

Ravnovesje togega telesa

ANTON LUKA ŠIJANEC

3. oktober 2022

Povzetek

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

Kazalo

1	Uvod	1
2	Naloga	1
3	Potrebščine	1
4	Potek dela	2
4.1	Vleka palice do premika	2
4.2	Vleka silomera vedno navpično	2
4.3	Vleka pravokotno na palico	2
4.4	Vleka do premika z vpenjanjem na drugih mestih	3
4.5	Vleka do premika pod kotom	3
5	Zaključek	3

1 Uvod

Za ravnovesje togega telesa morata biti izpolnjena dva pogoja:

1. vsota vseh zunanjih sil mora biti nič in
2. vsota navorov zunanjih sil mora biti nič.

2 Naloga

Opazuj ravnovesje lesene palice v različnih legah!

3 Potrebščine

- palica
- silomer (2)
- meter
- geotrikotnik

4 Potek dela

4.1 Vleka palice do premika

Palico na levi strani pridrži tako, da se lahko vrti okrog krajišča. Na desnem krajišču jo vleci s silomerom pravokotno na palico tako, da se ravno še dotika tal (se še ne dviguje). Izmeri silo ter rezultat meritve preveri še računsko! Manjkajoče količine za izračun izmeri. Izračunaj silo v osi!

$$F_{\text{izmerjena}} = 3,4 \text{ N}$$

$$l = 0,6 \text{ m}$$

$$m = 0,6992 \text{ kg}$$

$$x_{F_g} = \frac{l}{2}$$

$$F_{\text{teoretična}} = mg \frac{x_{F_g}}{l} = 0,6992 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m s}^{-2} \cdot \frac{1}{2} = 3,429 576 \text{ N}$$

$$F_{\text{os}} = F_{\text{teoretična}}$$

4.2 Vleka silomera vedno navpično

Palico dviguj okoli osi tako, da vlečeš silomer še vedno navpično navzgor. Silo, s katero vlečeš, izmeri ter jo izračunaj pri kotih 30° in 45° . Kolikšna je v teh primerih sila v osi? Primerjaj rezultate za različne lege palice in jih komentiraj.

kot [$^\circ$]	sila [N]
30	3,5
45	3,4

Tabela 1: Izmerjene količine pri različnih kotih pri nalogi 4.2

Rešitev Sila je ne glede na kot enaka in sledi predpisu $F = \frac{1}{2}F_g$, torej je teoretična sila enaka kot pri nalogi 4.1.

4.3 Vleka pravokotno na palico

Palico dviguj okrog osi tako, da je silomer ves čas pravokoten na palico. Izmeri silo pri kotih 30° in 60° . Silo tudi izračunaj!

kot [$^\circ$]	sila [N]
30	3,1
60	1,8

Tabela 2: Izmerjene količine pri različnih kotih pri nalogi 4.3

$$F_{30^\circ} = \cos 30^\circ \cdot F_g \cdot \frac{1}{2} = \cos 30^\circ \cdot 6,859 152 \text{ N} \cdot \frac{1}{2} = 2,970 099 940 21 \text{ N}$$

$$F_{60^\circ} = \cos 60^\circ \cdot F_g \cdot \frac{1}{2} = 1,714 788 \text{ N}$$

razdalja med osjo in kaveljčkom [m]	sila [N]
0,405	5,1
0,455	4,5

Tabela 3: Izmerjene količine na različnih kaveljčkih pri nalogi 4.4

4.4 Vleka do premika z vpenjanjem na drugih mestih

Vpni silomer za kaveljček ter izmeri in izračunaj silo, s katero vlečeš silomer pravokotno na palico, ta pa se ravno še ne dvigne. Meritve ponovi tudi pri drugem kaveljčku.

$$F_g x_{F_g} = F_1 x_1 \rightarrow F_1 = \frac{F_g x_{F_g}}{x_1} = 5,080\,853\text{ N}$$

$$F_2 = \frac{F_g x_{F_g}}{x_2} = 4,522\,517\,802\,2\text{ N}$$

4.5 Vleka do premika pod kotom

Silomer iz primera 4.4 vleci pod kotom 30° glede na palico tako, da se ta ravno še ne dvigne. Izmeri silo ter jo tudi izračunaj!

$$F_{\text{izmerjena}} = 1\text{ N}$$

$$F = \frac{F_y}{\sin 30^\circ} \wedge F_y l = F_g x_{F_g} \rightarrow F = \frac{F_g x_{F_g}}{\sin 30^\circ l} = F_g = 6,859\,152\text{ N}$$

Meritev je bila očitno narobe izvedena, saj se $F_{\text{izmerjena}}$ občutno razlikuje od $F_{\text{teoretična}}$.

5 Zaključek

Razen meritve 4.5 vse izmerjene sile glede na primerjavo s teoretično napovedjo odstopajo malo — natančne so vsaj na dve decimalni mesti.

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	0,275625
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

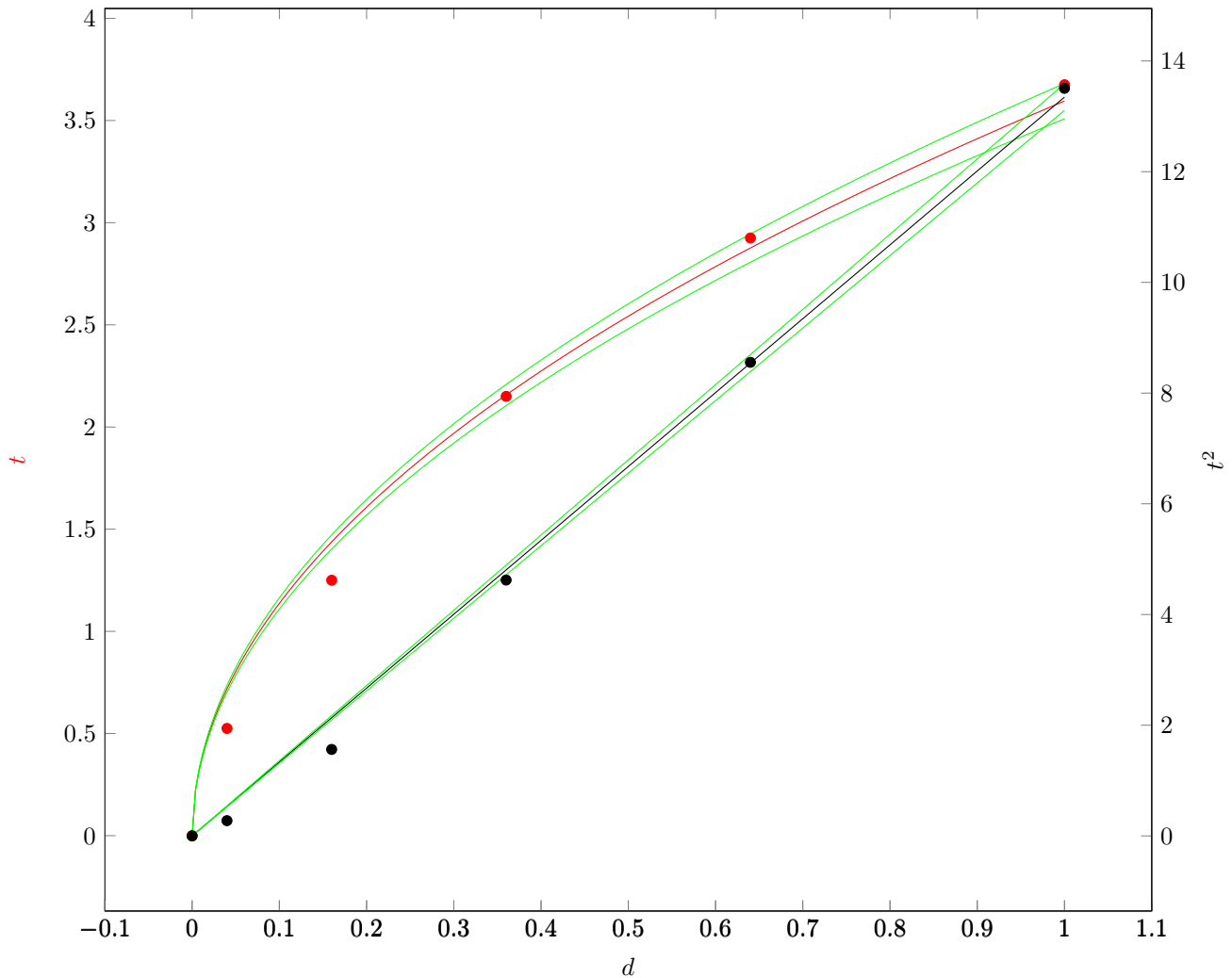
$$a = p^{-1} = 0,0749243264 \text{ m s}^{-2}$$

Standardna napaka pospeška je

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

¹Standardni odklon se izračuna po enačbi

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



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.

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

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.

