

A dinamika alaptörvényének vizsgálata Fletcher-kocsival

A mérés célja

Szeretnénk ellenőrizni Fletcher-kocsi mozgásának vizsgálatával segítségével a dinamika alaptörvényét, mely szerint a testre ható erők eredője egyenlő a test tömegének és gyorsulásának szorzatával.

$$\sum F = ma$$

Vizsgáljuk a Fletcher-kocsira ható erő és a kocsi gyorsulása közötti kapcsolatot többféle mértékű erő és többféle tömegű kocsi esetén. Kíváncsiak vagyunk, hogyan befolyásolja a kísérlet eredményét a súrlódási erő ($F_s = N c_R$; F_s a súrlódási erő, N az a nyomóerő, amit a kocsi kifejt a sínre; c_R a gördülési súrlódási együttható).

Mérőeszközök

- sínen könnyen mozgó kiskocsi (Fletcher-kocsi);
- sín;
- a kocsihoz kötött, csigán átvett fonal, végén súlytartóval;
- 10g tömegű kis súlyok;
- 500g tömegű nagy súlyok;
- „okos csiga” (SMART PULLEY), ami fénykapus jeladóval is fel van szerelve;
- a jeladó jeleit feldolgozó PC, Scientific Workshop 750 Interface eszközzel, és DATA STÚDIÓ programmal;

A mérés rövid leírása

A kiskocsit a sínre helyezzük, és egy elég hosszú fonalon hozzáerősítjük a súlytartót. A fonalat átvetjük a csigán, a súlytartót így lelógatjuk. A súlytartóra 10g, 20g, 30g, 40g, 50g, és 60g súlyokat helyezünk, a kiskocsit távolra húzzuk a csigától, és elengedjük, majd a csiga előtt elkapjuk, a csiga épségét óvandó. A mérést végrehajtjuk üres kiskocsival (500g), és 500g, illetve 1000g terheléssel. Minden súlyelrendezéssel három mérést végzünk. A fénykapus jeladó egyenlő időközönként méri a kiskocsi sebességét, és azt – grafikusan, idő-sebesség adatpárok formájában, az interface közvetítésével – megjeleníti a számítógépen. Az adatpárokra illesztett egyenes meredeksége adja a kiskocsi a gyorsulását.

Mérést végezte: Gula Miklós
Mérőtárs: Berta Dénes
Mérés időpontja: 2015. 10. 01. 12:00-14:00
Jegyzőkönyv leadásának időpontja:

Vázlatos rajz a mérés elrendezéséről

Mért adatok

M: a kiskocsi és a terhelés tömege

μ : a fonálra akasztott súly tömege

a: gyorsulás

M (kg)	μ (kg)	a_1 (m/s ²)	a_2 (m/s ²)	a_3 (m/s ²)	$a_{\text{átl.}}$ (m/s ²)
0,5	0,01	0,1635	0,1723	0,1717	0,1692
0,5	0,02	0,3445	0,3511	0,3521	0,3492
0,5	0,03	0,5186	0,5219	0,5263	0,5223
0,5	0,04	0,6705	0,6813	0,6914	0,6811
0,5	0,05	1,004	0,9981	0,9817	0,9946
1	0,01	0,0451	0,0504	0,0428	0,0461
1	0,02	0,1411	0,1405	0,1419	0,1412
1	0,03	0,2378	0,1419	0,2407	0,2068
1	0,04	0,3356	0,3302	0,3306	0,3321
1	0,05	0,4031	0,4196	0,4205	0,4144
1	0,06	0,4944	0,5075	0,5058	0,5026
1,5	0,01	0,0223	0,0217	0,0209	0,0216
1,5	0,02	0,0996	0,0817	0,0907	0,0907
1,5	0,03	0,1456	0,164	0,1485	0,1527
1,5	0,04	0,2236	0,208	0,2103	0,2140
1,5	0,05	0,2736	0,2728	0,2687	0,2717
1,5	0,06	0,234	0,3315	0,3375	0,3010

Lehetséges hibaforrások:

- kiskocsi súrlódása;
- kiskocsi közegellenállása;
- kis súlyok közegellenállása;
- állócsiga surlódása;
- a kis súlyok belengése;
- a fénykapus jeladó, az interface, illetve a számítógépes program valamely lehetséges szisztematikus hibája;

Kiértékelés

m_i : összes tömeg (kiskocsi saját tömege (500g) + teher tömege + kis súlyok tömege + súlytartó tömege (1g) + a kiskocsi kerekének tehetetlenségi nyomatékának megfelelő ekvivalens tömeg (18g));

μ_i : kis súlyok tömege (+súlytartó tömege)

$g=9,81 \text{ m/s}^2$

m_i (kg)	μ_i (lh)	$a_{\text{átl.}}$ (m/s^2)	$m_i \cdot a_{\text{átl.}}$ ($\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$)	$\mu_i g$ ($\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$)
0,529	0,011	0,1692	0,089489	0,10791
0,539	0,021	0,3492	0,188237	0,20601
0,549	0,031	0,5223	0,286724	0,30411
0,559	0,041	0,6811	0,380716	0,40221
0,569	0,051	0,9946	0,565927	0,50031
1,029	0,011	0,0461	0,047437	0,10791
1,039	0,021	0,1412	0,146672	0,20601
1,049	0,031	0,2068	0,216933	0,30411
1,059	0,041	0,3321	0,351729	0,40221
1,069	0,051	0,4144	0,442994	0,50031
1,079	0,061	0,5026	0,542269	0,59841
1,529	0,011	0,0216	0,033077	0,10791
1,539	0,021	0,0907	0,139536	0,20601
1,549	0,031	0,1527	0,236532	0,30411
1,559	0,041	0,2140	0,333574	0,40221
1,569	0,051	0,2717	0,426297	0,50031
1,579	0,061	0,3010	0,475279	0,59841

A grafikonon látható módon az adatokra három, körülbelül 45°-os egyenest lehetett illeszteni, aszerint, hogy milyen terhelésű kocsival végzett méréshez tartoznak az adatárok., amik (kis különbséggel) eltolva helyezkednek el.

Mérést végezte: Gula Miklós
Mérőtárs: Berta Dénes
Mérés időpontja: 2015. 10. 01. 12:00-14:00
Jegyzőkönyv leadásának időpontja:

A GNUPLOT nevű programmal egyeneseket illesztve a csoportosított mérési pontokra, 1,16; 1,06; illetve 0,96 meredekség adódott az 1 helyett.

Az egyeneseknek a kiskocsi terhelésétől függő eltolódásáért a súrlódási erő tehető felelőssé.

Diszkusszió

A gyorsulás és a testre ható erők közötti kapcsolat, a dinamika alaptörvénye elég jó közelítéssel (kevesebb, mint 20%-os hibával, amit különösen egy leszórádat növelhetett meg) megmutatkozott a mérés során. A súrlódási erő okozta eltolódást már jóval nagyobb pontatlansággal (~30-35%) hibával sikerült csak megmérni, valószínűleg a közegellenállási erő és a gyorsító erő arányainak változása miatt, mely lecsökkent a kiskocsi terhelésének növelésével.