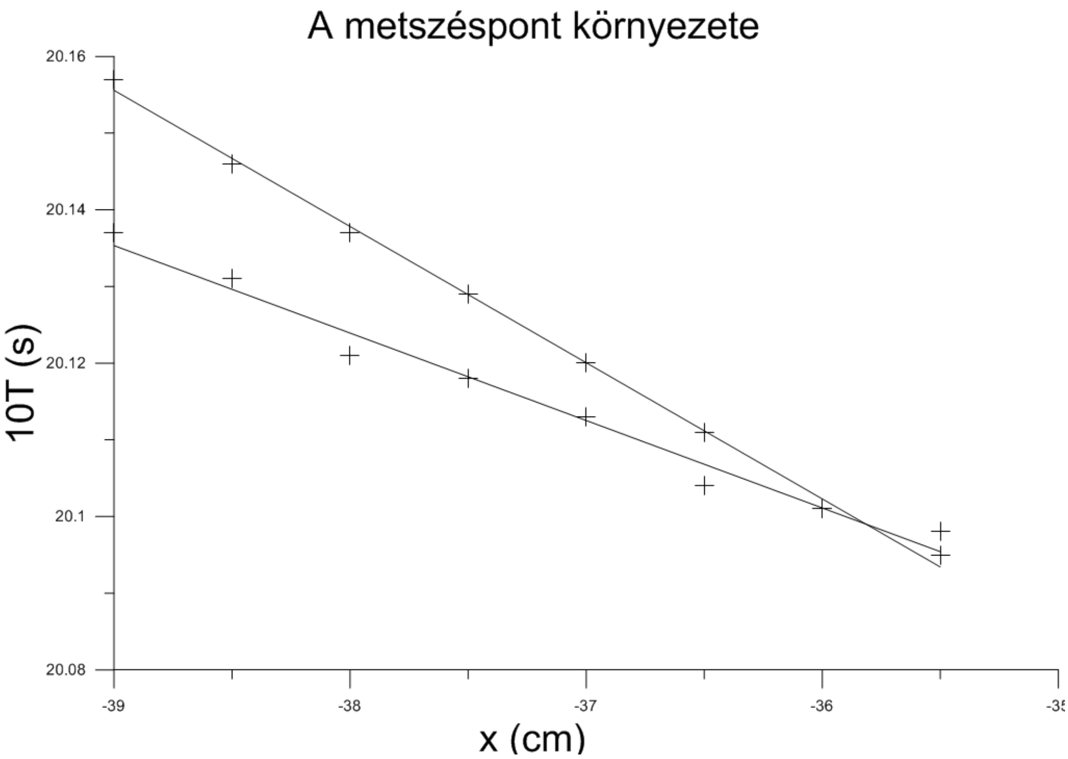
Mérési adatok:

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:

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

A nehézségi gyorsulás meghatározása

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

$l_e = 1.0033 \pm 0.0002\ m$

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

Korrekciós tagok

Lengésidő:

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

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

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

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

Felhajtóerőből származó korrekció:

Itt az alábbi korrekciót kell megfigyelni

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

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

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)*.

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

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.

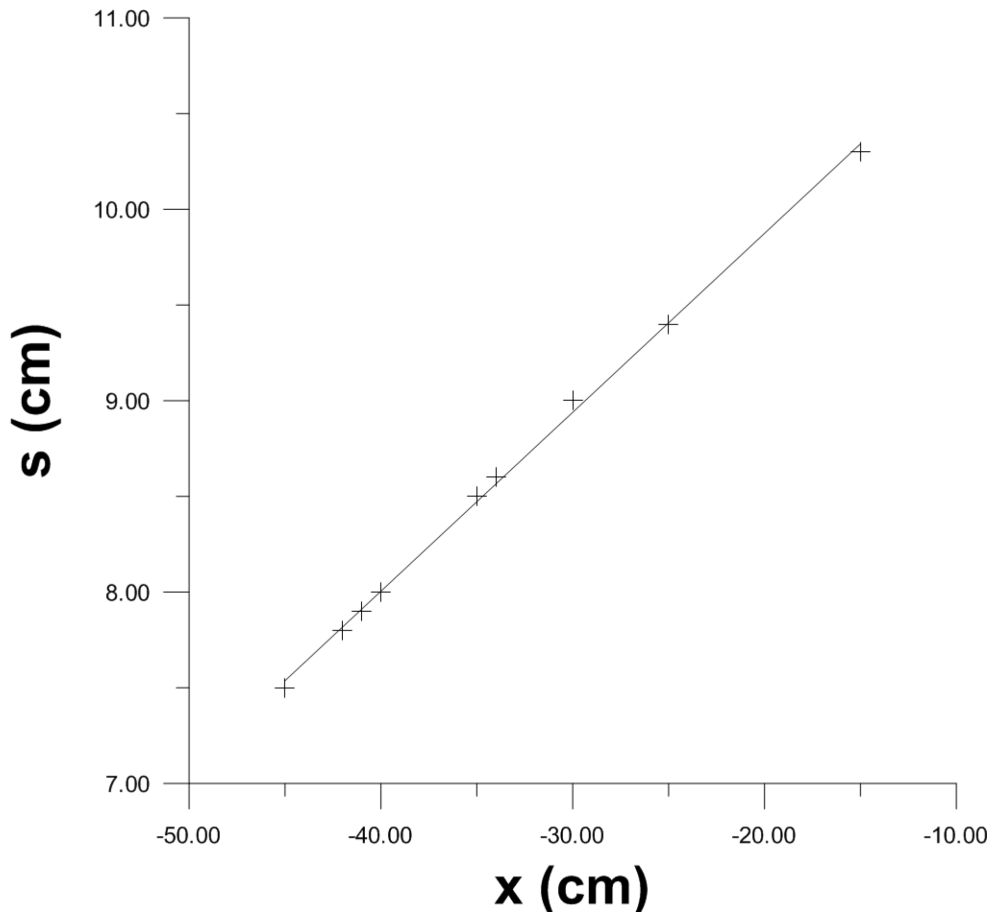
$$s_{(x)} = s_1 x + s_0$$

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

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:



$$s_0 = \mathbf{11.74 \pm 0.01}\ \boldsymbol{cm}$$

$$s_1 = \mathbf{0.094 \pm 0.004}$$

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