Energija prožne vzmeti

ANTON LUKA ŠIJANEC

16. november 2022

Povzetek

Poročilo tretje vaje pri predmetu F41 na Gimnaziji Bežigrad v 4. letniku. Vaja je potekala 13. oktobra 2022.

Kazalo

1 Naloga	1
2 Potrebščine	1
3 Potek dela	1
3.1 Izstreljevanje klade	1
3.2 Vleka klade	2
3.3 Določanje koeficienta s tehtnico	2

1 Naloga

1. S pomočjo prožne vzmeti poženi leseno klado po vodoravni podlagi in opazuj, na kakšni poti se ustavi. Iz meritev določi koeficient vzmeti.
2. Koeficient vzmeti določi tudi s pomočjo elektronske merilne tehtnice in primerjaj obe vredosti.

2 Potrebščine

- cev iz pleksi stekla z zatičem
- vzmet
- lesena klada
- silomer
- merilni trak
- elektronska tehtnica

3 Potek dela

3.1 Izstreljevanje klade

Vzmet vstavi v cev iz pleksi stekla in zatič namesti v tako lego, da bo iz cevi gledalo 3 cm vzmeti.

Pred vzmet postavi leseno klado in s klado stisni vzmet tako, da bo vsa v cevi.

Klado spusti in izmeri, kako daleč se premakne (s). Meritev ponovi vsaj petkrat.

Prestavi zatič za eno luknjo tako, da bo iz cevi gledal 1 cm daljši kos vzmeti in ponovno izstrelji klado. Poskus ponavlja na enak način z različnimi legami zatiča tako, da gleda pri vsaki naslednji ponovitvi iz cevi 1 cm daljši del vzmeti. Vsako meritev petkrat ponovi. Meritve zaključiš pri tisti dolžini vzmeti, ko klada doseže rob mize.

Nariši graf premika klade po izstrelitvi (s) v odvisnosti od deformacije vzmeti pred izstrelitvijo (x) ter graf $s(x^2)$. Iz naklona drugega grafa in izmerjene sile trenja izračunaj koeficient uporabljene vzmeti. Tako izračunani koeficient primerjaj z vrednostjo, ki si jo dobil pri meritvi 3.3.

$$m_{klade} = 193 \text{ g}$$

$$m_{pleksi} = 63,6 \text{ g}$$

$$m_{vzmeti} = 13,7 \text{ g}$$

$$l_{vzmeti} = 16,7 \text{ cm}$$

$$l_{pleksi} = 25 \text{ cm}$$

$$l_{pleksi_{lukkja0}} = 8 \text{ cm}$$

$$l_{pleksi_{\Delta med luknjami}} = 1 \text{ cm}$$

3.2 Vleka klade

Z elastiko pripni na klado silomer in izmeri silo trenja pri premikanju klade po mizi. Oцени napako meritve.

$$F_{lepenja} = 0,9 \text{ N}$$

$$F_{trenja} = 0,7 \text{ N}$$

$$\bar{F}x = E = \frac{1}{2}kx^2 = F_{trenja}s \rightarrow k = 2\frac{F_{trenja}s}{x^2}$$

```
fit (x*q)**2 "meritev.tsv" using 2:4 via q
```

```
fit (x*p) "meritev.tsv" using 3:4 via p
```

Naklonski kot premice je $p = 35,1 \text{ m}^{-1} \pm 0,4462 \text{ m}^{-1}$, koeficient vzmeti je torej po zgornji enačbi $k = 2F_{trenja}p = 51,2568 \text{ kg s}^{-2}$. Za kvadratno krivuljo pa je $q = 6,05079 \pm 0,03686$

3.3 Določanje koeficienta s tehtnico

Koeficient vzmeti določi še na drug način: vzmet vstavi v cev iz pleksija, tako da je še nekaj gleda iz cevi in postavi vse skupaj navpično na elektronsko tehtnico. Preberi, kaj kaže tehtnica, ko vzmet v cevi samo stoji na tehtnici in koliko, ko cev pritisneš navzdol, da se vzmet skrči. Iz obeh odčitanih vrednosti in deformacije vzmeti izračunaj koeficient vzmeti. Meritev ponovi za vsaj štiri različne deformacije vzmeti.

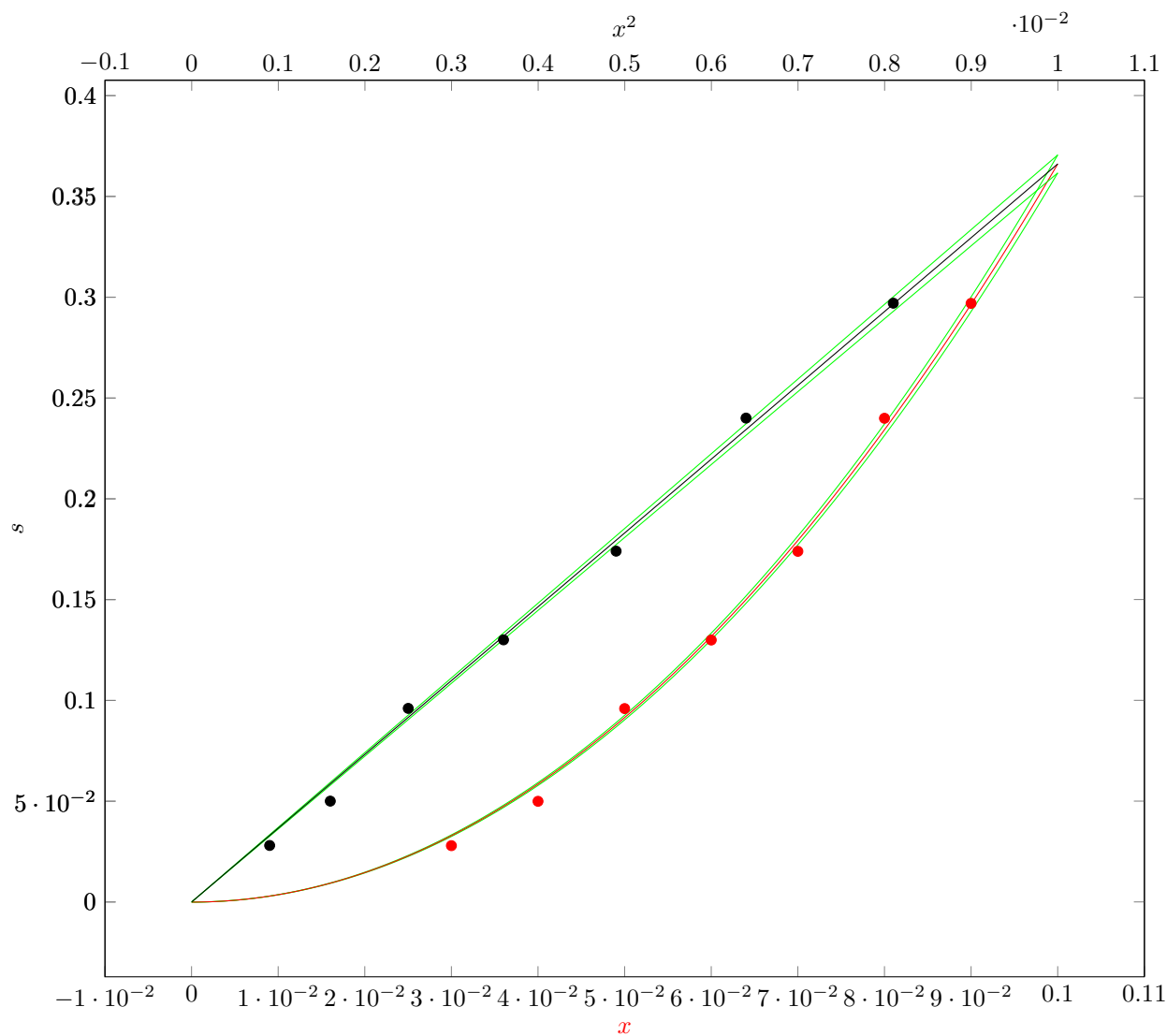
$$k = \frac{F}{x} = \frac{m_{kot jo kaže tehtnica}g}{x}$$

$$\bar{k} = 65,381 \text{ kg s}^{-2}$$

Čeprav je red velikosti na oba načina izmerjenega koeficienta vzmeti enak, se pojavi razlika; predvidevam, da zato, ker se klada ustavi nekoliko prej, kot bi se, če lepenja ne bi bilo. Lepenje, izmerjeno 0,9 N, povzroči, da se telo ustavi prej, čeprav tega ne upoštevam pri računanju energij, zato izgleda, kakor da je bilo vanjo vložene več energije.

n_{luknje}	x [cm]	s [m]	$m_{\text{kot jo kaže tehtnica}}$ [g]	$k_{\text{iz naloge ??}}$ [kg s ⁻²]
0	0,03	0,028	190	62,13
1	0,04	0,05	260	63,765
2	0,05	0,096	340	66,708
3	0,06	0,13	400	65,4
4	0,07	0,174	470	65,867
5	0,08	0,24	540	66,2175
6	0,09	0,297	620	67,58

Tabela 1: Meritve



Slika 1: Grafa $s(x)$ in $s(x^2)$.

