Nehézségi gyorsulás és matematikai inga lengésideje

Kalló Bernát – Mérés: 2012.05.09. – Leadás: 2012.06.08.

1. Nehézségi gyorsulás mérése

Szabadon eső testek gyorsulása adott földrajzi helyen a test tömegétől független állandó. Kísérletünkben ezt szeretnénk igazolni és meghatározni az értékét.

A méréshez olyan ejtőszerkezetet használunk, aminek tetején és alján érzékelők vannak (felül egy kioldószerkezet, alul egy érzékelő kapcsoló), és ezek egy elektronikus órára vannak kapcsolva. Ezzel meg tudjuk mérni az esés idejét. Különböző magasságokból megmérve az esést meg tudjuk határozni az összetartozó út-idő párokat. Az út-idő összefüggés feltételezett alakja

$$h = \frac{g}{2}t^2,$$

ebből egy új, $x = \frac{t^2}{2}$ változó bevezetésével a

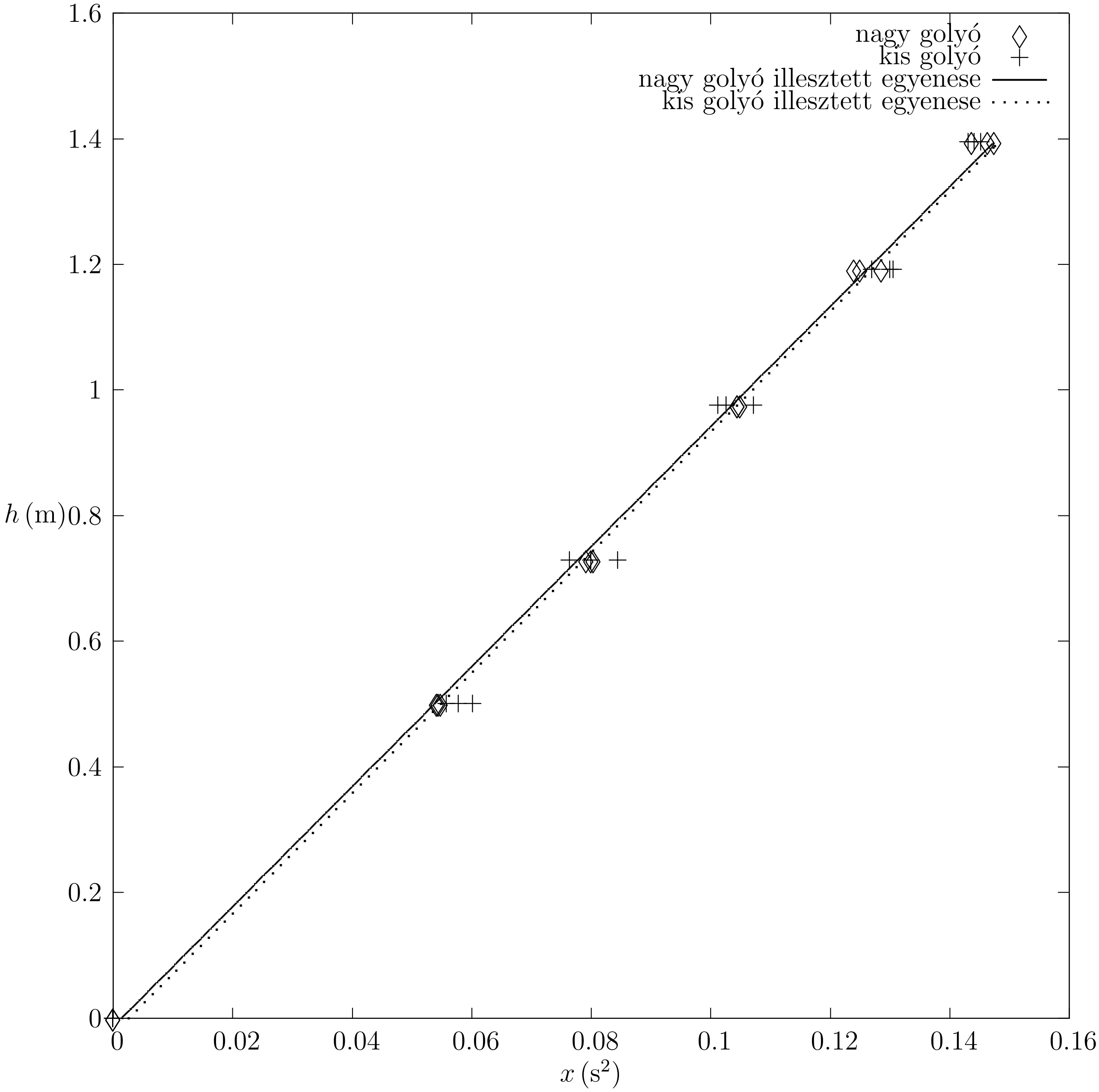
$$h = gx$$

