

Fletcher kocsi Mozgásának Vizsgálata

Mérést végezte: Varga Bonbien

Mérőtárs neve: Megyeri Balázs

Mérés időpontja: 2008.04.29

Jegyzőkönyv Leadásának időpontja: 2008.05.06

A Mérés célja:

Igazolni Newton Második törvényét erre az esetre.

A Mérőeszközök:

- jól csapágyzott kis kocsi, és a hozzá tartozó sínpálya valamint extra terhelő súlyok
- Nyújthatatlannak tekinthető fonál melynek egyik végét a kocsihoz rögzítjük, másik végére pedig egy csigán átvetve ismert súlyokat rakunk.
- A csigába beépített mérőberendezés, melynek segítségével a számítógépről leolvashatjuk a gyorsulás értékeit.

A Mérés rövid leírása:

Ez egy páros mérés volt. Egyikünk kezelte a számítógépet, és indította a kocsit míg a másikunk, cserélgette a súlyokat, valamint állította meg a kocsit az ütközés előtt.

A kocsit felhúztuk a sínre amennyire csak lehet, hogy még a húzószúlyok ne ütközzenek semmilyen akadályba, majd én aki a számítógépet kezeltem ráraktam az egeret a program start gombjára. Elengedtem a kocsit, és kicsivel az elengedés után már a mozgás közben elindítottam megnyomtam a start gombot, és ezzel elindult az időmérés. Még az ütközőhöz érés előtt megállítottam az órát, és ezután a társam megállította a kocsit. Ügyeltem arra, hogy az órát még azelőtt állítsam le, mintsem a társam megállítaná a kocsit. Ezután a kapott mérési pontokra egyenest illesztettünk és leírtuk az illesztett egyenes meredekségét, ami éppen a gyorsulás volt.

Minden mérést három különböző kocsitömeg esetén végeztünk, kezdve 500g-mal, majd 1000g és 1500g-mal. Minden egyes kocsitömeg esetén 6 különböző húzószúllyal mértük. Rendre 11, 21, 31,41,51,61 g-mos súlyokkal. A húzószúlyok önmagukban 10-10g-osak voltak de a fonál és a súlytartó együttesen 1g-ot nyomtak. És minden egyes húzószúly esetén három mérést végeztünk.

Mérési adatok:

Következzenek tehát a mérési adatok. A táblázatokban feltüntettem az $m_i a_i$ és az $F_i = \mu_i g$ mennyiségeket a későbbiek kedvéért. Itt $m_i = M_i + \mu_i + m_e$. Ahol M_i a kocsi tömege μ_i a húzószúly tömege, és $m_e = 18g$ a kerekek tehetetlenségi nyomatékának megfelelő ekvivalens tömeg. g értékét $9,81 m/s^2$ -nek veszem.

Adatok az 500g-os kocsi esetén

húzószúly(g)	11	21	31	41	51	61
1.mérés(m/s^2)	0,1787	0,3621	0,5303	0,7009	0,8532	1,0105
2.mérés(m/s^2)	0,1827	0,3621	0,5289	0,6942	0,8571	0,9994
3.mérés(m/s^2)	0,1834	0,3595	0,5316	0,6984	0,8579	1,0111
átlag(m/s^2)	0,1816	0,3612	0,5303	0,6978	0,8561	1,0070
$m_i \cdot a_i$ (N)	0,096	0,195	0,291	0,390	0,487	0,583
$\mu_i g$ (N)	0,108	0,206	0,304	0,402	0,500	0,598

Adatok az 1000g-os kocsi esetén

húzó súly(g)	11	21	31	41	51	61
1.mérés(m/s^2)	0,0823	0,1788	0,2669	0,3589	0,4461	0,5333
2.mérés(m/s^2)	0,0811	0,1757	0,2690	0,3602	0,4387	0,5359
3.mérés(m/s^2)	0,0858	0,1805	0,2674	0,3587	0,4496	0,5336
átlag(m/s^2)	0,0831	0,1783	0,2678	0,3593	0,4448	0,5343
$m_i \cdot a_i(N)$	0,085	0,185	0,281	0,381	0,476	0,571
$\mu_i g(N)$	0,108	0,206	0,304	0,402	0,500	0,598