Dušeno nihanje nitnega nihala

ANTON LUKA ŠIJANEC

16. november 2022

Povzetek

Poročilo četrte vaje pri predmetu F41 na Gimnaziji Bežigrad v 4. letniku. Vaja je potekala 13. oktobra 2022.

Kazalo

1 Zveza med amplitudo hitrosti in amplitudo odmika	1
1.1 Naloga	1
1.2 Potek dela	1
2 Zmanjševanje amplitude pri dušenem nihanju	2
2.1 Naloga	2
2.2 Potek dela	2
3 Uporabljen program	3

1 Zveza med amplitudo hitrosti in amplitudo odmika

1.1 Naloga

Razišči zvezo med amplitudo hitrosti in amplitudo odmika pri nihanju nitnega nihala.

1.2 Potek dela

1. Ko je nihalo v ravnovesni legi, nastavi ničlo slednika gibanja.
2. S pomočjo slednika gibanja zajemi podatke za 60 s dušenega nihanja nitnega nihala.
3. Na vsake štiri nihaje odčitaj amplitudo odmika in amplitudo hitrosti in podatke zapiši v tabelo. Ker nihalo nima največje hitrosti, ko je odmik največji, odčitavaj največjo hitrost vedno četrto nihajo prej kot največji odmik.
4. Nariši graf amplitude hitrosti v_0 v odvisnosti od amplitude odmika x_0 ! Določi naklon grafa in oceni nenatančnost te vrednosti.

```
fit (x*p) "v_od_x.tsv" using 1:2 via p
```

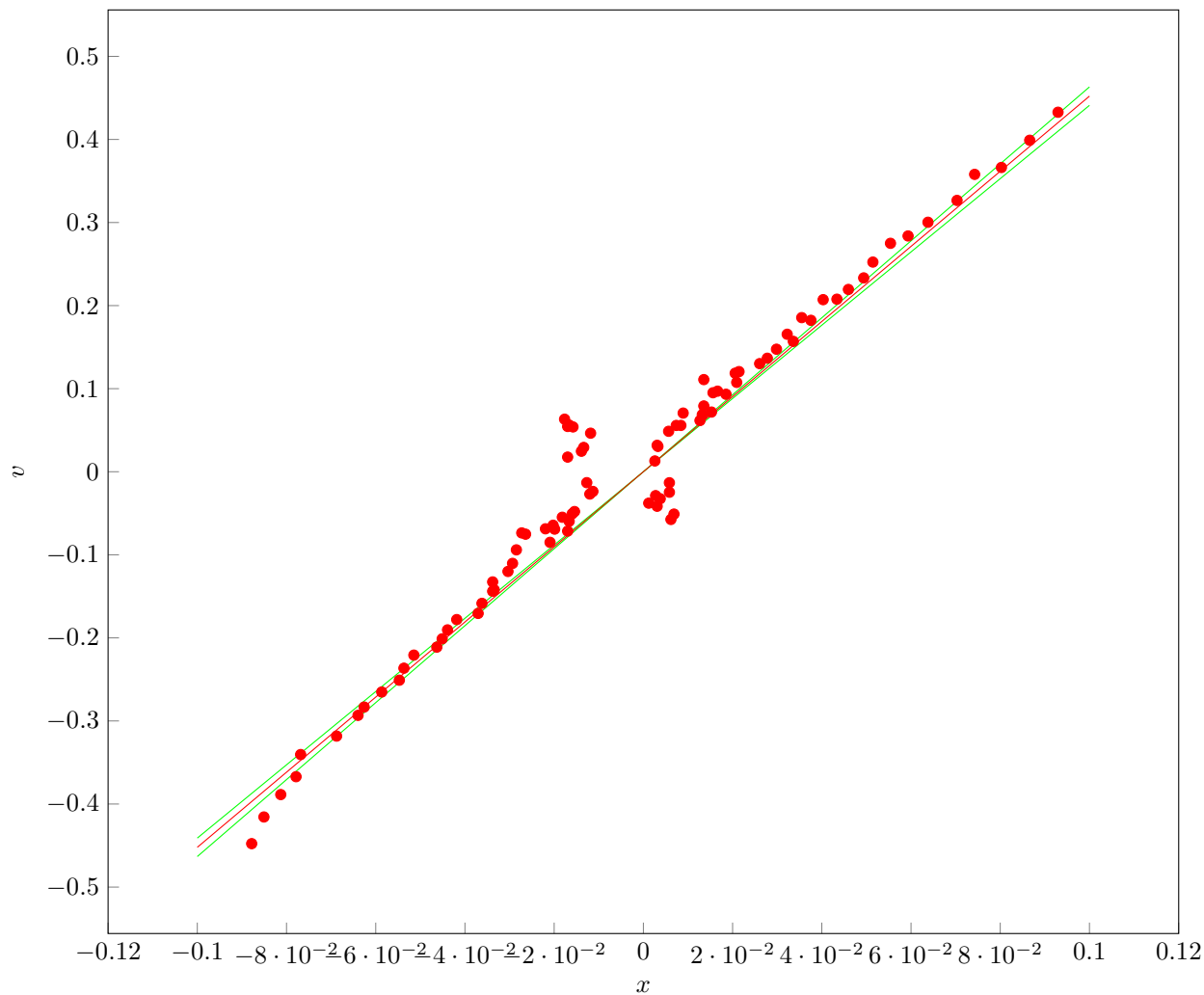
$$p = 4,521\,27\text{ s}^{-1} \pm 0,1111\text{ s}^{-1}$$

5. Iz grafa $x(t)$ določi t_0 in določi nenatančnost te vrednosti. Iz tako določenega t_0 in iz naklona grafa $v_0(x_0)$ preveri zvezo $v_0 = x_0 2\pi/t_0$.

$$t_{0\text{odčitani}} = \frac{t}{n} = 1,2806\text{ s}$$

$$t_{0\text{izračunani}} = \frac{2\pi}{p} = 1,389\,69\text{ s}$$

Red velikosti je enak, vendar se rešitvi razlikujeta. Najverjetneje so bili med zaznavanjem prehodov čez nič za odčitavanje t_0 iz grafa $x(t)$ lažni pozitivni odčitki.



Slika 1: Graf amplitude hitrosti nihanja v odvisnosti od amplitude odmika nihala.

2 Zmanjševanje amplitude pri dušenem nihanju

2.1 Naloga

Potrdi, da se amplituda x_0 pri dušenem nihanju zmanjšuje eksponentno kot $x_0(t) = x_{00}e^{-\beta t}$, kjer je x_{00} amplituda nihala ob času $t = 0$ s, β pa koeficient dušenja.

2.2 Potek dela

1. Nariši graf amplitude hitrosti x_0 v odvisnosti od časa! Skozi točke na grafu $x_0(t)$ nariši ustrezno eksponentno krivuljo!

```
n=0.1
b=0.01
fit n*exp(-b*x) "v_od_x.tsv" using 3:4 via n, b
fit (x*ln) "v_od_x.tsv" using 3:5 via ln
```

