

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA MATEMATIKO IN FIZIKO

Poročilo vaje

Vaja 10 - Težni pospešek

Luka Orlič

Ljubljana, 2. januar 2023

Kazalo

1	Teoretični uvod	2
2	Naloga	3
3	Potrebnosti	3
4	Skica	3
5	Meritve	4
5.1	Metodologija	5
6	Obdelava meritev	6
6.1	Porazdelitev časov	6
6.2	interpretacija grafa	8
6.3	Pričakovana porazdelitev meritev	9
6.4	Pričakovana porazdelitev meritev za posamezen interval	9
6.5	Negotovost	9
7	Analiza rezultatov	10

1 Teoretični uvod

Vsako telo ima maso, ki jo bomo označili z m . Na to telo z maso m deluje sila, sorazmerna z maso m , tako da:

$$F = mg \tag{1}$$

Koeficient, ki prikazuje to sorazmernost, se imenuje težni pospešek. Če zanemarimo ostale zunanje sile, se telo po Newtonovih zakonih enakomerno pospešeno giba, oziroma pada, zatoj vemo, da za pot s podano s časom t velja:

$$s = \frac{gt^2}{2} + v_0t, \tag{2}$$

pod pogojem, da je v_0 hitrost telesa ob času $t = 0$ s

2 Naloga

- i.) Preveri, da je prosto padanje enakomerno pospešeno,
- ii.) Izračunaj težni pospešek,
- iii.) Preveri ujemanje porazdelitve časov z Gaussovo krivuljo.

3 Potrebščine

- Elektronska ura,
- dve optični stikali,
- elektromagnet,
- stojalo,
- jeklena kroglica,
- dva izvira enosmerne napetosti.

4 Skica



Slika 1: Merilec časa padanja

5 Meritve

Čas padanja		
Indeks	Čas [s]	g [m/s^2]
1	0.21236	9.72751
2	0.211659	9.79205
3	0.212168	9.74513
4	0.212177	9.74430
5	0.212453	9.71900
6	0.21236	9.72751
7	0.212573	9.70803
8	0.21168	9.79011
9	0.212122	9.74935
10	0.211995	9.76104
11	0.212175	9.74448
12	0.212099	9.75147
13	0.211588	9.79862
14	0.211937	9.76638
15	0.212009	9.75975
16	0.211563	9.80094
17	0.211817	9.77745
18	0.212095	9.75183
19	0.211698	9.78844
20	0.21183	9.77625
21	0.211778	9.78105
22	0.21118	9.83652
23	0.211639	9.79390
24	0.211508	9.80604
25	0.212019	9.75883
26	0.211239	9.83103
27	0.21153	9.80400
28	0.211281	9.82712
29	0.211508	9.80604
30	0.212245	9.73806

Čas padanja		
Indeks	Čas [s]	g [m/s^2]
31	0.211472	9.80938
32	0.212721	9.69452
33	0.212611	9.70456
34	0.211858	9.77366
35	0.21151	9.80585
36	0.211681	9.79002
37	0.21114	9.84025
38	0.21161	9.79659
39	0.21175	9.78364
40	0.211216	9.83317
41	0.21122	9.83280
42	0.211587	9.79872
43	0.211475	9.80910
44	0.211431	9.81318
45	0.212374	9.72623
46	0.211983	9.76214
47	0.211417	9.81448
48	0.211889	9.77081
49	0.211681	9.79002
50	0.211594	9.79807
51	0.211447	9.81170
52	0.212035	9.75735
53	0.211631	9.79464
54	0.211811	9.77800
55	0.211578	9.79955
56	0.21231	9.73209
57	0.212397	9.72412
58	0.212329	9.73035
59	0.211368	9.81903
60	0.211148	9.83950
AVG	0.211809	9.77826

- $h = 03,95cm \pm 0,05cm$ - razdalja med magnetom in zgornjim senzorjem
- $s = 40,55cm \pm 0,05cm$ - razdalja med zgornjim in spodnjim senzorjem

5.1 Metodologija

Merili smo 60 padcev, na isti lokaciji relativno na zemljo na isti način, namreč tako da smo magnet ugasnili ko se je kroglica z njim stikala tako, da se ni gibala.

6 Obdelava meritev

$$s = \frac{gt^2}{2} + v_0t; \quad v_0 = \sqrt{2gh} \quad (3)$$

$$0 = \frac{t^4}{4}g^2 + (-t^2(s+2))g + s^2; \quad g_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (4)$$