Adatok az 1500g-os kocsi esetén

húzó súly(g)	11	21	31	41	51	61
1.mérés(m/s^2)	0,0512	0,1147	0,1713	0,2375	0,3013	0,3612
2.mérés(m/s^2)	0,0532	0,1135	0,1770	0,2390	0,2990	0,3587
3.mérés(m/s^2)	0,0512	0,1176	0,1730	0,2383	0,2993	0,3598
átlag(m/s^2)	0,0519	0,1153	0,1738	0,2383	0,2998	0,3599
$m_i \cdot a_i(N)$	0,079	0,177	0,269	0,371	0,470	0,568
$\mu_i g(N)$	0,108	0,206	0,304	0,402	0,500	0,598

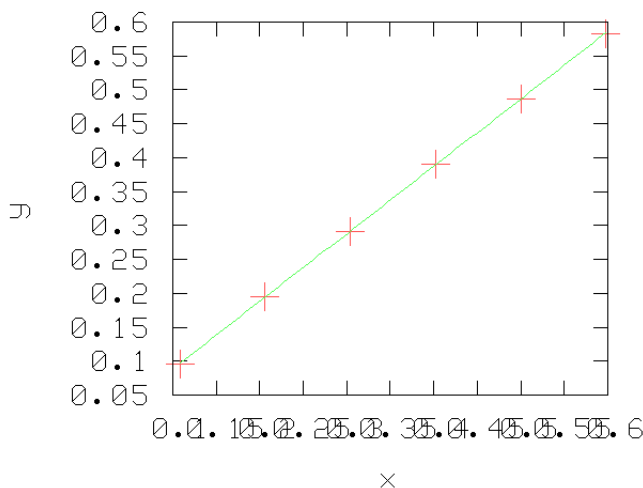
A mérési adatok értékelése:

Az adatokat most ábrázoljuk grafikusán. A milliméterpapíron való ábrázolásnál nem érdemes ugyanolyan skálát venni a két tengelyen. De az identitás egyenest be rajzolom (értelemszerűen ez most nem a 45 fokos egyenes lesz). Legyenek a csoportok a különböző kocsi tömegek esetén mért adatok. Először ábrázoljuk az $(\mu_i g, m_i a_i)$ pontpárokat. Majd a pontpárookra illesztünk egyenest.

pontpárok az 500g-os kocsira

$x = \mu_i g(N)$	$y = m_i a_i(N)$
0,108	0,096
0,206	0,195
0,304	0,291
0,402	0,390
0,500	0,487
0,598	0,583

Ezekre az adatpárookra a GNUplot program által illesztett egyenes:



És ennek egyenlete:

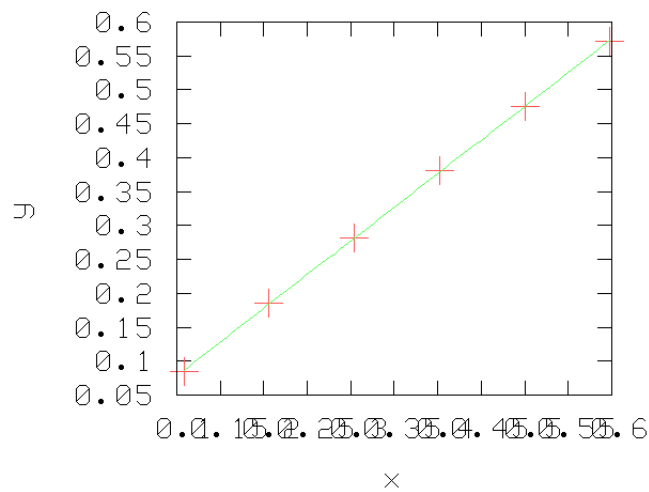
$$y = 0,9942 \cdot x - 0,0106$$

Hasonlóan az adatpárok az 1000g-os kocsira:

pontpárok az 1000g-os kocsira

$x = \mu_i g(N)$	$y = m_i a_i(N)$
0,108	0,085
0,206	0,185
0,304	0,281
0,402	0,381
0,500	0,476
0,598	0,571

