O zapisu meritev

Prikazane številčne vrednosti so zaokrožene na 3 od 0 različna decimalna mesta (znanstven zapis). V izračunih se uporablja dejanska vrednost. Kjer ni drugače navedeno je vrednost podana na ± 0.5 enot na zadnjem prikazanem mestu. Primer: $s = 10.0$ m $= 10.0$ m $\pm\, 0.05$ m

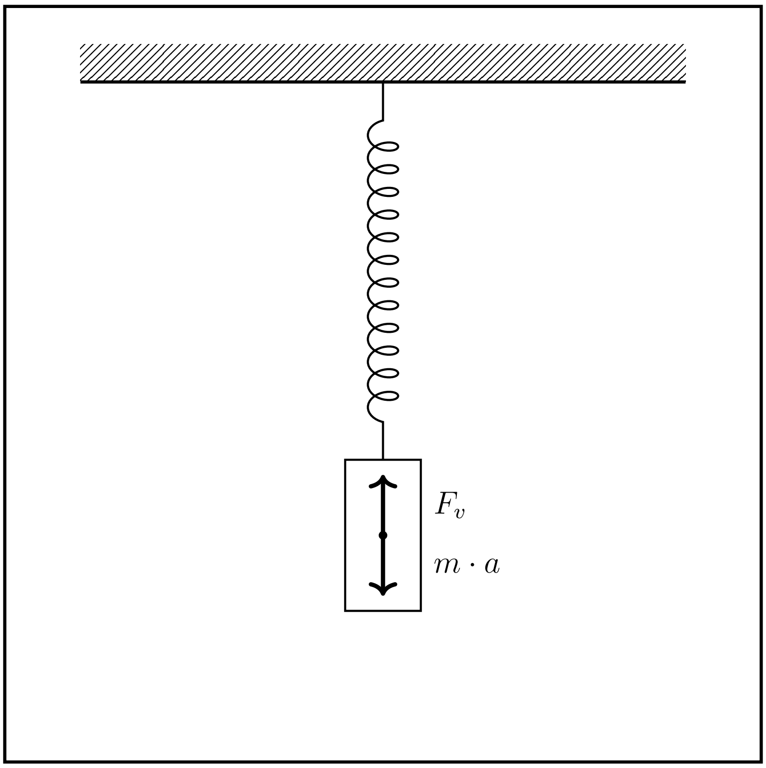
1 Lastno nihanje vzmetnega nihala

— NOT DONE

Opis vaje in teoritična podlaga

Nihanje količine x lahko zapišemo z enačbo nihanja

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0. \tag{1}$$



V našem primeru želimo preveriti sinusno nihanje vzmetnega nihala. Hookov zakon pravi, da je $F_v = -ks$, po II. Newtonovem zakonu pa lahko zapišemo

$$F_v = ma = -ks = m\frac{d^2x}{dt^2}. \tag{2}$$

Rešitev dane diferencialne enačbe je

$$x(t) = x_{max}\sin(\omega t + \varphi); \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \wedge \varphi = \arcsin(\frac{x(0)}{x_{max}}). \tag{3}$$

Uporabljeni pripomočki

Grafi, ipd.

Analiza rezultatov

2 Prosti pad

Opis vaje in teoritična podlaga

Na Zemlji vsa telesa v prostem padu pospešujejo z $a = g \approx 10\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$. Ta pospešek lahko tudi izračunamo iz splošnega gravitacijskega zakona:

$$
\begin{aligned}
F &= G\frac{mM}{r^2}; G = 6,674080,00031 \cdot 10^{-11}\frac{\mathrm{Nm}^2}{\mathrm{kg}^2} \\
am &= G\frac{mM}{r^2} \\
g &= G\frac{M_{Zemlje}}{{r_{Zemlje}}^2} \\
g &\approx 6,67408(1 \pm 4,64 \cdot 10^{-5}) \cdot 10^{-11}\frac{\mathrm{Nm}^2}{\mathrm{kg}^2} \cdot \frac{5,972168(1 \pm 8,37 \cdot 10^{-8}) \cdot 10^{24}\mathrm{kg}}{(6,3710(1 \pm 7,68 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{6}\mathrm{m})^2} \\
g &\approx 9,826(1 \pm 6,18 \cdot 10^{-5})\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \approx (9,826 \pm 0,000608)\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}
\end{aligned}
\tag{4}
$$
[1]

Vrednost pa lahko imerimo tudi eksperimentalno. S senzorjem [2] lahko izmerimo prepotovano pot (prosto) padajočega telesa iz česa pa lahko izračunamo hitrost telesa in njegov pospešek.