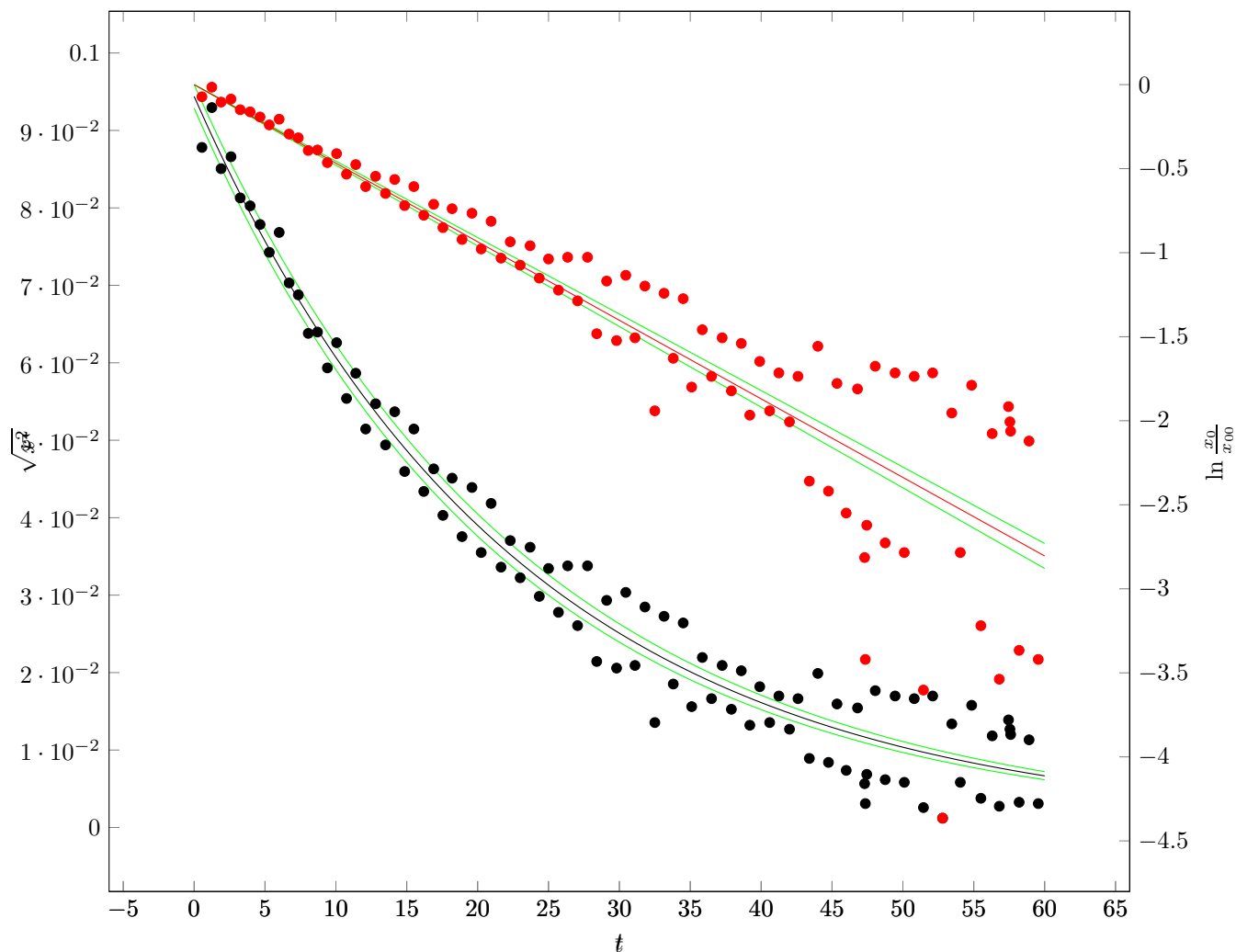
$$n = x_{00} = 0,094\,386\,7\text{ m} \pm 0,001\,524\text{ m}$$

$$b = 0,0441715\text{s}^{-1} \pm 0,001038\text{s}^{-1} = \beta$$

$$\ln = -\beta = -0,0467447\text{s}^{-1} \pm 0,001239\text{s}^{-1}$$

b in \ln , torej β , pridobljeni pred linearizacijo in po linearizaciji sta skoraj enaki. Razlika med njima se pojavi samo zaradi namerne nenatančnosti računalnika.

2. Nariši graf $\ln\left(\frac{x_0}{x_{00}}\right)$ v odvisnosti od časa in iz grafa določi koeficient dušenja β . Določitev napak v ?? delu vaje ni potrebna.



Slika 2: Graf amplitude nihanja (največjega odmika od osi) v odvisnosti od časa.

3 Uporabljen program

Za zaznavanje prehoda ničel in generiranje tabel sem spisal majhen program:

```
#!/usr/bin/python3
from sys import stderr
from math import log
import numpy
import csv
t = []
x = []
```

```
v = []
```

```
with open("nihanje.tsv") as file:
```

```
    tsv = csv.reader(file, delimiter="\t")
```

```
    i = -1
```

```
    for line in tsv:
```

```
        if i == -1:
```

```
            i = i + 1
```

```
            continue
```

```
            t.append(float(line[0]))
```

```
            x.append(float(line[1]))
```

```
            v.append(float(line[2]))
```

```
            i = i + 1
```

```
zero_crossings_x = numpy.where(numpy.diff(numpy.sign(x)))[0]
```

```
zero_crossings_v = numpy.where(numpy.diff(numpy.sign(v)))[0]
```

```
print("\tx\tt\tabsx\tln")
```

```
for i in range(len(zero_crossings_x)-1):
```

```
    print(f"{v[zero_crossings_x[i]]}\t{x[zero_crossings_v[i]]}\t{t[zero_crossings_v[i]]}\t{abs
```

```
print(f"za_{len(zero_crossings_x)/2}_nihajev_je_preteklo_{t[zero_crossings_x[len(zero_crossings_x)
```

Centripetalni pospešek

ANTON LUKA ŠIJANEC

14. december 2022

Povzetek

Poročilo pete vaje pri predmetu F41 na Gimnaziji Bežigrad v 4. letniku. Vaja je potekala 10. novembra 2022.

Kazalo

1	Potrebna oprema	1
2	Cilj naloge	1
3	Potek meritve	1
4	Naloge	2
5	Uporabljen program	3

1 Potrebna oprema

- kos plastične cevi
- vrvica
- zamašek z luknjico
- štoparica
- ravnilo
- tehtnica
- uteži

2 Cilj naloge

S poskusom preveriti veljavnost drugega Newtonovega zakona za kroženje.

3 Potek meritve

1. Izmeri maso uteži in maso zamaška.

$$m_{\text{uteži}} = 30,5 \text{ g}$$

$$m_{\text{zamaška}} = 3,5 \text{ g}$$

2. Primi za cev in jo vrti tako, da zamašek kroži v vodoravni ravnini s stalno hitrostjo. Pri tem pazi, da je razdalja od vrha cevi do zamaška ves čas enaka izbranimu polmeru. Izmeri čas desetih obhodnih časov. Meritev ponovi za deset različnih polmerov.

r [m]	t_{10} [s]	t [s]	a_r [m s ⁻²]
0,15	2,55	0,255	91,069014
0,3	3,55	0,355	93,977586
0,47	5,32	0,532	65,559303
0,43	4,08	0,408	101,978323
0,33	3,87	0,387	86,986478
0,23	2,6	0,206	134,320060
0,45	4,21	0,421	100,232384
0,2	3,012	0,3012	87,032167
0,29	2,98	0,298	128,921457
0,4	3,62	0,362	120,504312
0,4	4,21	0,421	89,095452

Tabela 1: Meritve

4 Naloge

1. Za vsako meritev določi obhodni čas in izračunaj centripetalni pospešek. Določi povprečni pospešek in njegovo napako.

$$\bar{a}_r = 99,970\,594\text{ m/s}^2$$

$$\sigma_{a_r} = 20,487\,365\text{ m s}^{-2}$$

2. Centripetalni pospešek izračunaj tudi iz mas zamaška in uteži. Ali se dobljena rezultata ustrezno ujemata?

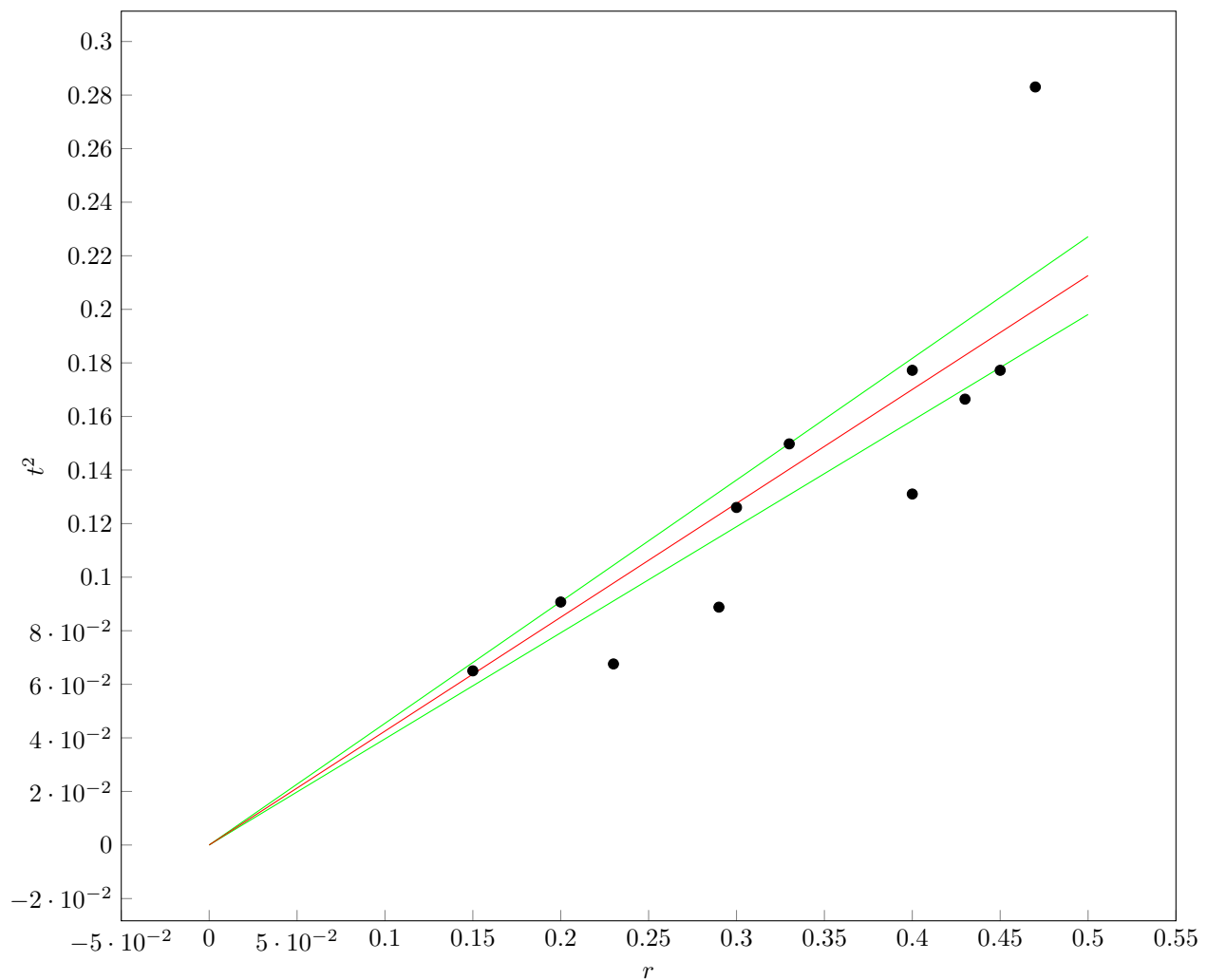
$$a_r = \frac{F_c = gm_{\text{uteži}}}{m_{\text{zamaška}}} = \frac{9,81\text{ m s}^{-2} \cdot 0,0305\text{ kg}}{0,0035\text{ kg}} = 85,487\text{ m s}^{-2}$$