$$g_{1,2} = \frac{2}{t^2} * (s + 2(h \pm \sqrt{h^2 + sh})) \quad (5)$$

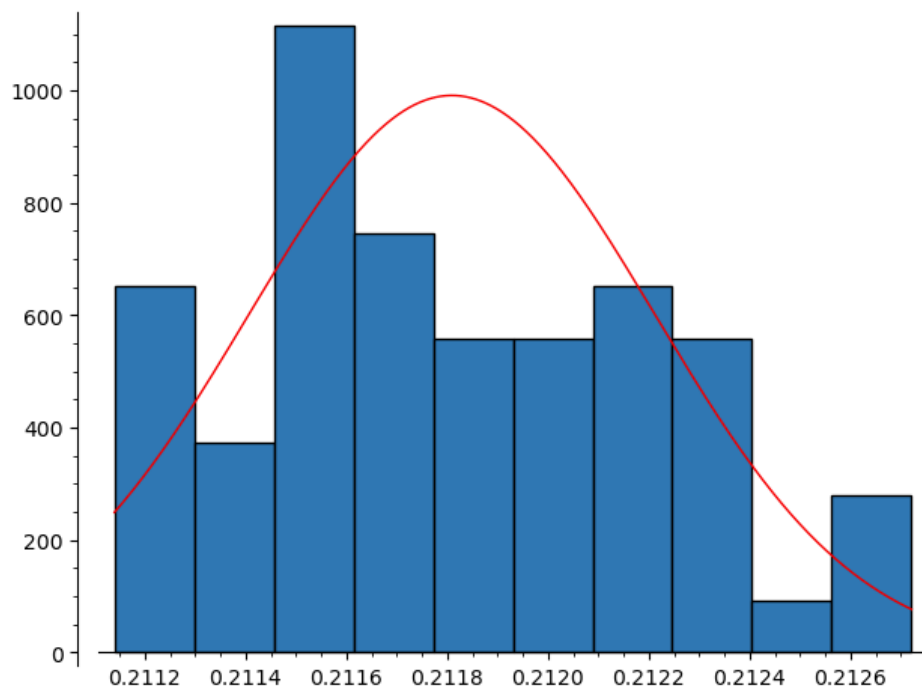
$$\begin{aligned} g &= 9,77 * (1 \pm 0,02) \frac{m}{s^2} \\ g_{2/3} &= 9,80 * (1 \pm 0,02) \frac{m}{s^2} \end{aligned} \quad (6)$$

Opomba: $g_{2/3}$ je g , ki ga dobimo, če uporabimo dve tretini podatkov, ki najmanj odstopajo. Opomba: Napako smo računali, kot napako med vsemi vrednostmi težnega pospeška.

6.1 Porazdelitev časov

Čas padanja		
Skupina	Indeks	Čas [s]
1. interval [7]	37	0.211140
	60	0.211148
	22	0.211180
	40	0.211216
	41	0.211220
	26	0.211239
	28	0.211281
2. interval [4]	59	0.211368
	47	0.211417
	44	0.211431
	51	0.211447
3. interval [12]	31	0.211472
	43	0.211475
	24	0.211508
	29	0.211508
	35	0.211510
	27	0.211530
	16	0.211563
	55	0.211578
	42	0.211587
	13	0.211588
	50	0.211594
	38	0.211610
4. interval [8]	53	0.211631
	23	0.211639
	2	0.211659
	8	0.211680
	36	0.211681
	49	0.211681
	19	0.211698
	39	0.211750
5. interval [6]	21	0.211778
	54	0.211811
	17	0.211817
	20	0.211830
	34	0.211858
	48	0.211889
6. interval [6]	14	0.211937
	46	0.211983
	10	0.211995
	15	0.212009
	25	0.212019
	52	0.212035

Čas padanja		
Skupina	Indeks	Čas [s]
7. interval [7]	18	0.212095
	12	0.212099
	9	0.212122
	3	0.212168
	11	0.212175
	4	0.212177
	30	0.212245
8. interval [6]	56	0.21231
	58	0.212329
	1	0.21236
	6	0.21236
	45	0.212374
	57	0.212397
9. interval [1]	5	0.212453
10. interval [3]	7	0.212573
	33	0.212611
	32	0.212721



Slika 2: Distribucija meritev

6.2 interpretacija grafa

Modri stolpci kažejo porazdelitev časovnih meritev po intervalih. Da bi dobili pravo vrednost histograma (število koliko meritev predstavlja histogram), moram Y-vrednost histograma množiti s koeficientom $k = 0,011$ ter vzeti navzdol zaokroženo vrednost.

Rdeča krivulja prikazuje idealno gaussovo krivuljo, da bi dobili število meritev v določeni skupini, moramo vrednost Y-vrednosti množiti s koeficientom $k = 0,0093$ ter vzeti navzdol zaokroženo vrednost.

6.3 Pričakovana porazdelitev meritev

$$\omega(t) = \frac{1}{\sqrt{2 * \pi \sigma}} e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2\sigma^2}} \quad (7)$$

kjer

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n - 1}} \quad (8)$$

6.4 Pričakovana porazdelitev meritev za posamezen interval

$$N = \omega(t) * d * 50 \quad (9)$$

tako, da velja d - dolžina intervala

Čas padanja		
Skupina	N realni	N idealni
1	7	3
2	4	5
3	12	7
4	8	9
5	6	9
6	6	8
7	7	6
8	6	4
9	1	2
10	3	1

6.5 Negotovost

Uporabna je tudi formula za določanje negotovosti:

$$\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (10)$$

$$\mu = 5,2 * 10^{n5}$$

7 Analiza rezultatov

Iz računov dobimo: $g_{2/3} = 9,80 * (1 \pm 0,02) m s^{-2}$. Vrednost $g = 9,81 m/s^2$ je znotraj naše napake. Ugotovili smo, da je pospešek g lokalno konstanten ter tvori padanje enakomerno pospešeno gibanje.