

A lineáris erőtvény vizsgálata, és a rugóállandó meghatározása

Balog Dániel

2010.03.18

Mérőtárs neve:Dologh Bence
Leadás időpontja: 2010.03.25

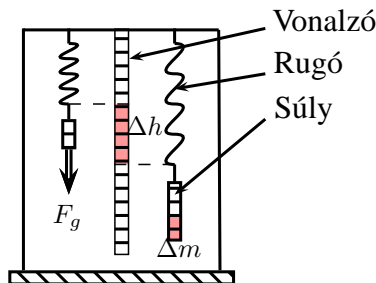
A mérés célja:

A mérés célja azon feltevés igazolása, hogy az erő lineárisan függ a megnyúlástól ($F = D \cdot x$) valamint a D együttható megmérése.

Mérőeszközök:

- stopper
- súlyok ($10 \times 50g$)
- vonalzó

A mérés leírása:



Megmérjük a felfüggesztet rugó terheletlen hosszát(l_0), majd különböző súlyokat akasztunk rá. A mért hosszúságadatokat l_0 -ból kivonva megkapjuk a hosszúságváltozást. Ezt ábrázoljuk, majd Gnuplot programmal egyenest illesztünk. Ez a statikus mérés.

A dinamikus mérésnél a rugót rezgésbe hozzuk, és 10 periódusidőt mérünk. A mérést háromszor végezzük, majd az átlaggal kiszámítjuk a rugóállandót, a $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$ képletből átalakított

$$m = D \frac{T^2}{4\pi^2} - m_{\text{eff.}}$$

segítségével, ahol az $m_{\text{eff.}}$ rugó tömegének harmada. Ez azért szükséges, mert a rugó tömege kissé befolyásolja az eredményt, és ezt így vesszük figyelembe.

Mért adatok:

Az első rugónál a terheletlen megnyúlás $l_0 = 43.1\text{cm}$ a másodikonál 43.85cm

I. rugó					
Súly	100g	200g	300g	350g	400g
statikus megnyúlás [cm]	39.1	36.7	32.7	31	29.8
$10 \times T_1$ [s]	3.70	5.25	5.99	6.90	7.35
$10 \times T_2$ [s]	3.69	5.23	5.91	6.91	7.35
$10 \times T_3$ [s]	3.68	5.20	5.84	6.87	7.37
Δl	4	6.4	10.4	12.1	13.3
\bar{T} [s]	0.369	0.523	0.519	0.689	0.802
II. rugó					
Súly	50g	100g	150g	200g	250g
statikus megnyúlás [cm]	39	33.5	28.2	22.9	17.6
$10 \times T_1$ [s]	4.74	6.62	8.07	9.33	10.17
$10 \times T_2$ [s]	4.69	6.67	8.05	9.25	10.13
$10 \times T_3$ [s]	4.75	6.59	8.06	9.34	10.25
Δl	4.85	10.35	15.65	20.95	26.25
\bar{T} [s]	0.473	0.623	0.806	0.907	1.019

Hibaforrások:

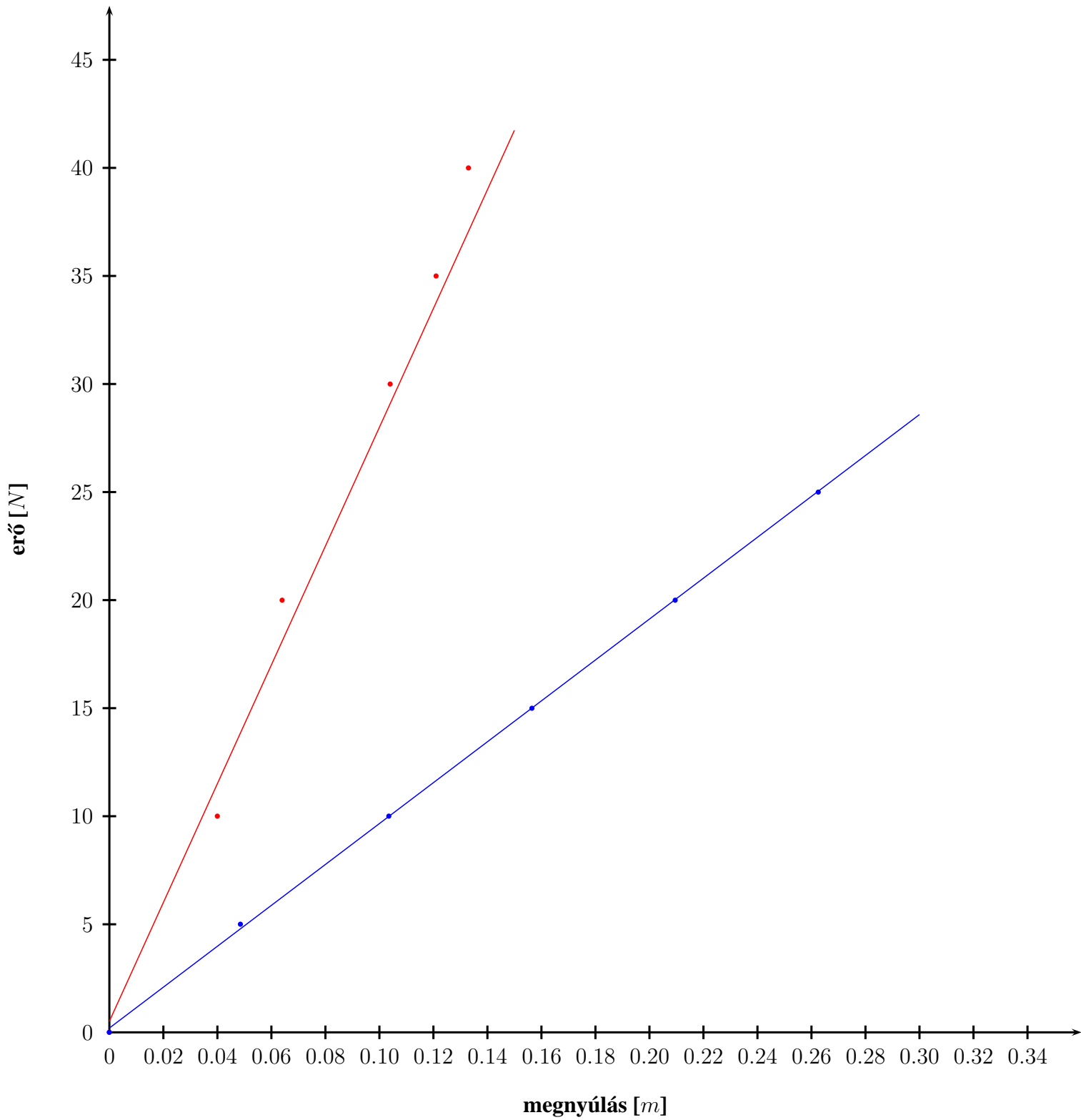
- Az emberi reakcióidő $\sim 0.2\text{s}$
- A rezgések alatt a rugó oldalra kilengett, és a lemerést segítő műanyagnak súrlódott.