Upoštevajoč napako merjenja se izračunana vrednost ustrezno ujema z izmerjeno.

3. Izpelji izraz, ki povezuje kvadrat nihajnega časa t^2 z radijem r !

$$t^2 = \frac{4\pi^2 r}{a_r}$$

4. Nariši graf $t^2(r)$. Skozi narisane točke lahko narišemo premico skozi izhodišče. Določi naklon te premice, pri tem pazi na enote rezultata!



Slika 1: Graf kvadrata nihajnega časa v odvisnosti od polmera.

```
fit (x*p) "podatki.tsv" using 2:6 via p
```

$$p = 0,425\,193\text{ s}^2\text{ m}^{-1} \pm 0,029\,04\text{ s}^2\text{ m}^{-1}$$

5. Naklon premice izrazi z maso zamaška in uteži in ga tako tudi izračunaj.

$$k = \frac{t^2}{r} = \frac{4\pi^2}{a_r} = \frac{4\pi^2 m_{\text{uteži}}}{g m_{\text{uteži}}} = 0,461\,805\text{ s}^2\text{ m}^{-1}$$

Izračunana vrednost je izven standardne napake, vendar ne pretirano.

5 Uporabljen program

```
#!/usr/bin/python3
import pandas
import math
import sys
m=pandas.read_csv("meritev.tsv", sep='\t')
m.index.name = "idx"
```

```
m["t"] = (m["t10"]/10)
m["centripetalni"] = (4*math.pi**2*m["r"]/m["t"]**2)
m["tt"] = (m["t"]**2)
print("sredina:", file=sys.stderr)
print(m.mean(), file=sys.stderr)
print("standardna_deviacija", file=sys.stderr)
print(m.std(), file=sys.stderr)
m.to_csv("/dev/stdout", sep="\t")
```

Plinski zakoni

ANTON LUKA ŠIJANEC

14. december 2022

Povzetek

Poročilo šeste vaje pri predmetu F41 na Gimnaziji Bežigrad v 4. letniku. Vaja je potekala 10. novembra 2022.

Kazalo

1	Uvod	1
2	Nalogi	1
2.1	Boylov zakon	1
2.1.1	Navodilo	1
2.1.2	Potrebščine	1
2.1.3	Potek dela	2
2.2	Absolutna ničla	3
2.2.1	Navodilo	3
2.2.2	Potrebščine	3
2.2.3	Potek dela	4
2.2.4	Komentar	5
3	Uporabljen program	5

1 Uvod

Tlak v plinu je odvisen od prostornine plina, njegove temperature in mase plina. Če opazujemo ves čas isto maso plina in poskrbimo, da je ena od preostalih spremenljivk konstantna, lahko ugotovimo medsebojno odvisnost še zadnjih dveh spremenljivk.

2 Nalogi

2.1 Boylov zakon

Če ob konstantni temperaturi plina spreminjamo njegovo prostornino, se ob tem spreminja tudi tlak plina.

2.1.1 Navodilo

Za dano maso plina v injekcijski brizgi ugotovi, kako je tlak odvisen od njegove prostornine.

2.1.2 Potrebščine

- injekcijska brizga
- merilnik tlaka
- računalniški vmesnik
- program LoggerPro

2.1.3 Potek dela

Prostornino zraka v brizgi nastavi na 4 mm in nato privij brizgo na merilnik tlaka. Način merjenja v programu LoggerPro (Data Collection) nastavi na Events with entry. PAZI! Vse spremembe prostornine delaj počasi, da bo temperatura zraka v brizgi ves čas čim bolj enaka. Raztegni prostornino zraka v brizgi na 20 mm, začni z meritvijo (Start) in zabeleži prvo vrednost tlaka pri tej prostornini. Zmanjšuj prostornino po 2 mL do 4 mL ter vsakič zabeleži tlak. Po zabeleženih zadnjih meritvi ne pozabi končati meritve (Stop).

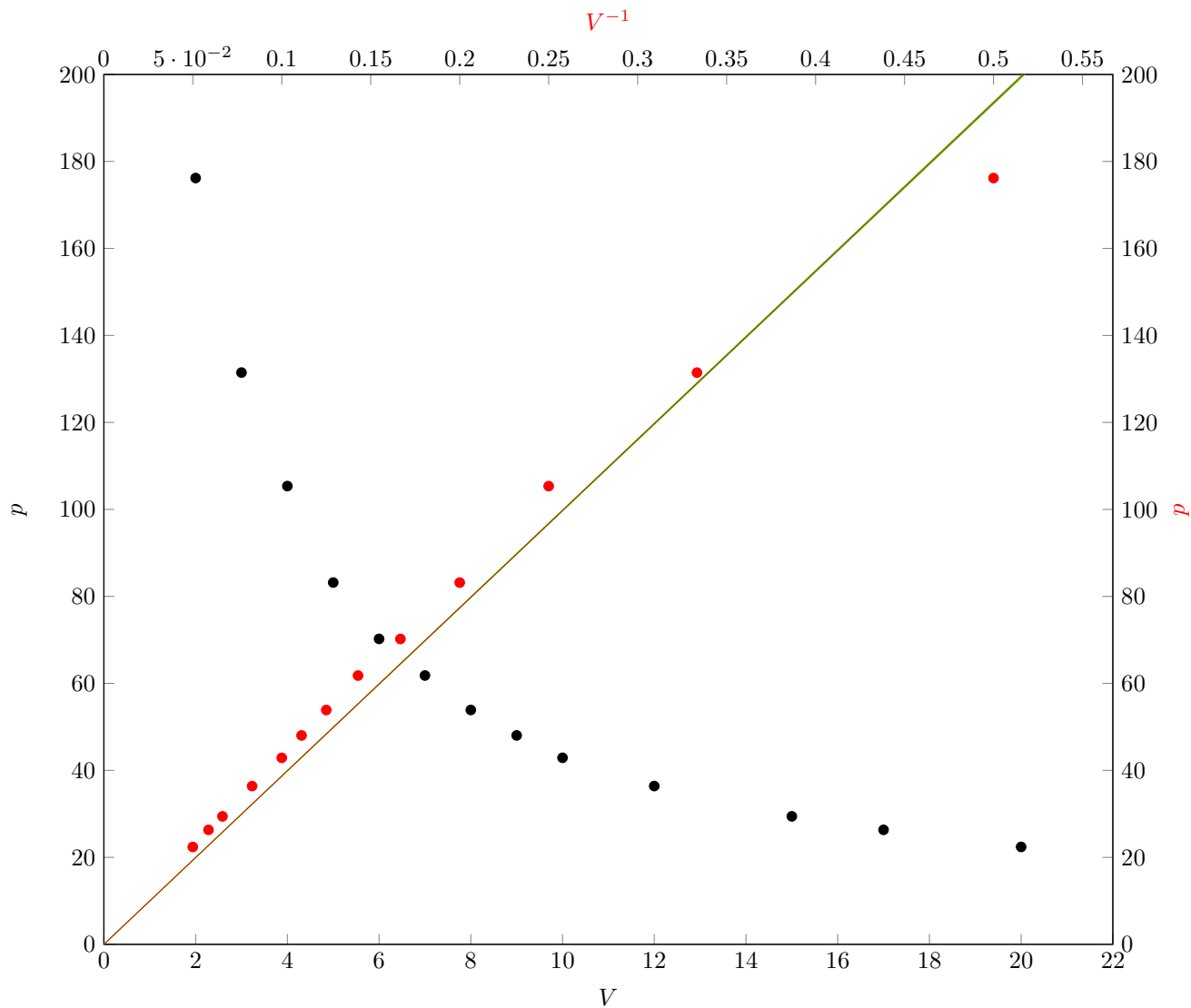
V [mL]	p [kPa]
4	105
3	131
2	176
5	83
6	70
7	61
8	53
9	48
10	42
15	29
20	22
12	36
17	26

Tabela 1: Meritve za prvo nalogo

Nariši graf $p(V)$ za celotno spremembo.
Kakšna je odvisnost?

$$pV = nRT = \text{konstanta}$$

Svoj odgovor na prejšnje vprašanje dokaži z linearizacijo grafa $p(V)$.



