

Kotaljenje kroglice po klancu

ANTON LUKA ŠIJANEC

3. oktober 2022

Povzetek

Poročilo druge vaje pri predmetu F41 na Gimnaziji Bežigrad v 4. letniku. Vaja je potekala 15. septembra 2022.

Kazalo

1	Naloga	1
2	Potrebščine	1
3	Potek dela	1
3.1	Spreminjanje lege po klancu kotaleče se kroglice s časom	1
3.2	Čas, potreben za kotaljenje kroglice po celotni dolžini klanca	3
3.3	Izračun pospeška po klancu brez trenja drsečega telesa	4

1 Naloga

1. Dokaži, da je kotaljenje kroglice po klancu enakomerno pospešeno gibanje.
2. Za gibanje kroglice po klancu navzdol določi povprečno hitrost in pospešek pri kotaljenju. Določi tudi napako obeh količin.
3. Dobljeni pospešek primerjaj s pospeškom za telo, ki bi brez trenja drselo po klancu z enakom naklonom.

2 Potrebščine

- aluminijast profil dolžine 1 m
- kovinska kroglica
- merilna ura
- ravnilo ali merilni trak

3 Potek dela

3.1 Spreminjanje lege po klancu kotaleče se kroglice s časom

1. Kroglico spusti po klancu in izmeri, koliko časa kroglica potuje prvih 4,0 cm, 16 cm, 36 cm in 100 cm. Vse meritve zapiši v ustrezno tabelo. Nariši graf $x(t)$. Za kakšno gibanje gre? Kako lahko to dokažeš?

d [m]	t_1 [s]	t_2 [s]	t_3 [s]	t_4 [s]	\bar{t}	t^2 [s ²]
0	0	0	0	0	0	0
0,04	0,6	0,5	0,5	0,5	0,525	0,275626
0,16	1,0	1,3	1,4	1,3	1,25	1,5625
0,36	2	2,1	2,4	2,1	2,15	4,6225
0,64	2,8	2,9	3,2	2,8	2,925	8,555625
1	3,6	3,5	4,0	3,6	3,675	13,505625

Tabela 1: Čas, potreben za doseg določenih točk

Gre za enakomerno pospešeno gibanje, kar je razvidno iz dejstva, da d raste s kvadratom t . Če torej lineariziramo, d raste linearno s t^2 .

2. Nariši graf, iz katerega lahko razbereš pospešek gibanja, ter določi pospešek. Kako lahko iz grafa oceniš napako pospeška? S programom `gnuplot` izračunamo enačbi krivulj, ki se točkam najbolj prilagajajo:

```
fit sqrt(x*q) "podatki.tsv" using 1:6 via q
fit (x*p) "podatki.tsv" using 1:7 via p
```

in dobimo vrednosti parametrov $q = 12,9273$ s standardno napako¹ $\pm 0,6204$ oziroma 4,799% in $p = 13,3468 \text{ s}^2 \text{ m}^{-1}$ s standardno napako $\pm 0,2407$ oziroma 1,803%. p je koeficient premice na grafu 1, torej obratna vrednost iskanega pospeška. Pospešek je tedaj