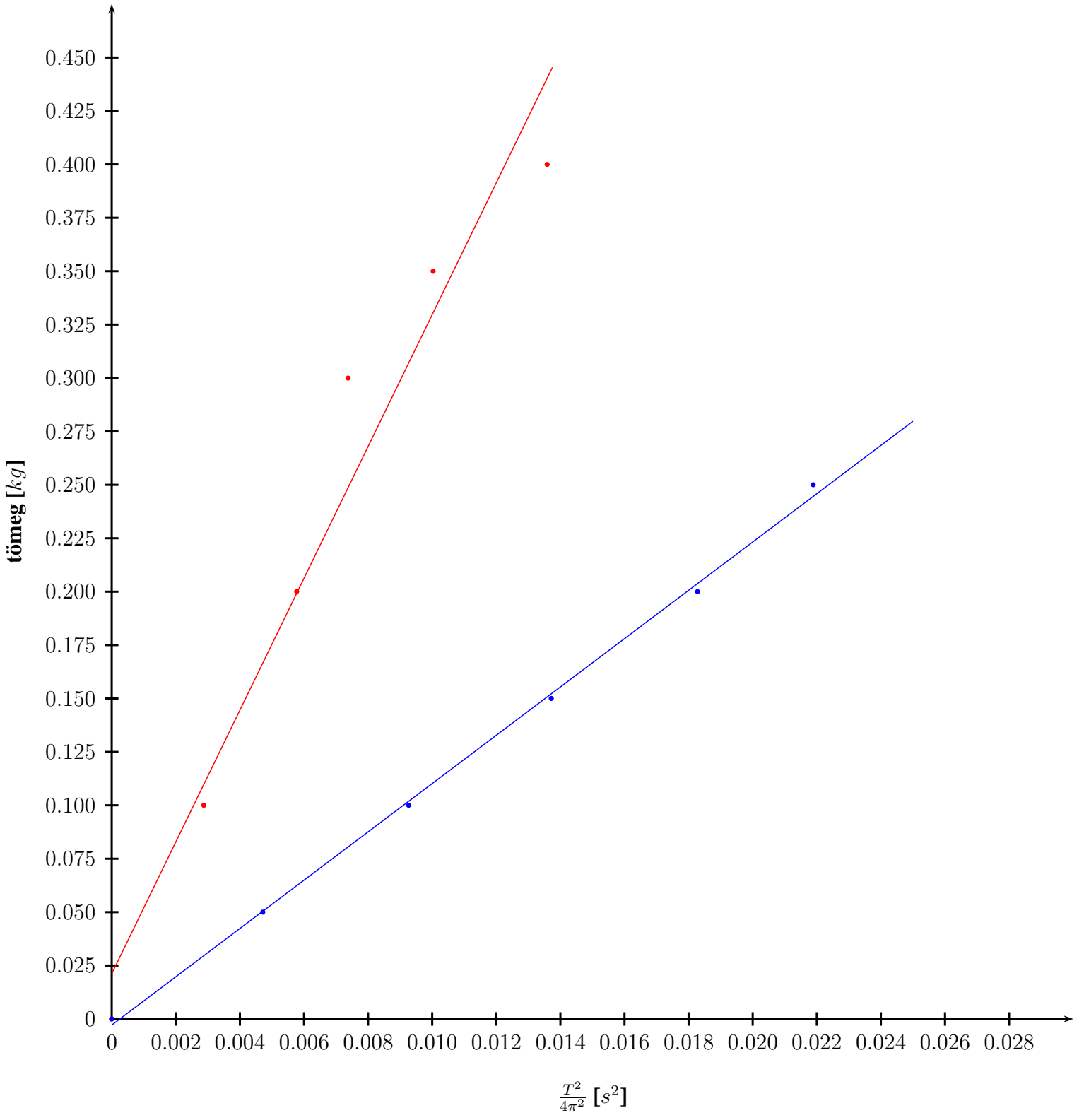
Diszkusszió

Mindkét méréstípusnál (az ábrán piros színnel jelölt) I-es rugó mért adatai a linearitástól sokkal nagyobb eltérést mutatnak. A statikai mérésnél az eltérések nem mutatnak különösebb jellegzetességet, de egyedül a 100g -os mérés van az illesztett körbe alatt. Az adat szabályosságából arra következtettek, hogy egész értéket remélve a mérési eredmény szándékomon kívül meghamisítottam.

A dinamikai mérés eltérései azonban a súllyal arányosak, így itt főleg az oldalra kilengő, súrlódó, és ezáltal a harmónikus rezgőmozgástól való jelentős eltérő mozgás okozza a hibát. Ezt támasztja alá az is, hogy a II-es rugót mértem később, így itt ügyeltem az elég kicsi kitérésű, és súrlódásmentes rezgésekre. Az erő lineáris függését a II. rugó adatai alapján egyértelműen alátámasztottam. Az I.-es adatai egyértelműen nem támasztják alá a feltételezést, de semmiképpen sem ellentétesek vele.

Kiértékelés:





A testekre ható nehézségi gyorsulás $g = 9.81 \frac{m}{s^2}$, és itt a nehézségi erő hat a rugóra (és az ugyanannyival vissza) $F_g = g \cdot m$. Jelölje ξ a $\frac{T^2}{4\pi^2}$ -et.