Slika 1: Odvisnost tlaka od prostornine.

fit (x*p) "boylov.tsv" using 4:3 via p

$$p = 386,934 \pm 0,498$$

2.2 Absolutna ničla

2.2.1 Navodilo

Ugotovi zvezo med tlakom in temperaturo (pri konstantni prostornini) za zrak v stekleni bučki ter iz meritev določi absolutno ničlo.

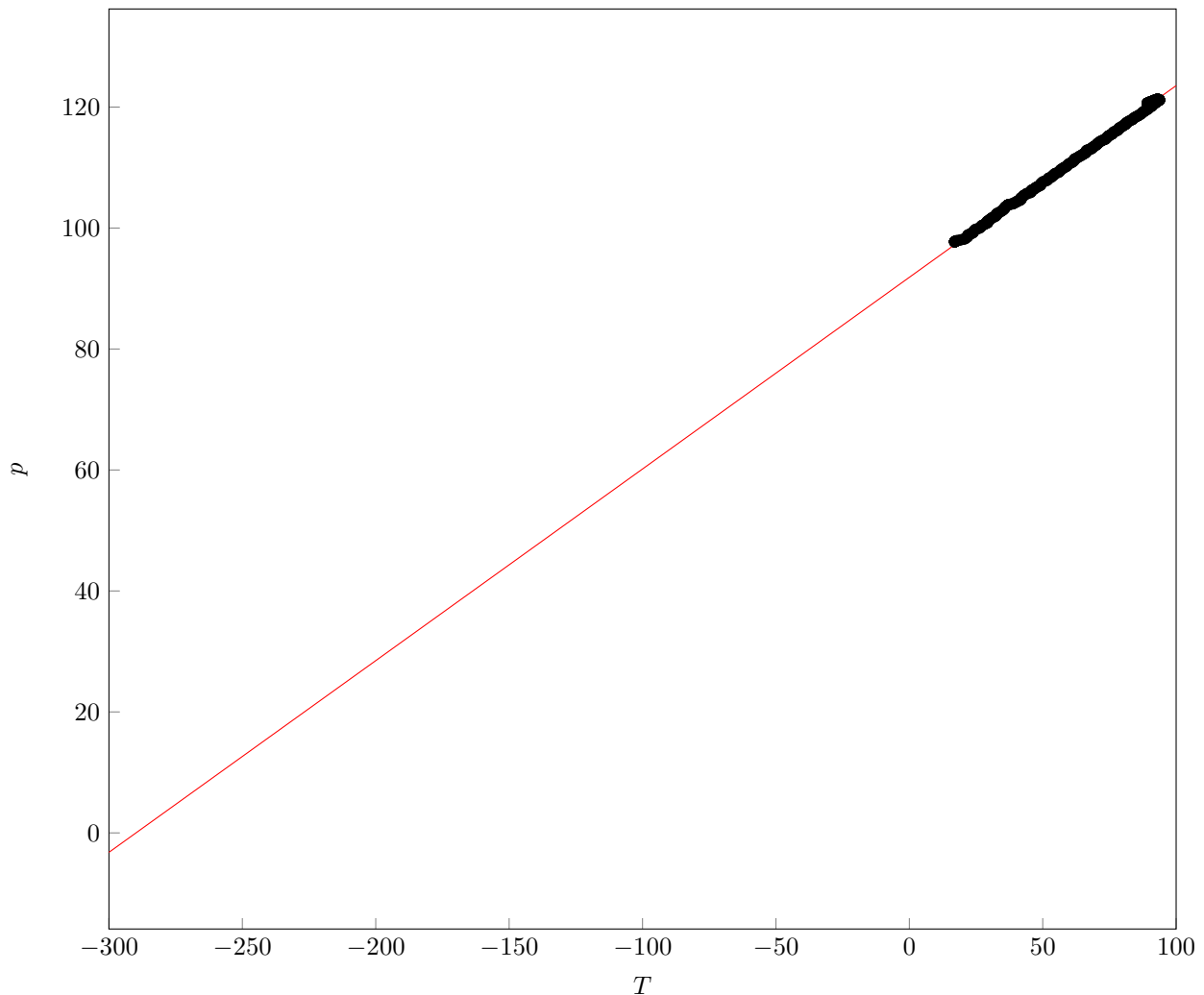
2.2.2 Potrebščine

- steklena bučka
- stojalo s prižemami
- električna grelna posoda
- računalniški vmesnik z računalnikom

- merilnik tlaka
- merilnik temperature
- čaša za vodo

2.2.3 Potek dela

Preveri, če je v posodi voda do vrha bučke z zrakom (vrat bučke ne sme biti v vodi!). Če ni, dolij ustrezno količino vode. Prikluči merilnika za tlak in temperaturo na računalniški vmesnik. Poženi program LoggerPro. Ker bomo gledali odvisnost tlaka od temperature, bomo potrebovali samo en graf, torej raztegni zgornji graf čez spodnjega. Izberi način zajemanja podatkov (gumb Data Collection) „selected events“ ter izberi količino na navpični osi tlak in količino na vodoravni osi temperaturo. Začneš meritev (gumb Collect) ter shraniš prvo meritev (gumb Keep). Vklopiš grelec in počakaš, da se temperatura dvigne za približno 10 °C. Nato grelec ugasneš ter počakaš (5 s do 10 s), da se temperatura ustali. Zapišeš novo meritev (gumb Keep). Postopek iz zadnjega stavka ponavljaš, dokler ni temperatura približno 90 °C. Takrat meritev zaključiš (gumb Stop). S programom preveri, kakšna je zveza med tlakom in temperaturo, ter iz grafa določi absolutno ničlo.



Slika 2: Odvisnost tlaka od temperature.

```
fit (k*(x+n)) "absolutna.tsv" using 2:3 via k, n
```

$$n = T_0 = 289,863\text{ °C} \pm 0,5144\text{ °C}$$

2.2.4 Komentar

σ je precej majhna, torej so podatki zelo točni, niso pa natančni, od dejanske absolutne ničle občutno odstopajo. To pa zato, ker je bilo za dosego večje točnosti izvedenih 655 meritev, med vsako meritvo pa je pretekla le ena sekunda. Graf je zato zamaknjen, saj se plin ni v celoti ogrel na temperaturo vode, termometer pa je bil v vodi, ki se je segrela prej kot plin. S čakanjem na ustaljenost temperature bi težavo natančnosti za ceno manjše točnosti odpravili.

3 Uporabljen program

```
#!/usr/bin/python3
import pandas
import sys
import math
b=pandas.read_csv("/dev/stdin", sep="\t")
b.index.name = "idx"
b["iV"] = (1/b["V"])
b.to_csv("/dev/stdout", sep="\t");
```

Stoječe valovanje na vrvi

ANTON LUKA ŠIJANEC

25. januar 2023

Povzetek

Poročilo sedme vaje pri predmetu F41 na Gimnaziji Bežigrad v 4. letniku. Vaja je potekala 8. decembra 2022.

Kazalo

1 Naloga	1
2 Potrebščine	1
3 Potek dela	1
Literatura	3
4 Uporabljen program	3

1 Naloga

S stoječim valovanjem ugotovi, kako je hitrost valovanja na vrvi odvisna od sile, ki napenja vrv.

2 Potrebščine

- brnač
- ŠMI
- vezna žica (2)
- prižema s škripcem
- vrvica (2)
- uteži po 10 g (6)

3 Potek dela

1. En konec debelejšje vrvice pritrdi na brnač, ki vzbuja na vrvici nihanje s stalno frekvenco 50 Hz. Brnač priključiš na ŠMI na izmenično napetost 2 V.
2. Drugi konec vrvice napelji preko škripca in obesi nanjo kaveljček za uteži in eno utež (skupna masa 20 g).
3. Ko vključiš ŠMI, da brnač zaniha, počasi spreminjaj dolžino vrvice med brnačem in škripcem tako, da dobiš na vrvici lepo stoječe valovanje. Določi valovno dolžino tega stoječega valovanja.
4. Postopoma dodajaj uteži na kaveljček, vsakič poišči ustrezne stoječe valovanje te določi valovno dolžino. Vse meritve zapisuj v ustrezno tabelo.