egyenes egyenletét kapjuk. Az (x, h) pontokra egyenest illesztve ennek meredeksége lesz g. A $(0, 0)$ pontot is a mérési pontok közé tesszük, mivel ezt elvi megfontolásból tudjuk.

$h\,(\mathrm{m})$	$t_{\mathrm{nagy}}\,(\mathrm{s})$	$t_{\mathrm{kicsi}}\,(\mathrm{s})$	$x_{\mathrm{nagy}}\,(\mathrm{s}^2)$	$x_{\mathrm{kicsi}}\,(\mathrm{s}^2)$
1,39500	0,541	0,535	0,1463	0,1431
	0,543	0,539	0,1474	0,1453
	0,536	0,537	0,1436	0,1442
1,19250	0,507	0,511	0,1285	0,1306
	0,500	0,504	0,1250	0,1270
	0,498	0,510	0,1240	0,1300
0,97580	0,457	0,453	0,1044	0,1026
	0,457	0,450	0,1044	0,1013
	0,458	0,463	0,1049	0,1072
0,72950	0,401	0,400	0,0804	0,0800
	0,398	0,411	0,0792	0,0845
	0,400	0,391	0,0800	0,0764
0,50100	0,331	0,334	0,0548	0,0558
	0,329	0,347	0,0541	0,0602
	0,330	0,340	0,0545	0,0578
0	0	0	0.0	0.0
	0	0	0.0	0.0
	0	0	0.0	0.0

1. táblázat. A mért adatok

Ezután ábrázoljuk az (x, h) pontokat grafikonon:



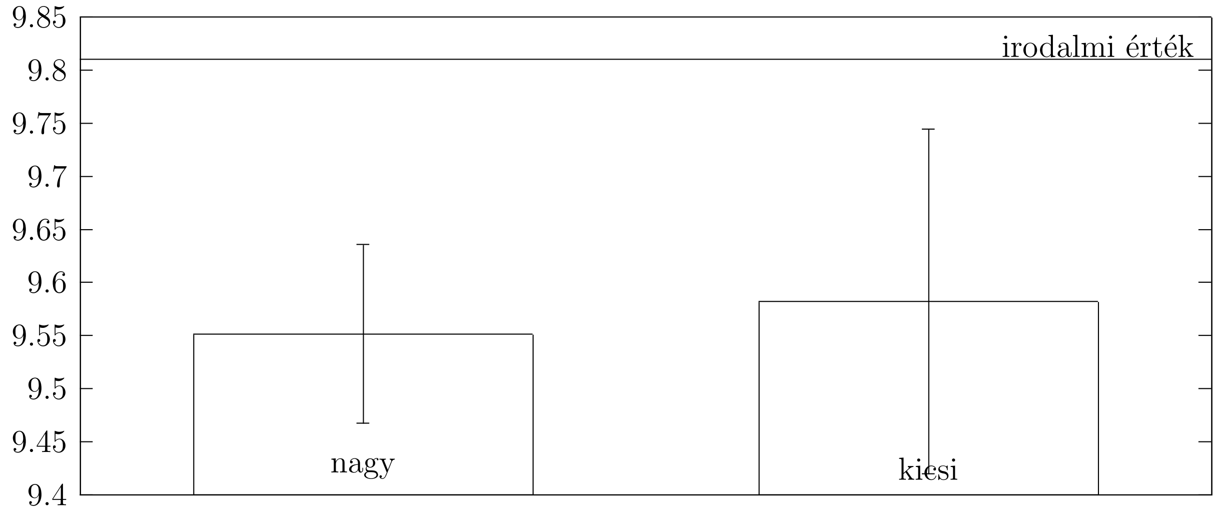
1. ábra. Az $x - h$ grafikon

A GNUPLOT programmal egyenest illesztettünk a mérési pontokra, ezzel megkaptuk a meredekségeket. A GNUPLOT megadta az illesztés hibáját is:

	g_{nagy} (m/s^2)	Δg_{nagy} (m/s^2)	g_{kicsi} (m/s^2)	$\Delta g_{\mathrm{kicsi}}$ (m/s^2)
	9,55	0,08	9,58	0,16

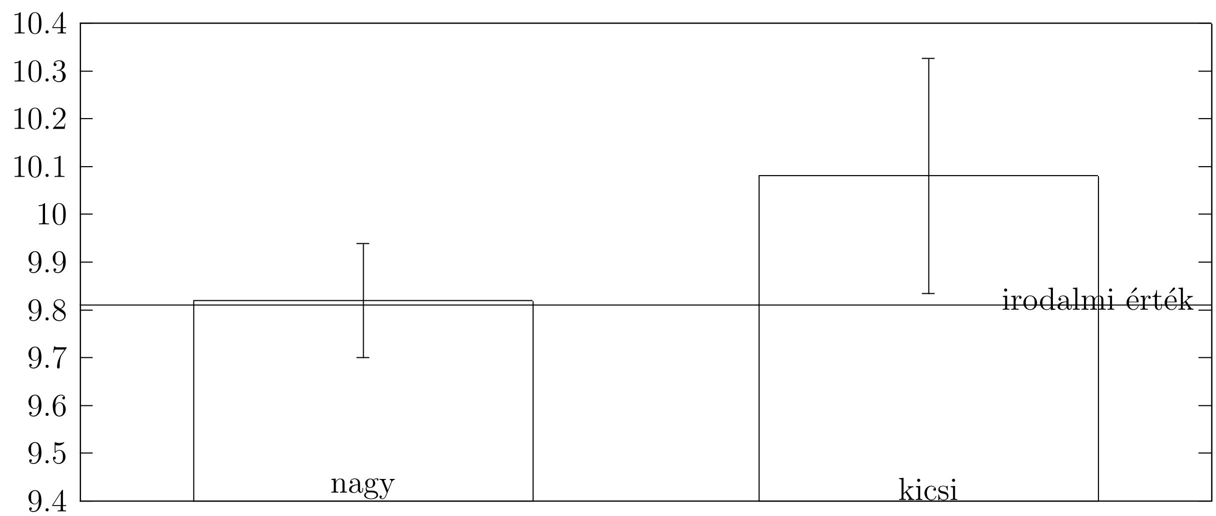
2. táblázat. Eredmények

Látható egyrészt, hogy az két érték a hibahatáron belül megegyezik. Másrészt azt is láthatjuk, hogy az irodalmi (9,81) értéktől a hibahatáron túl eltérnek.



Az eltérést magyarázhatjuk a mérőeszközök sziszetmatikus hibájával. A kioldószerkezet szerintem elég pontos, viszont az alsó érzékelő kapcsoló nem azonnal zárt, mikor a golyó a tetejéhez ért, hanem még valamennyi utat meg kellett tennie. h-t viszont a kapcsoló tetejétől mértük. Tehát lehet, hogy h értékeihez még hozzá kéne adni valamennyit – vagy a (0,0) pont helyett egy negatív ordinátájú értéket kéne fölvenni, a valódi érzékelés pontját. Ezt viszont nem tudjuk.

