

# A dinamika alaptörvényének vizsgálata Fletcher-kocsival

Mérést végezte: Enyingi Vera Atala  
Mérőtárs neve: Fábíán Gábor (7. mérőpár)  
Mérés időpontja: 2010. november 19. (12:00-14:00)  
Jegyzőkönyv leadásának időpontja: 2010. november 26.

## A mérés célja:

Igazolni Newton II. törvényét, azaz a dinamika alaptörvényét.

## A mérőeszközök:

- Fletcher-kocsi
- Sín
- Terhelő súlyok
- Nyújthatatlannak tekintett fonál
- Csigába épített mérőberendezés
- Számítógép

## A mérés rövid leírása

A mérést együtt végeztük a mérőpárossal, aki indította a kocsit és kezelte a számítógépet, míg én cseréltem a súlyokat és megállítottam az ütközés előtt a kocsit.

A kocsit annyira felhúztuk a sínen, hogy a lelógó súlyok semmibe ne akadjanak bele, majd elindítottuk. Az indítás után kattintottunk a start gombra, majd a kocsi megállítása előtt a stopra. A számítógép a mérőeszközből érkező adatokból ábrát készít, erre illesztünk egyenest. Ennek a meredeksége volt a gyorsulás.

Minden mérést háromszor végeztünk el, a kocsinak háromféle tömege és a súlyok 6 féle tömege esetén, az összes kombinációban.

## Mérési adatok

A súly tömegéhez hozzá kell adni a súlytartó 1 g-os tömegét is. A táblázatban szerepelnek a később szükséges  $m_i a_i$  és az  $F_i = \mu_i g$  mennyiségek is. Az  $m_i = M_i + \mu_i + m_e$ , ahol  $M_i$  a kocsi tömege,  $\mu_i$  a húzó súly tömege, és  $m_e = 18 \text{ g}$ , a kerekek tehetetlenségi nyomatékának megfelelő ekvivalens tömeg. A gyorsulás értéke  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

A kocsi tömege [kg]		0,5				
A súly tömege [kg]	A gyorsulás [ $\text{m/s}^2$ ]				$m_i a_i$ [N]	$\mu_i g$ [N]
	1. mérés	2. mérés	3. mérés	Átlag		
0,011	0,1802	0,1777	0,1720	0,1766	0,093439	0,10791
0,021	0,3594	0,3600	0,3595	0,3596	0,193842	0,20601
0,031	0,5333	0,5274	0,5266	0,5291	0,290476	0,30411
0,041	0,6995	0,6937	0,7017	0,6983	0,390350	0,40221
0,051	0,8558	0,8615	0,8561	0,8578	0,488088	0,50031
0,061	1,0157	1,0102	1,0118	1,0126	0,586276	0,59841

A kocsi tömege [kg]				1		
A súly tömege [kg]	A gyorsulás [m/s <sup>2</sup> ]			Átlag	$m_i a_i$ [N]	$\mu_i g$ [N]
	1. mérés	2. mérés	3. mérés			
0,011	0,0653	0,0781	0,0708	0,0714	0,073471	0,10791
0,021	0,1632	0,1652	0,1679	0,1654	0,171885	0,20601
0,031	0,2614	0,2602	0,2631	0,2616	0,274383	0,30411
0,041	0,3491	0,3546	0,3478	0,3505	0,371180	0,40221
0,051	0,4371	0,4396	0,4364	0,4377	0,467901	0,50031
0,061	0,5261	0,5269	0,5244	0,5258	0,567338	0,59841

A kocsi tömege [kg]				1,5		
A súly tömege [kg]	A gyorsulás [m/s <sup>2</sup> ]			Átlag	$m_i a_i$ [N]	$\mu_i g$ [N]
	1. mérés	2. mérés	3. mérés			
0,011	0,0381	0,0383	0,0422	0,0395	0,060446	0,10791
0,021	0,1065	0,0973	0,1019	0,1019	0,156824	0,20601
0,031	0,1698	0,1578	0,1578	0,1618	0,250628	0,30411
0,041	0,2313	0,2186	0,2258	0,2252	0,351139	0,40221
0,051	0,2839	0,2791	0,2796	0,2809	0,4406800	0,50031
0,061	0,3439	0,3439	0,3473	0,3450	0,544808	0,59841