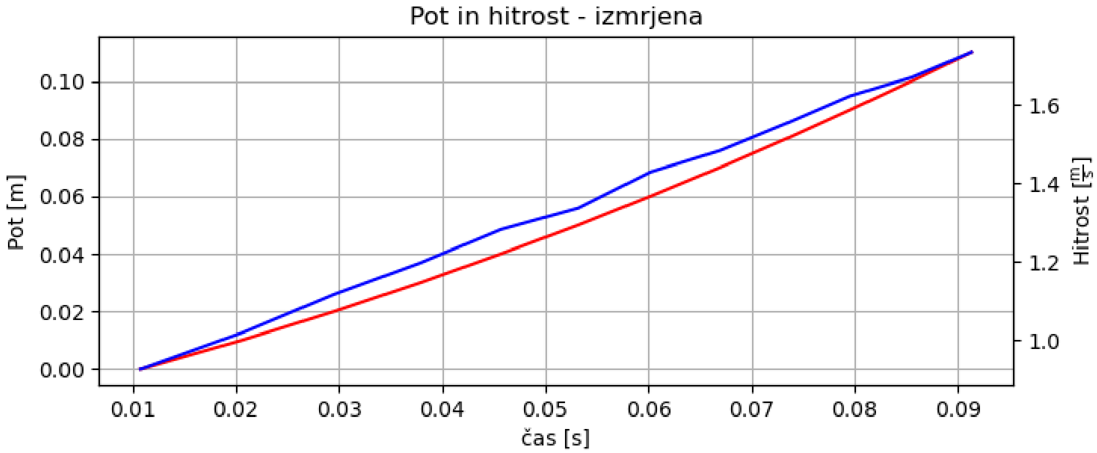
$$
\begin{aligned}
&s(t) - \text{pot v odvisnosti od časa} \\
&v(t) = \frac{ds}{dt} \\
&a(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}
\end{aligned}
\tag{5}
$$