Ezekre az adatpárookra a GNUplot program által illesztett egyenes:



És ennek egyenlete:

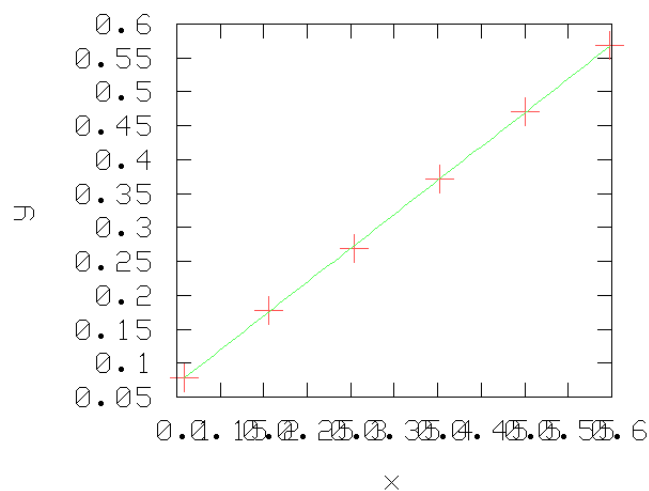
$$y = 0,9921 \cdot x - 0,0204$$

Ugyanez az 1500g-os kocsi esetén:

pontpárok az 1500g-os kocsira

$x = \mu_i g(N)$	$y = m_i a_i(N)$
0,108	0,079
0,206	0,177
0,304	0,269
0,402	0,371
0,500	0,470
0,598	0,568

Ezekre az adatpárookra a GNUplot program által illesztett egyenes:



És ennek egyenlete:

$$y = 0,9988 \cdot x - 0,0303$$

Láthatjuk, a két adat között jó közelítéssel lineáris kapcsolat van, de azt is, hogy ez nem egyenes arányosság.

Az egyenesek egyenletén az is látható, hogy minél nagyobb a kocsi tömege annál jobban 'tér el' az egyenes arányosságtól a köztük levő kapcsolat.

Ez az eltérés a súrlódásnak köszönhető. Tehát az általunk felírt összefüggés egy kicsit módosítanunk kell így:

$$m_i a_i = \mu_i g - \lambda M_i$$

Ahol λ a súrlódásra jellemző állandó, M_i a kocsi tömege.

Ez a λ súrlódási állandó, nyilván a kocsi kereke, és a sín pályától függ. Értékét meg is tudjuk adni a mérési adatokból, ugyanis is az illesztett egyenesek egyenletéből letudjuk olvasni a súrlódásból származó 'korrekciós tényezőt':

$$\lambda \approx \frac{1}{3} \left(\frac{0,0106 N}{0,5 kg} + \frac{0,0204 N}{1 kg} + \frac{0,0303 N}{1,5 kg} \right) \approx 0,02 \frac{N}{kg}$$

Amint arra a mérési feladatok leírásában volt célzás, a súrlódásnak fontos szerepe van a mérésben. Ha nem lenne súrlódás akkor nem kéne egyáltalán csapágyazni a kerekeket, hiszen a kerekek nem is forognának. A kerekek forgását a súrlódás biztosítja. Ha nem lenne súrlódás akkor fonál csak átcsúszna a csigán, és így nem forgatná meg a csigát, aminek következtében nem tudnák mérési adatokat felvenni.

A súrlódás értékét viszont az előbbieken konkrétan ki tudtuk mutatni, sőt tudtuk egy számértékkel is jellemezni, azzal a feltételezéssel, hogy a súrlódás arányos a kocsi tömegével. Ez viszont nem egy égből kapott feltételezés hanem teljesen jogos, hiszen a mérési eredmények utaltak erre.

Diszkusszió:

A mérés során tehát igazolni tudtuk erre az esetre Newton második törvényét. Ezen kívül ki tudtuk mutatni és számértékkel jellemezni tudtuk a súrlódást.