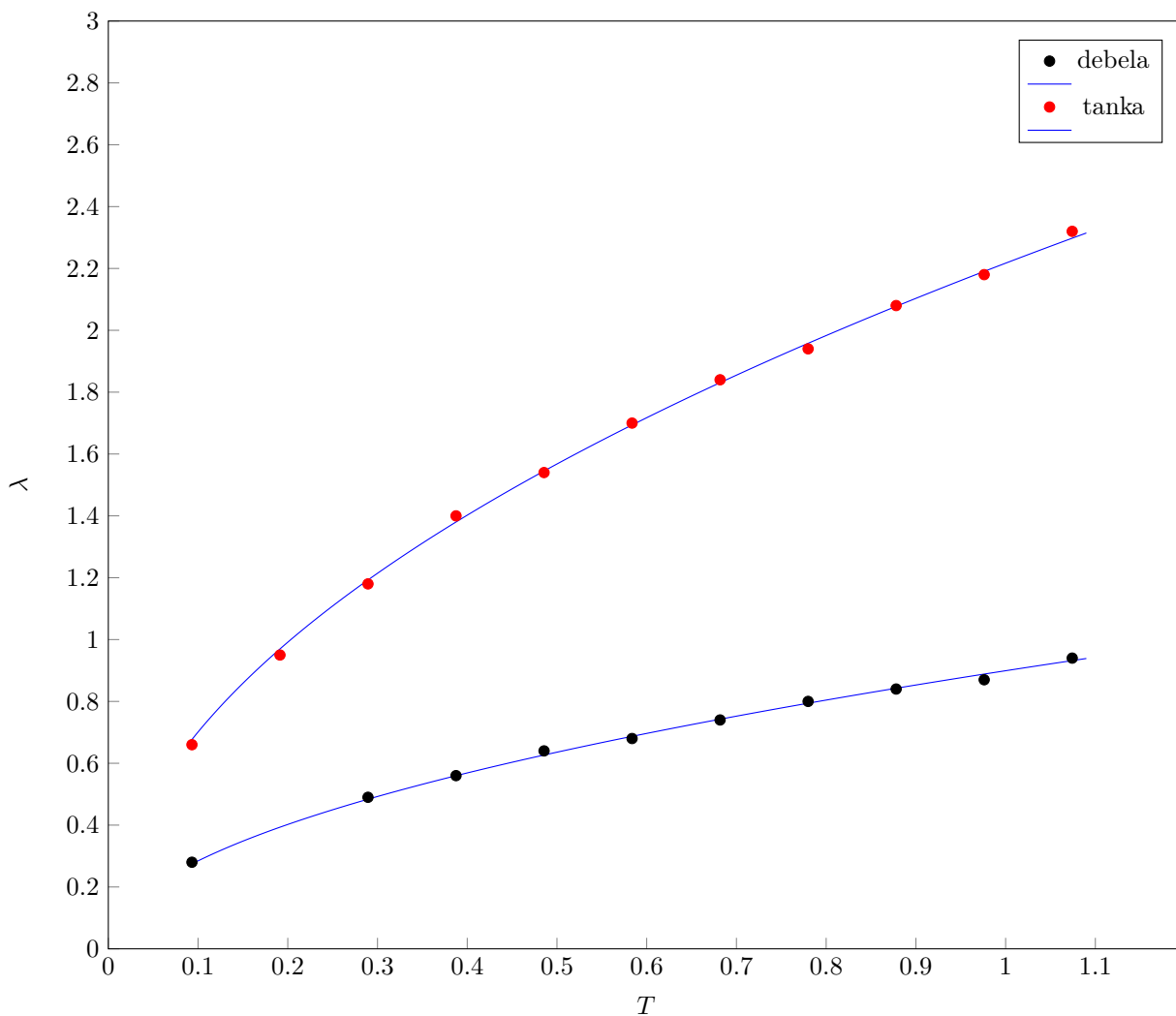
$\frac{\lambda}{2}$ [m]	m [g]
0,14	9,5
0,245	29,5
0,28	39,5
0,32	49,5
0,34	59,5
0,37	69,5
0,4	79,5
0,42	89,5
0,435	99,5
0,47	109,5

Tabela 1: Meritve debele vrvice

$\frac{\lambda}{2}$ [m]	m [g]
0,33	9,5
0,475	19,5
0,59	29,5
0,7	39,5
0,77	49,5
0,85	59,5
0,92	69,5
0,97	79,5
1,04	89,5
1,09	99,5
1,16	109,5

Tabela 2: Meritve tanke vrvice

5. Tabelo dopolni tako, da bo iz nje razvidno, kako se hitrost valovanja na vrvi spreminja s silo, ki napenja vrvico.
6. Nariši graf, ki kaže odvisnost iz točke 5, ter z besedami in/ali z enačbo povej, za kakšno odvisnost gre. Svojo trditev tudi preveri z dodatnim grafom ali računsko.



Slika 1: Odvisnost valovne dolžine od sile, s katero je vrvica napeta.

```
set datafile separator ',','  
fit (x*p+c) "debela.csv" using 4:5 via p, c
```

$$f = \frac{v = \sqrt{\frac{T}{m/L}}}{2L} = \sqrt{\frac{T}{L^2 4m/L}} = \sqrt{\frac{T}{4mL}} \rightarrow f^2 = \frac{T}{4mL} \rightarrow 4mf^2 = T \rightarrow f\sqrt{4mL} = \sqrt{T}$$

[1]

- (a) f je frekvenca nihanja
 - (b) v je hitrost potujočega valovanja po vrvi
 - (c) m je masa vrvica dolžine L
 - (d) T je sila, s katero je vrvica napeta
 - (e) L je dolžina vrvica
7. Če imaš čas, ponovi cel postopek še s tanjšo vrvico. Odvisnost iz točke 5 nariši v isti koordinatni sistem kot za debelejšo vrvico ter komentiraj rezultat.
Valovna dolžina tanjše vrvi je za faktor \tilde{z} večja od debelejše vrvi. V idealnem primeru bi na to vplivala njena dolžinska gostota, saj drži $m \propto f$.

Literatura

[1] Carl Rod Nave. HyperPhysics Concepts: Standing Waves on a String, 2016.

4 Uporabljen program

```
#!/usr/bin/python3  
import pandas  
import sys  
import math  
b=pandas.read_csv("/dev/stdin", sep="\t")  
b.index.name = "idx"  
b["sila"] = (9.81*b["m"]/1000)  
b["lambda"] = (2*b["pollamb"])  
b = b.astype(float).round(6);  
b.to_csv("/dev/stdout", sep=sys.argv[1][0]);
```

Ohmov zakon in vezava uporov

ANTON LUKA ŠIJANEC

25. januar 2023

Povzetek

Grafi in rezultati osme vaje pri predmetu F41 na Gimnaziji Bežigrad v 4. letniku. Vaja je potekala 8. decembra 2022.

Kazalo

1 Podatki in grafi	1
2 Uporabljen program	2

1 Podatki in grafi

U [V]	I [mA]
10,16	18,0
9,02	15,84
8,03	14,11
6,97	12,24
6,05	10,61
5,03	8,84
4,04	7,07
3,03	5,31
2,03	3,56
0,98	1,71

Table 1: Meritve tenkega upornika

U [V]	I [mA]
1,03	3,66
1,99	7,06
3,09	10,97
3,98	14,15
5,0	17,76
6,0	22,0
7,04	25,8
7,99	29,3
9,0	33,1
10,0	36,9