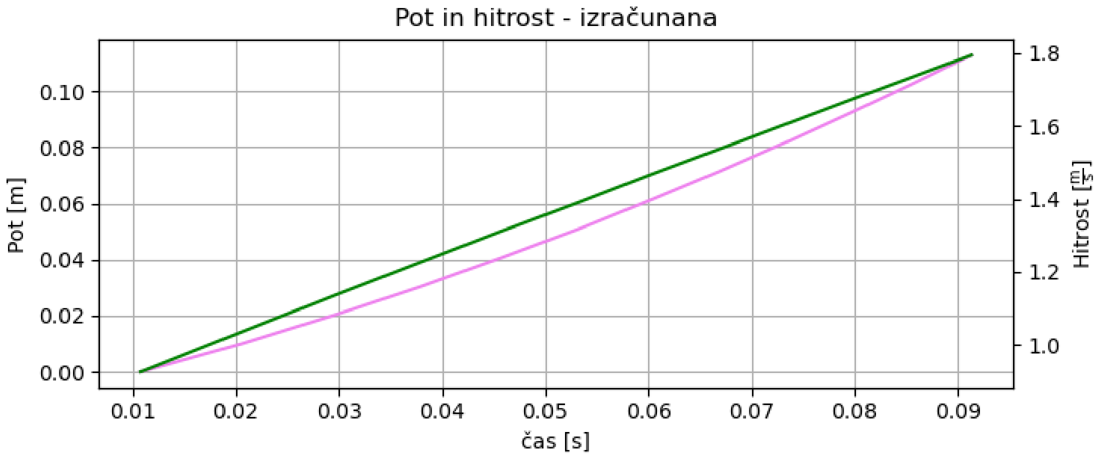
Uporabljeni pripomočki

Verinier-jev vmesnik, fotovrata, merilna letev z razmakom 1 cm med oznakami

[2] fotovrata

Grafi in izpis vrednost





t [s]	s [m]	v [$\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$]	a [$\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$]	s_i [m]	v_i [$\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$]
0,010797	0	0,9261832	9,40661859	0	0,9261832
0,020615	0,01	1,01853738	10,96116178	0,01	1,03578499
0,02957	0,02	1,11669458	9,59826534	0,02016934	1,13544882
0,037925	0,03	1,19688809	10,91835783	0,03033728	1,22635222
0,045725	0,04	1,28205128	7,25793658-	0,04058345	1,31116494
0,053208	0,05	1,33636242	13,14168756-	0,05081054	1,39034378
0,060209	0,06	1,42836738	8,13883399	0,06121448	1,46630471
0,066951	0,07	1,48323939	10,76145884	0,07148008	1,53737279
0,073392	0,08	1,55255395	11,31882147-	0,08184505	1,60581174
0,079556	0,09	1,62232317	7,96317857-	0,09218808	1,67119519
0,085544	0,1	1,67000668	11,04308426	0,10248933	1,73376677
0,091312	0,11	1,73370319	11,3041969	0,11287113	1,79455176

Povprečni izmerjen pospešek je $\overline{a} = (10,3 \pm 2,2)\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$, kar sem tudi uporabil pri izračunanih vrednostih poti in hitrosti.

Analiza rezultatov

Izmerjena vrednost je

3 Dušeno nihanje v električnem krogu

Opis vaje in teoritična podlaga

Cilj vaje je izračunati koeficient dušenja β v dušemen električnem nihajenm krogu. Začnimo z enačbo dušenega nihanja [7]

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta\frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0. \tag{6}$$

V danem nihanjem krogu lahko z II. Kirchoffovim zakonom zapišemo

$$U - L\frac{dI}{dt} - RI = 0. \tag{7}$$

Tok v vezju lahko izračunamo z

$$I = -\frac{de}{dt} = -\frac{d(CU)}{dt} = -C\frac{dU}{dt}, \tag{8}$$

ko tok vstavimo v enačbo 7 dobimo

$$\begin{aligned} U + LC\frac{d^2U}{dt^2} + RC\frac{dU}{dt} = 0 \\ LC\frac{d^2U}{dt^2} + RC\frac{dU}{dt} + U = 0, \end{aligned} \tag{9}$$

če enačbo delimo z LC pri tem pa upoštevamo $LC = \frac{1}{\omega_0^2}$ lahko zapišemo

$$\frac{d^2U}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{dU}{dt} + \omega_0^2 U = 0 \tag{10}$$

iz česar sledi, da je $x = U$ in $2\beta = \frac{R}{L}$ v enačbi dušenega nihanja. Zapišemo lahko [4]