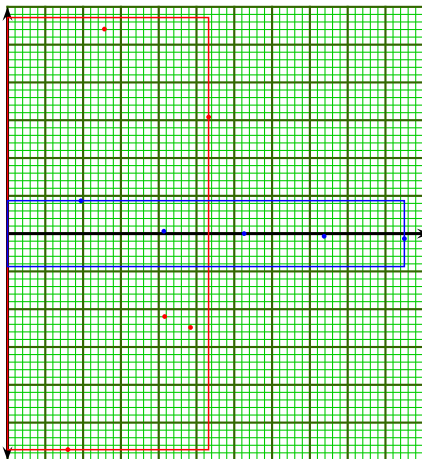
Statikus		Dinamikus	
I. rugó		I. rugó	
s [m]	F_g [N]	ξ [s ²]	m [kg]
0	0	0	0
0.04	0.981	0.003449	0.1
0.064	1.962	0.006929	0.2
0.104	2.943	0.008856	0.3
0.121	3.4335	0.012035	0.35
0.133	3.924	0.016306	0.4

II. rugó		II. rugó	
s [m]	F_g [N]	ξ [s ²]	m [kg]
0	0	0	0
0.0485	0.4905	0.005658	0.05
0.1035	0.981	0.011120	0.1
0.1565	1.4715	0.016455	0.15
0.2095	1.962	0.021936	0.2
0.2625	2.4525	0.026267	0.25

A Gnuplot a fenti táblázatban lévő adatokkal dolgozva, $ax + b$ függvényt illesztve ezen eredményeket adta:

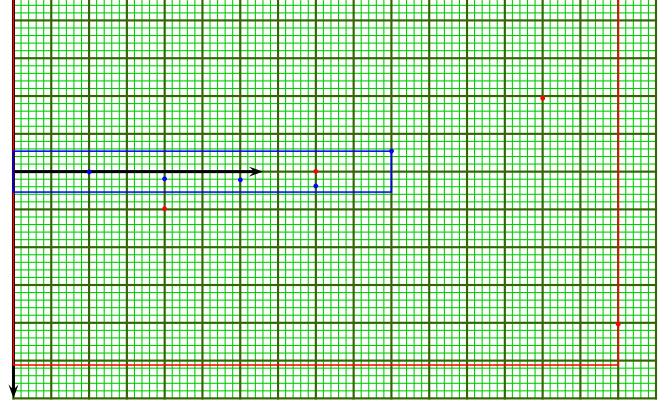
paraméter	érték	hiba numerikusan	hiba százalékban
I. statikus			
a	29.2792	± 1.007	3.438%
b	-0.0472459	± 0.09083	192.2%
II. statikus			
a	9.28543	± 0.06512	0.7014%
b	0.0183699	± 0.01031	56.12%
I. dinamikus			
a	25.7098	± 2.743	10.67%
b	0.0211425	± 0.02624	124.1%
II. dinamikus			
a	9.42077	± 0.1749	1.857%
b	-0.00286494	± 0.002854	99.63%

A téglalap módszerrel:



s	F	F_{ill}	ΔF
I. statikus			
0.04	0.981	1.1239	-0.14292
0.064	1.962	1.8266	0.13538
0.104	2.943	2.9978	-0.054791
0.121	3.4335	3.4955	-0.062037
0.133	3.924	3.8469	0.077112
II. statikus			
0.0485	0.4905	0.46871	0.021787
0.1035	0.981	0.97941	0.0015881
0.1565	1.4715	1.4715	-0.0000040
0.2095	1.962	1.9637	-0.0016675
0.2625	2.4525	2.4558	-0.0032953

m	ξ	ξ_{III}	$\Delta\xi$
I. dinamikus			
0.1	0.003449	0.10982	-0.0098156
0.2	0.006929	0.19929	0.000071
0.3	0.008856	0.24883	0.051172
0.35	0.012035	0.33056	0.019440
0.4	0.016306	0.44037	-0.040366
II. dinamikus			
0.05	0.005658	0.050438	-0.0000438
0.1	0.011120	0.10189	-0.0018940
0.15	0.016455	0.15215	-0.0021538
0.2	0.021936	0.20379	-0.0037891
0.25	0.026267	0.24459	0.0054096



A hiba:

$$\frac{2\Delta F_{\max}}{s_{\max}}$$

A sztatikus méréseknél: A dinamikus méréseknél:

Az I.-es rugónál: $\frac{2 \cdot 0.14292}{0.133} = \pm 2.1492$

$\frac{2 \cdot 0.051172}{0.4} = \pm 2.1492$

A II.-es rugónál: $\frac{2 \cdot 0.021787}{0.2625} = \pm 0.166$

$\frac{2 \cdot 0.0054096}{0.25} = \pm 0.166$