

A dinamika alaptörvényének vizsgálata Fletcher-kocsival

Mérést végezte:

Seres Attila 2019. dec. 04.

Mérés célja

A dinamika alaptörvényének igazolása ill. vizsgálata az adott konkrét húzósúlyok és kocsitömegek esetén

Mérési eszközök

Fletcher-kocsi a hozzá tartozó sín(pályá)val együtt, Science Workshop 750 Interface nevű fénykapus jeladó, Data Studio számítógépes kiértékelőprogram, réz kocsiplusztömeg-tömbök, húzósúlyok, súlytalan, nyújthatatlan fonál

Mérés menete

A Fletcher-kocsit gyorsítjuk a sínpályáján oly módon, hogy a réztömbökkel két lépcsőben növelt kocsitömegek esetében 10g-ként növeljük hat fokozatban a húzósúlyokat. Az egyenletesen gyorsuló kocsi pillanatnyi sebességét (amit a fonál révén a csiga a kerületén átvesz) a fénykapus jeladó továbbítja a számítógép felé, ahol az a kattintásra indított ill. leállított mérés idejét ismerve v-t-grafikonokat rajzol fel. Erre egyenest tudunk illeszteni, melynek egyenletéből a meredekséget kiolvastva megkapjuk az egyes gyorsulásértékeket. A mérés során figyelni kellett arra, hogy a mérés indítása és leállítása a kocsi egyenletesen gyorsuló mozgása közben történjen, hogy a mérési tartomány minél hosszabb legyen, ugyanakkor ügyelni kellett arra, hogy a kocsit a fénykapus jeladónak csapódás előtt kézzel elkapjuk. Mivel mérőpár nélkül mértem, ezt a mérések kattintással való indításával és leállításával együtt, egyedül kellett elvégezniem.

Mért és számított adatok

Tömegek		Mért a_i [m/s ²]			Számított értékek			
M kocsi [g]	μ húzó-tömeg [g]	1.	2.	3.	m_i [kg]	$a_{i\text{átl}}$ [m/s ²]	$m_i \cdot a_i = F_{\text{mért}}$ [N]	$\mu_i \cdot g = F_{\text{számított}}$ [N]
500	11	0,1816	0,1855	0,1906	0,5290	0,1859	0,0983	0,1079
	21	0,3618	0,3717	0,3715	0,5390	0,3683	0,1985	0,2060
	31	0,5527	0,5503	0,5503	0,5490	0,5511	0,3026	0,3041
	41	0,7090	0,7121	0,7020	0,5590	0,7077	0,3956	0,4022
	51	0,8685	0,8635	0,8706	0,5690	0,8675	0,4936	0,5003
	61	1,0158	1,0174	1,0269	0,5790	1,0200	0,5906	0,5984
1000	11	0,0928	0,0919	0,0934	1,0290	0,0927	0,0954	0,1079
	21	0,1854	0,1865	0,1853	1,0390	0,1857	0,1930	0,2060
	31	0,2782	0,2753	0,2763	1,0490	0,2766	0,2902	0,3041
	41	0,3648	0,3556	0,3691	1,0590	0,3632	0,3846	0,4022
	51	0,4484	0,4567	0,4430	1,0690	0,4494	0,4804	0,5003
	61	0,5444	0,5442	0,5425	1,0790	0,5437	0,5867	0,5984
1500	11	0,0544	0,0580	0,0587	1,5290	0,0570	0,0872	0,1079
	21	0,1161	0,1211	0,1223	1,5390	0,1198	0,1844	0,2060
	31	0,1853	0,1846	0,1854	1,5490	0,1851	0,2867	0,3041
	41	0,2581	0,2273	0,2297	1,5590	0,2384	0,3716	0,4022
	51	0,3054	0,3070	0,3064	1,5690	0,3063	0,4805	0,5003
	61	0,3620	0,3694	0,3698	1,5790	0,3671	0,5796	0,5984

Kiértékelés:

A diagramon ábrázoltam a tömeg nagysága alapján elvárt gyorsítóerőt a gyorsulásból számított mért értékek függvényében, és a fenti módon, mindhárom kocsitömeg esetében egy közös ábrán helyeztem el őket – az egyes húzó tömegek által meghatározott mérési pontokra illesztett 45°-os referencia-egyenesel ($y=x$) együtt. Ekkor azt tapasztaljuk, hogy az egyre nagyobb kocsitömegekhez tartozó egyenesek egyre inkább alulmúlják az $y=x$ egyenest, vagyis kell lennie egy, a kocsitömeggel arányos súrlódásnak (S), ami ezt az $m_i a_i = \mu_i g$ egyenlettől való arányos eltérést okozza. Ezt az arányossági tényezőt (c) úgy kaphatjuk meg, ha az egyes egyenesek y -tengely-metszeteinek origótól való távolságait rendre leosztjuk az adott kocsitömeggel, (és a g -vel) majd vesszük ennek a három értéknek az átlagát:

$$F_i = m_i \cdot a_i = \mu_i \cdot g - S$$

$$S = c \cdot M_i \cdot g \rightarrow c_{\text{számított}} = \frac{S_{\text{számított}}}{M_i \cdot g}$$

$$c_{\text{számított}} = \frac{c_{500} + c_{1000} + c_{1500}}{3}$$

$$c_{500} = \frac{0,0072}{500 \cdot 9,81} = 1,467 \cdot 10^{-6}$$

$$c_{1000} = \frac{0,0127}{1000 \cdot 9,81} = 1,294 \cdot 10^{-6}$$

$$c_{1500} = \frac{0,0217}{1500 \cdot 9,81} = 1,474 \cdot 10^{-6}$$

$$c_{\text{számított}} = \frac{(1,467 + 1,294 + 1,474) \cdot 10^{-6}}{3} = 1,412 \cdot 10^{-6}$$

Diszkusszió

Megállapítható, hogy a mért, ill. a dinamika alaptörvénye alapján elvárt gyorsítóerő-értékek nagyban korreáltak, az $m_i a_i = \mu_i g$ diagramra illesztett egyenesek szinte párhuzamosak voltak, y -tengelymetszeteik azonban egymástól rendre $\frac{1}{100}$ N-os nagyságrendben eltértek. Ennek okaként (miután megfigyeltük, hogy ez az eltérés arányos a kocsitömeggel) a súrlódást neveztük meg. Így az eredeti egyenletet végül egy módosított $F_i = m_i a_i = \mu_i g - S$ alakban igazoltuk, és ehhez súrlódási arányossági tényezőként a c -t bevezettük, valamint kiszámítottuk.