$$U = e^{-\beta t}[A\sin(\omega t) + B\cos(\omega t)] \tag{11}$$

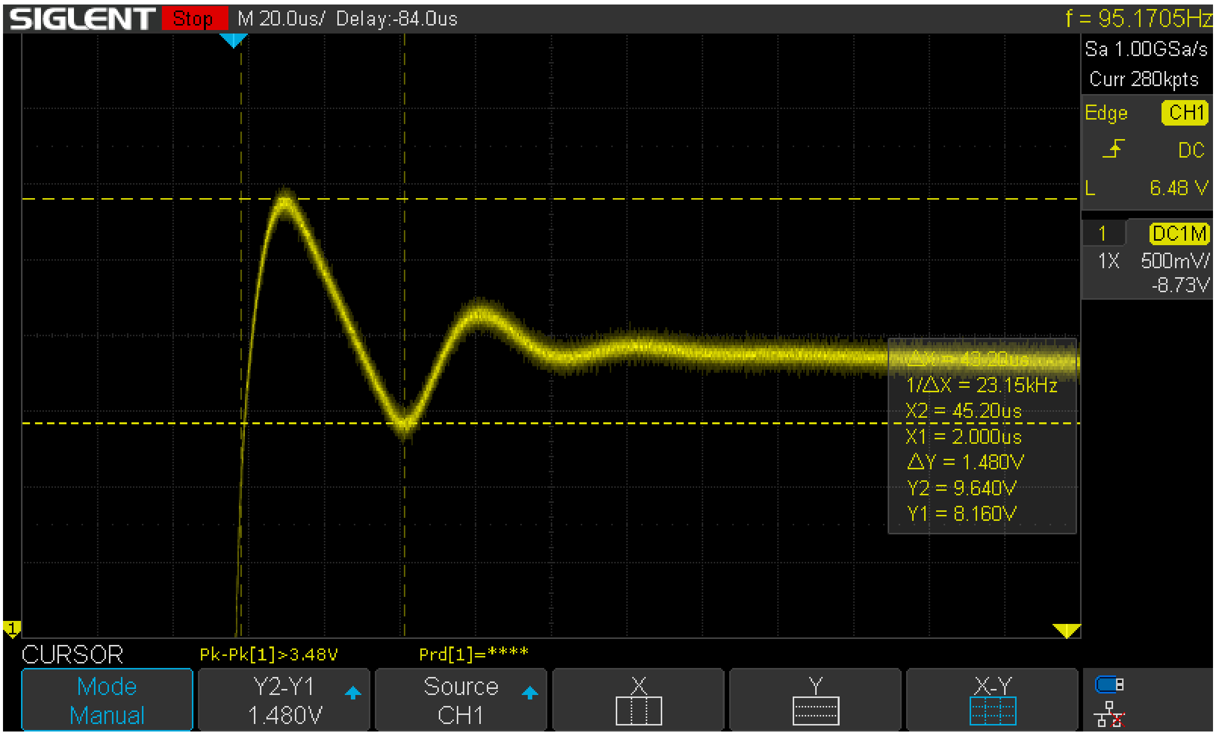
kjer je $\omega = \sqrt[2]{\omega_0^2 - \beta^2}$ in $\beta = \frac{R}{2L}$. Ker poznamo začetne pogoje $(\frac{dU}{dt})_0 = -\frac{I_0}{C}$ in $U_0 = I_0 R$ lahko zapišemo končno enačbo za napetost

$$U = U_0 \cdot e^{-\beta t}\sin(\omega t). \tag{12}$$

Uporabljeni pripomočki

Digitalni osciloskop, nihajni krog z elektrosnikim stikalom, ŠMI z žicami

Posnetek zaslona osciloskopa



Slika 1: Posnetek zaslona osciloskopa z meritvami časa pozameznega iznihaja

Analiza rezultatov

Za (maksimalno) napetost vsakega pulza lahko zapišemo enačbo

$$U_N = U_0 e^{-\beta((N-1)t_0+t_z)}, ^3 \tag{13}$$

ker govorimo o maksimalni napetosti upoštevamo, da je $sin(\omega t) = 1$. β lahko izrazimo takole

$$\begin{aligned} ln(\frac{U_1}{U_N}) &= \beta(N-1)t_0 \\ \beta &= \frac{ln(\frac{U_1}{U_N})}{(N-1)t_0}. \end{aligned} \tag{14}$$

N	U_n [V]	$(N-1)t_0$ [μ s]	β [10^3 s^{-1}]
1	9,64	0	N/A
2	8,93	51,6	1,48
3	8,71	92,8	1,09

Z aritmetično sredino izračunamo $\overline{\beta} = 1,29 \cdot 10^3$ s^{-1} $\pm 0,2 \cdot 10^3$ s^{-1}

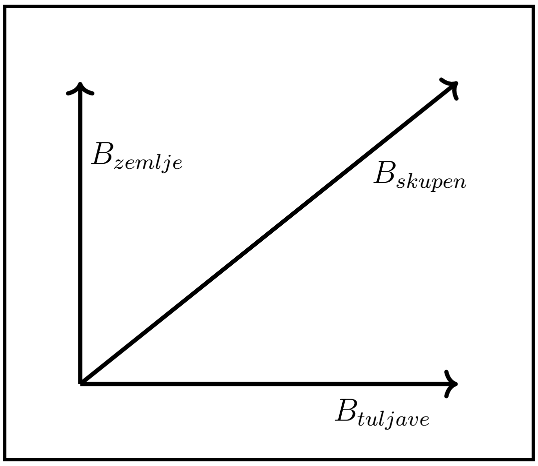
[3]Za U_1 zapišemo $U_1 = U_0 e^{-\beta t_z}$