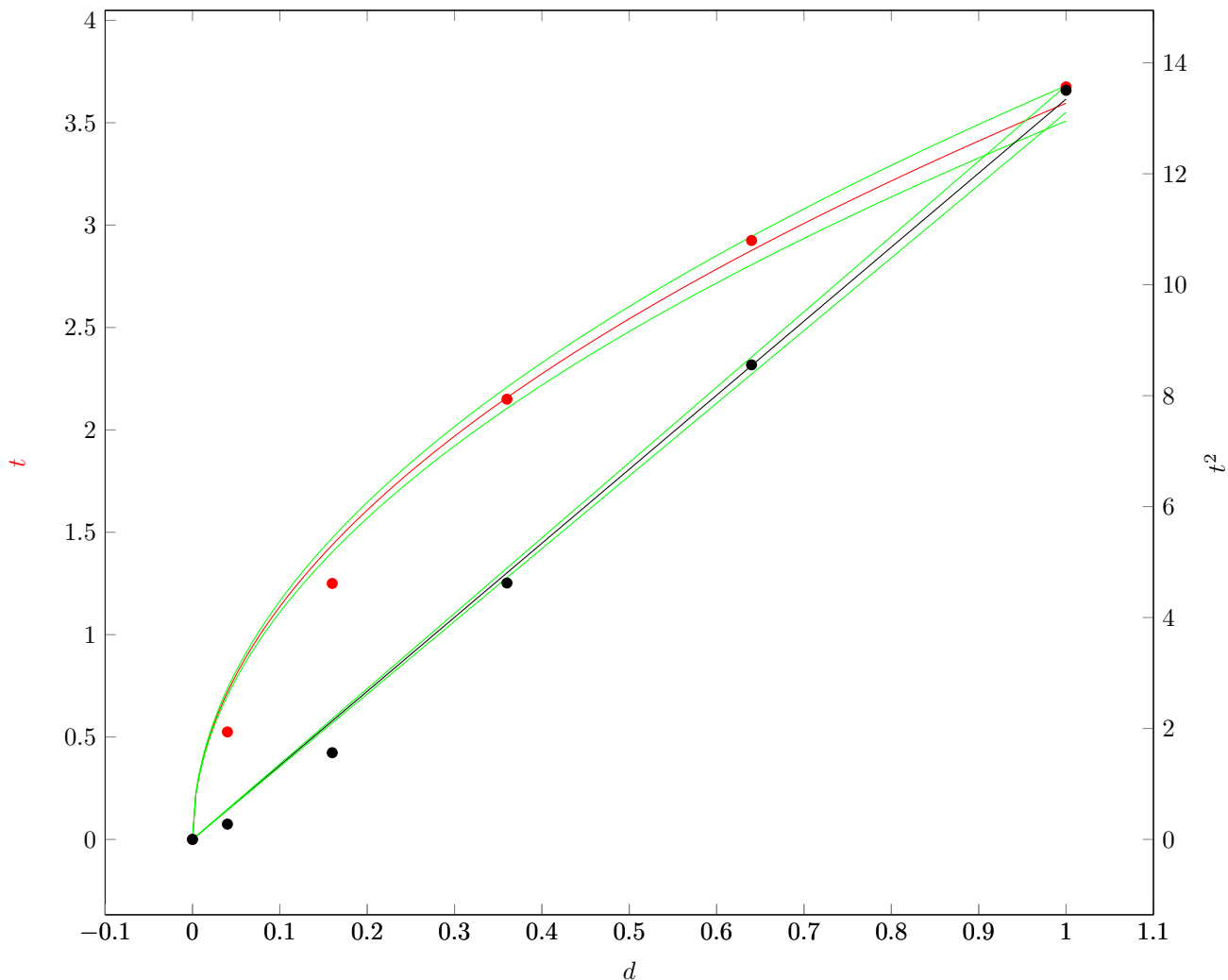
$$a = p^{-1} = 0,0749243264 \text{ m s}^{-2}$$

Standardna napaka pospeška je

$$\pm 0,01803a = \pm 0,0013508856 \text{ m s}^{-2}$$

¹Standardni odklon se izračuna po enačbi

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$



Slika 1: Grafa t in t^2 v odvisnosti od d . Čas se tukaj sicer neobičajno pojavi na ordinatni osi, kar je smiselno, saj je to izmerjena količina.

3.2 Čas, potreben za kotaljenje kroglice po celotni dolžini klanca

1. Kroglico spusti po rahlo nagnjenem klanecu ter meri čas gibanja. Pazi, da ta čas ni prekratek. Meritev ponovi vsaj osemkrat, izračunaj povprečni čas ter zapiši rezultat meritve z absolutno in relativno napako.

Ne pozabi izmeriti naklonskega kota klanca!

$$\phi = \sin \frac{0,02 \text{ m}}{1,00 \text{ m}} = 1,146\,991\,998\,39^\circ$$

t_1 [s]	t_2 [s]	t_3 [s]	t_4 [s]	t_5 [s]	t_6 [s]	t_7 [s]	t_8 [s]	\bar{t} [s]	$\sigma_{\bar{t}}$ [s]	$\sigma_{\bar{t}} : \bar{t}$ [s s ⁻¹]
4,3	3,9	3,8	3,8	4,2	3,8	3,7	3,8	3,9125	0,20	5,18%

Tabela 2: Čas, potreben za spust kroglice po klanecu nizdol.

2. Izmeri dolžino klanca in oceni napako meritve!

$$l = 1 \text{ m} \pm (< 1 \text{ mm})$$

3. Izračunaj povprečno hitrost ter zapiši rezultat z absolutno in relativno napako.

$$\bar{v} = \bar{t}^{-1} = 0,255\,591 \text{ m s}^{-1} (1 \pm 0,0518) = 0,255\,591 \text{ m s}^{-1} \pm 0,013 \text{ m s}^{-1}$$

4. Izračunaj pospešek ter zapiši rezultat z absolutno in relativno napako.

$$v_{\max} = 2\bar{v}$$

$$\bar{a} = \frac{v_{\max}}{\bar{t}} = 0,065\,326 \text{ m s}^{-2} 1 \pm 2 \cdot 0,0518 = 0,065\,326 \text{ m s}^{-2} \pm 0,003\,384 \text{ m s}^{-2}$$

Ta pospešek se ujema z izmerjenim pospeškom iz naloge 3.1.

3.3 Izračun pospeška po klancu brez trenja drsečega telesa

Izračunaj pospešek za telo, ki bi brez trenja drselo po klancu iz naloge 3.2, primerjaj rezultata ter zapiši ugotovitve.

$$F_g \tan \phi = F_d \rightarrow \cancel{m}g(\sin \phi = 0,02) = \cancel{m}a = 0,1962 \text{ m s}^{-2}$$

Kroglica med premikanjem nekaj energije porablja tudi za vrtenje — to je moja hipoteza, zakaj je pospešek drsečega telesa večji od izmerjenega pospeška kotalegeča se telesa.