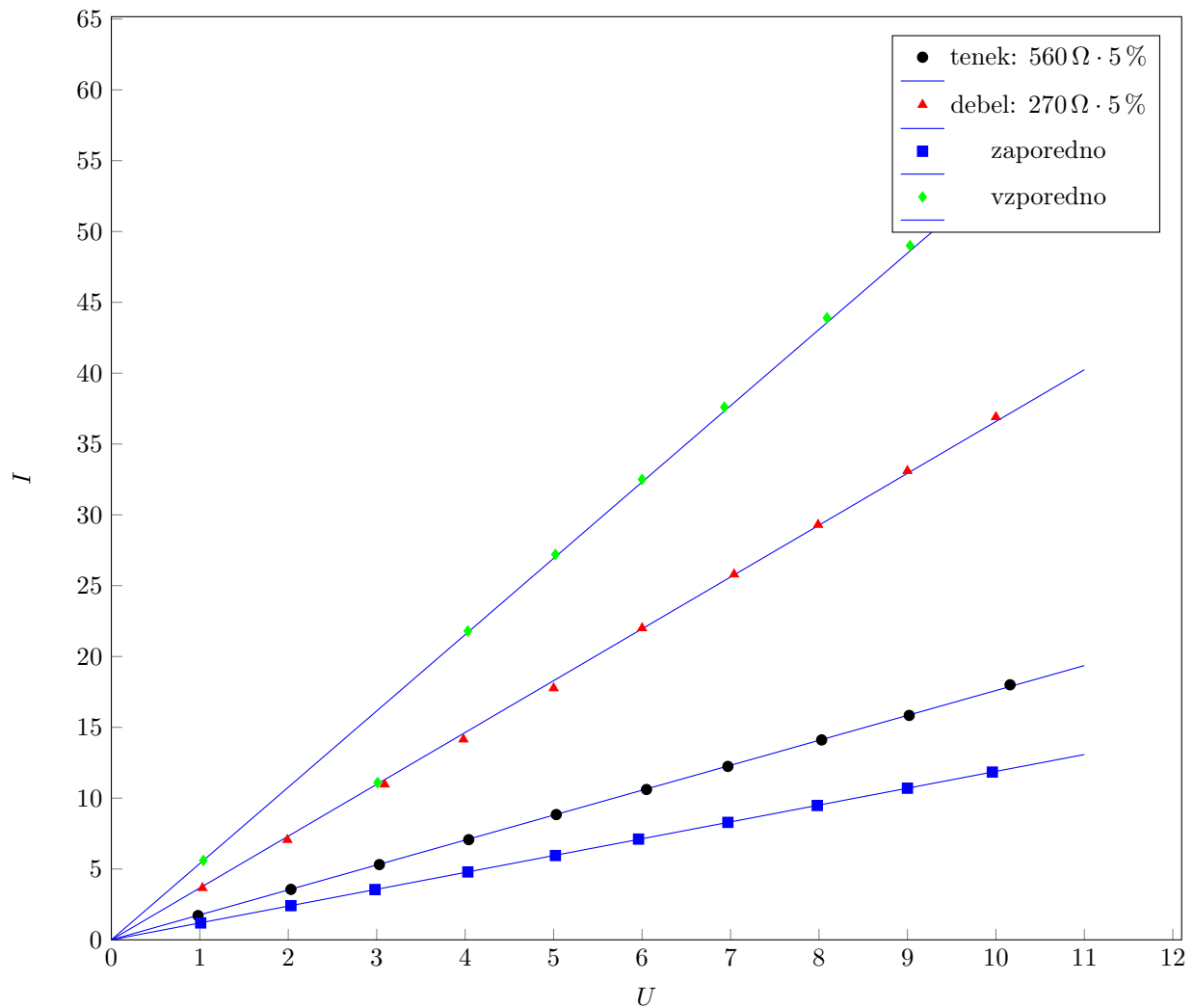
Table 2: Meritve debelega upornika

U [V]	I [mA]
1,01	1,19
2,03	2,41
2,98	3,55
4,03	4,79
5,02	5,95
5,96	7,11
6,97	8,29
7,98	9,48
9,0	10,7
9,96	11,84

Table 3: Meritve zaporedne vezave

U [V]	I [mA]
9,97	54,2
9,03	49,0
8,09	43,9
6,93	37,6
6,0	32,5
5,02	27,2
4,03	21,8
3,01	11,1
1,04	5,6

Table 4: Meritve vzporedne vezave



Slika 1: Odvisnost valovne dolžine od sile, s katero je vrstica napeta.

```
set datafile separator ','
fit (x*p) "1t.csv" using 2:3 via p
```

2 Uporabljen program

```
#!/usr/bin/python3
import pandas
import sys
import math
b=pandas.read_csv("/dev/stdin", sep="\t")
b.index.name = "idx"
b = b.astype(float).round(6);
b.to_csv("/dev/stdout", sep=sys.argv[1][0]);
```

Preslikave s konveksno lečo

ANTON LUKA ŠIJANEC

20. marec 2023

Povzetek

Grafi in rezultati devete vaje pri predmetu F41 na Gimnaziji Bežigrad v 4. letniku.

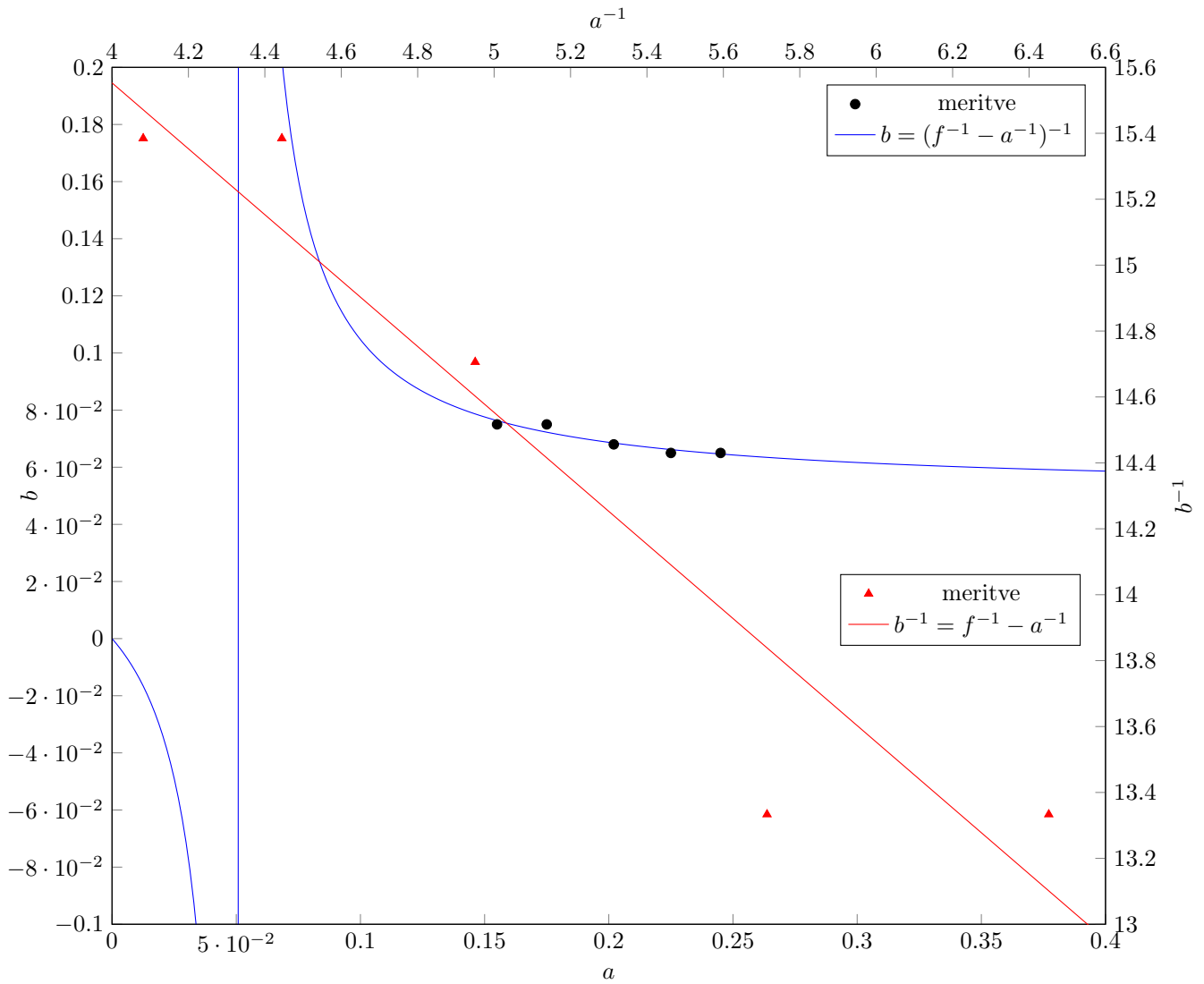
Podatki in grafi

Izmerjena goriščna razdalja leče v prvi nalogi je 0,053 m, v drugi nalogi pa

$$f = 0,051\,143\,8\text{ m} \pm 0,001\,356\text{ m} = 0,051\,143\,8\text{ m}(1 \pm 0,026513477684489615).$$

Št. meritve	$a + b$ [m]	b [m]	a [m]	a^{-1} [m ⁻¹]	b^{-1} [m ⁻¹]	f [m]	Δf [m]
0	0,23	0,075	0,155	6,451613	13,333333	0,050543	0,0006
1	0,25	0,075	0,175	5,714286	13,333333	0,0525	0,001356
2	0,27	0,068	0,202	4,950495	14,705882	0,050874	0,00027
3	0,29	0,065	0,225	4,444444	15,384615	0,050431	0,000713
4	0,31	0,065	0,245	4,081633	15,384615	0,051371	0,000227

Table 1: Izmerjeni podatki



Slika 1: $b(a)$ in $b^{-1}(a^{-1})$

f je obratna vrednost neničelne komponente točke presečišča med bodisi ordinatno bodisi abscisno osjo in premico $b^{-1} = f^{-1} - a^{-1}$. Kakršno koli odčitavanje iz strojno generiranega grafa ni smiselno, saj je bila f^{-1} v osnovi uporabljena za konstruiranje premice.