### Adatok illesztése

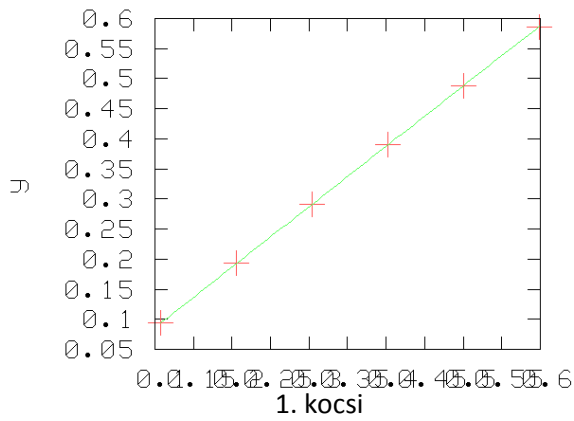
Kocsi tömege [kg]: 0,5		Kocsi tömege [kg]: 1		Kocsi tömege [kg]: 1,5	
$m_i a_i$ [N]	$\mu_i g$ [N]	$m_i a_i$ [N]	$\mu_i g$ [N]	$m_i a_i$ [N]	$\mu_i g$ [N]
0,093439	0,10791	0,073471	0,10791	0,060446	0,10791
0,193842	0,20601	0,171885	0,20601	0,156824	0,20601
0,290476	0,30411	0,274383	0,30411	0,250628	0,30411
0,390350	0,40221	0,371180	0,40221	0,351139	0,40221
0,488088	0,50031	0,467901	0,50031	0,440680	0,50031
0,586276	0,59841	0,567338	0,59841	0,544808	0,59841

A fenti adatokra illesztünk egyenest

$$x = \mu_i g$$

$$y = m_i a_i$$

alakban.



Az illesztett egyenesek képlete és ábrája:

1. kocsi

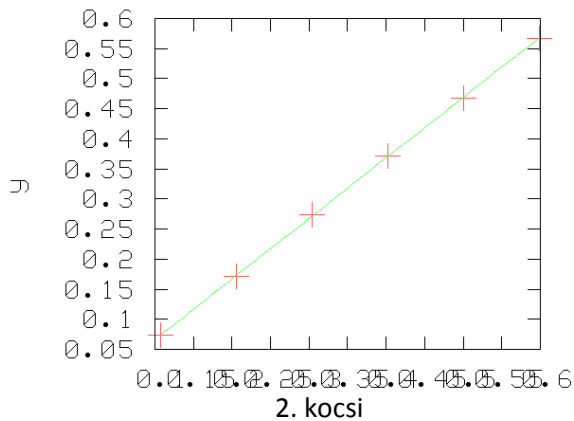
$$y = 1,00387x - 0,0141159$$

2. kocsi

$$y = 1,00602x - 0,0342608$$

3. kocsi

$$y = 0,982638 - 0,0462744$$



Az adatok között jól láthatóan lineáris kapcsolat van, de az is, hogy nem teljesen egyenes arányosság. Ez az eltérés a súrlódás miatt jelenik meg. Tehát módosítani kell az összefüggést a súrlódás figyelembe vételével, azaz:

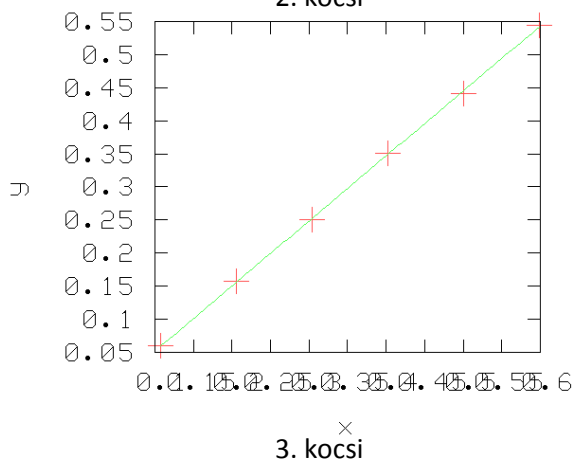
$$m_i a_i = \mu_i g - \varepsilon M_i$$

Az  $\varepsilon$  a súrlódási együttható,  $M_i$  a kocsi tömege.

A súrlódási együttható meghatározható a mérési adatokból, az illesztett egyenesek egyenletéből.

$$\varepsilon \approx \frac{1}{3} \left( \frac{0,0141159\text{N}}{0,5\text{kg}} + \frac{0,0342608\text{N}}{1\text{kg}} + \frac{0,0462744\text{N}}{1,5\text{kg}} \right) \approx 0,031114067 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

A súrlódás nélkül a kísérlet nem lenne elvégezhető, mert nem forognának a kerekek, nem mozogna a csiga.



## Diszkusszió

A méréssel igazolni tudtuk Newton II. törvényét. Kimutattuk a súrlódást, illetve számértéket adtunk neki.