A nehézségi gyorsulás mérése

Mérést végezte: Rudolf Ádám
Mérőpár: Lénárd András
Mérés időpontja: 2008 szeptember 30. 10:00-12:00
Jegyzőkönyv leadásának időpontja: 2008 október 7. 10:00

A mérés célja

A mérés célja igazolni, hogy a gravitációs gyorsulás adott helyen független a szabadon eső test tömegétől, valamint megállapítani ennek a gyorsulásnak az értéket.

Mérőeszközök

- Beállítható magasságú ejtőszerkezet
- Az ejtőszerkezethez tartozó elektronikus óra (timer)

A mérés rövid leírása

A két acélgolyót (16mm, és 19mm átmérőjű tömör golyók, vagyis tömegük különbözik), 140, 120, 100, 75, és 50cm magasról leejtünk, és az egyes magasságokhoz tartozó esési időket lemérjük az elektronikus órával, ami automatikusan indul, és áll meg. Minden mérést ötször végzünk el.

Mérési adatok

16mm átmérőjű golyó

Mérés	140cm	120cm	100cm	75cm	50cm
1.	0,549	0,502	0,457	0,404	0,335
2.	0,553	0,505	0,46	0,405	0,329
3.	0,547	0,507	0,457	0,399	0,32
4.	0,543	0,503	0,46	0,396	0,325
5.	0,545	0,501	0,457	0,396	0,331
Átlag	0,5474	0,5036	0,4582	0,4	0,328

19mm átmérőjű golyó

Mérés	140cm	120cm	100cm	75cm	50cm
1.	0,535	0,499	0,454	0,391	0,32
2.	0,541	0,495	0,541	0,391	0,321
3.	0,535	0,495	0,453	0,391	0,319
4.	0,535	0,499	0,451	0,392	0,32
5.	0,541	0,506	0,451	0,391	0,32
Átlag	0,5374	0,4988	0,47	0,3912	0,32

Az adatok másodpercben szerepelnek. A további számolásokban az átlagértékeket fogom használni.

Hibaforrások

- A magasság beállításánál előfordulhat hiba. Ez kb. 1-2mm eltérést jelenthet.
- A golyók esési idejét valójában befolyásolja a légellenállás. Ez eltéréseket jelenthet az ideális eredménytől.

Kiértékelés

Az $s = g/2 * t^2$ összefüggés alapján az $s(t^2)$ függvénynek egy $g/2$ meredekségű lineáris függvénynek kell lennie, ha s az ejtési magasságot, g a gravitációs gyorsulást, t pedig az ejtési időt jelöli. A táblázatban szereplő adatokra egyenest illesztettem a GNUPLOT nevű programmal. Az kis golyóra kapott egyenes egyenlete a következő:

$$s = 4{,}70826\, t^2 - 0{,}000538306$$

A nagy golyóra ezt az egyenletet kaptam:

$$s = 4{,}76764\, t^2 + 0{,}00265158$$

Kis golyó

s(m)	t(s)	t^2(s^2)	s ill. (m)	Δs (m)
0	0	0	-0,000538	0,000538
0,5	0,328	0,107584	0,505995	-0,005995
0,75	0,4	0,16	0,752783	-0,002783
1	0,4582	0,209947	0,987948	0,012052
1,2	0,5036	0,253613	1,193537	0,006463
1,4	0,5474	0,299647	1,410277	-0,010277

Nagy golyó

s(m)	t(s)	t^2(s^2)	s ill. (m)	Δs (m)
0	0	0	0,002652	-0,002652
0,5	0,32	0,1024	0,490858	0,009142
0,75	0,3912	0,153037	0,732279	0,017721
1	0,47	0,2209	1,055823	-0,055823
1,2	0,4988	0,248801	1,188847	0,011153
1,4	0,5374	0,288799	1,37954	0,02046

Az 1. grafikon az $s(t^2)$, a 2. a $\Delta s(t^2)$ függvényt ábrázolja. A kis golyó mérési pontjai és görbéi kékkel, a nagy golyóéi pedig pirossal vannak rajzolva. A 2. grafikon adataiból kiszámolható, hogy a kis golyó esetében 0,024104 / 0,299647 = 0,080441319, a nagyobb golyó esetében pedig 0,11164 / 0,288799 = 0,386566435 az egyenesillesztés hibája. Ezért az első esetben $g/2 = 4{,}70826 \pm 0{,}080441319$ m/s^2, vagyis

$g_1 = 9{,}41652 \pm 0{,}160882639$ m/s^2, kerekítve $9{,}4 \pm 0{,}16$ m/s^2
$g_2 = 9{,}53528 \pm 0{,}77313287$ m/s^2, kerekítve $9{,}5 \pm 0{,}77$ m/s^2

Eredmények

$g_1 = 9{,}4 \pm 0{,}16$ m/s^2
$g_2 = 9{,}5 \pm 0{,}77$ m/s^2
$g = 9{,}81$ m/s^2

Diszkusszió

A két eredmény hibahatáron belül megegyezik, valamint az egyik hibán belül megegyezik a Budapesten ismert gravitációs gyorsulás értékével (9,81 m/s^2), és a másik sem tér el tőle drasztikusan. Az eltérések betudhatók a mérés hibájának. Így a g értéket, és a tömegtől való függetlenséget igazoltnak tekinthetjük.