Ha a (0,0) pontot töröljük a mérési eredményekből és úgy illesztünk egyenest, 9,82 és 10,08 jön ki a nagy, ill. a kis golyónál. A h eltérése ekkor $-0,04$, ill. $-0,08$ m, tehát ez túl nagy ahhoz, hogy csak az érzékelő holtjátékát jelentse. Mégis, így pontosabban megkaptuk az irodalmi értékeket. Lehet, hogy az érzékelő rugója közben lassítja a golyót, és ez is valamennyire beleszámít az eredménybe. Az új illesztéssel kapott eredmények:



2. Matematikai inga lengésideje

A matematkiai inga lengésideje

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

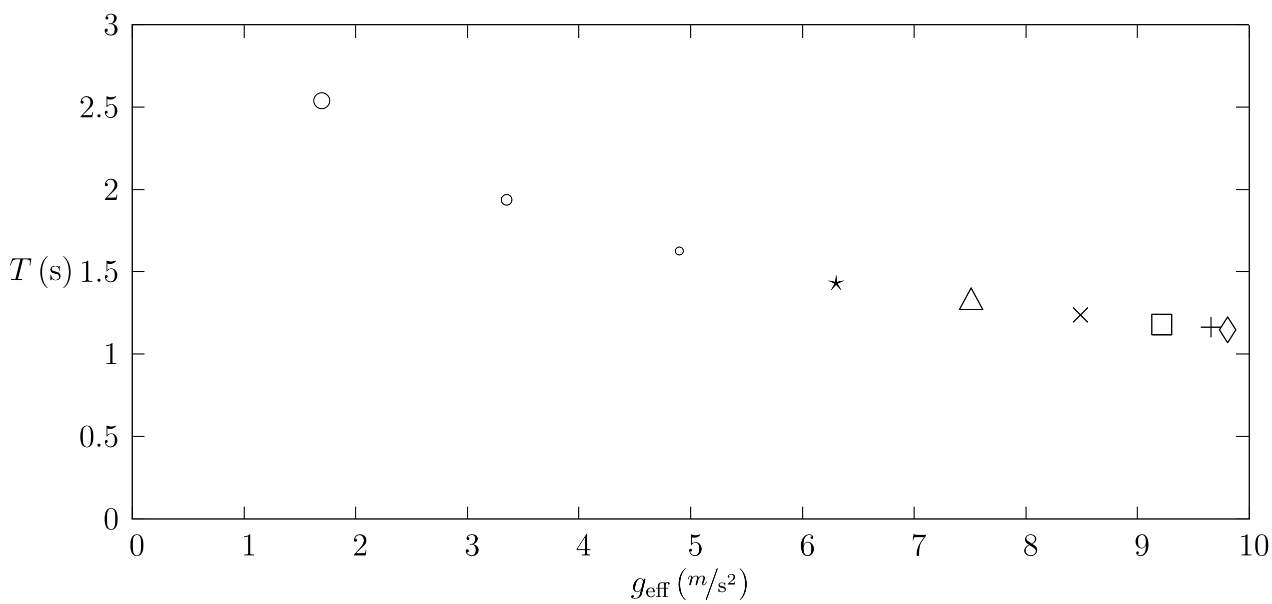
. Kísérletünkben az ingát ferde, a vízszintessel α szöget bezáró tengely körül hagyjuk forogni, így a gravitációs gyorsulásnak csak a tengelyre merőleges $g_{\text{eff}} = g\cos\alpha$ komponense lesz effektív.

α különböző értékeire megmértük a lengésidőt:

α (°)	T (s)
0	1,159
10	1,164
20	1,192
30	1,239
40	1,317
50	1,434
60	1,627
70	1,935
80	2,540

3. táblázat. Mért adatok

Ha ábrázoljuk T-t $g_{\text{eff}} = g\cos\alpha$ függvényében, ezt kapjuk:



Azt látjuk, hogy a pontok egy $\frac{1}{\sqrt{x}}$ alakú görbére illeszkednek, ahogy ez várható is volt a képletből.