4 Gostota zemljinega električnega polja

Opis vaje in teoritična podlaga

Zemljino magnetno polje deluje na podoben način kot magneti, ki jih poznamo iz vsakdanjega življenja, le da na veliko večjem obsegu. Ko elektroni tečejo skozi žico, ustvarijo magnetno polje okoli nje. Ta pojav je prisoten tudi na atomskem nivoju, kjer elektroni krožijo okoli atomov ustvarjajoč majhne tokove in s tem majhna magnetna polja. V nekaterih atomih, kot so atomi železa, se ta majhna magentna polja seštevajo in tvorijo močnejše magnetno polje. Ta princip je razširljiv vse do obsega Zemlje, kjer gibanje tekočega železa v zunanjem jedru, segretem s strani (vročega) notranjega jedra, ustvarja konvekcijske tokove. Ti tokovi, skupaj z učinkom Coriolisove sile, ki je posledica vrtenja Zemlje, povzročajo, da se tekoče kovinske mase vrtinčijo in ustvarjajo velikansko elektromagnetno polje, ki obdaja naš planet.

Kompas nam pokaže smer ”silnic” [4] magnetnega polja, to ”funkcijo”lahko izrabimo za izračun moči magnetnega polja Zemlje. Če s tuljavo ustvarimo magnetno polje, ki je pravokotno na zemljino lahko s kompasom določimo, kdaj sta magnetno polje Zemlje in tuljave enaka.



Slika 2: Trikotnik magnetnh polj

Ker kompas kaže (φ_k) v smer skupnega magnetnega polja ($\vec{B_{skupen}} = \vec{B_{zemlje}} + \vec{B_{tuljave}}$), lahko zapišemo

$$\tan(\varphi_k) = \frac{B_{tuljave}}{B_{zemlje}}. \tag{15}$$

Če s tuljavo ustvarimo magnetno polje, ki je po velikosti enako Zemljinemu magnetnemu polju, bo $\tan(\varphi_k) = 1 \Rightarrow \varphi_k = \arctan(1) = 45$ °.

Uporabljeni pripomočki

Dve tuljavi ($r_{sr} = 7cm$), kompas, upor ($R = 1$ kΩ), ŠMI z žicami in ampermeter

[4]Kompas se sicer usmeri v smer magnetnega polja, magnetna sila deluje pravokotno na smer magetnega polja, za lažjo razlago bom tu napačno uporabil izraz silnice, ki sicer pomeni smer delovanja sile

Tabela meritev

I [mA]	φ [°]	B_{Helm} [μT]	B_{zeml} [μT]	ΔB_{zeml} [μT]
0,00	0,00	0,00		
1,65	25,00	19,01	40,76	13,58
2,30	30,00	26,50	45,89	8,45
3,77	42,00	43,43	48,23	6,11
5,80	53,00	66,82	50,35	3,99
7,59	58,00	87,44	54,64	0,30
8,00	60,00	92,16	53,21	1,13
9,57	62,00	110,25	58,62	4,28
19,80	70,00	228,10	83,02	28,68

Tabela 1: Tabela meritev zemljinega magnetnega polja

Analiza rezultatov

Ker smo uporabili Helmholtzovo tuljavo, bomo $B_{tuljave}$ označili z B_{Helm}, ker poznamo dolžino tuljave in število ovojev, lahko izračunamo magnento polje, ki jo ustvari

$$B = \mu_0 \frac{NI}{l}. \tag{16}$$

Izračunana vrednot magnetnega polja Zemlje je $B = 54,3 \cdot 10^{-}6$ T(1 ± 0.09), kar je le 12 % več od vrednosti, ki sem jo našel na internetu [3] ($B = 48,3$ μT) [5]

[5] Vrednost za Ljubljano, 15. 11. 2023

5 Merjenje goriščne razdalje leč

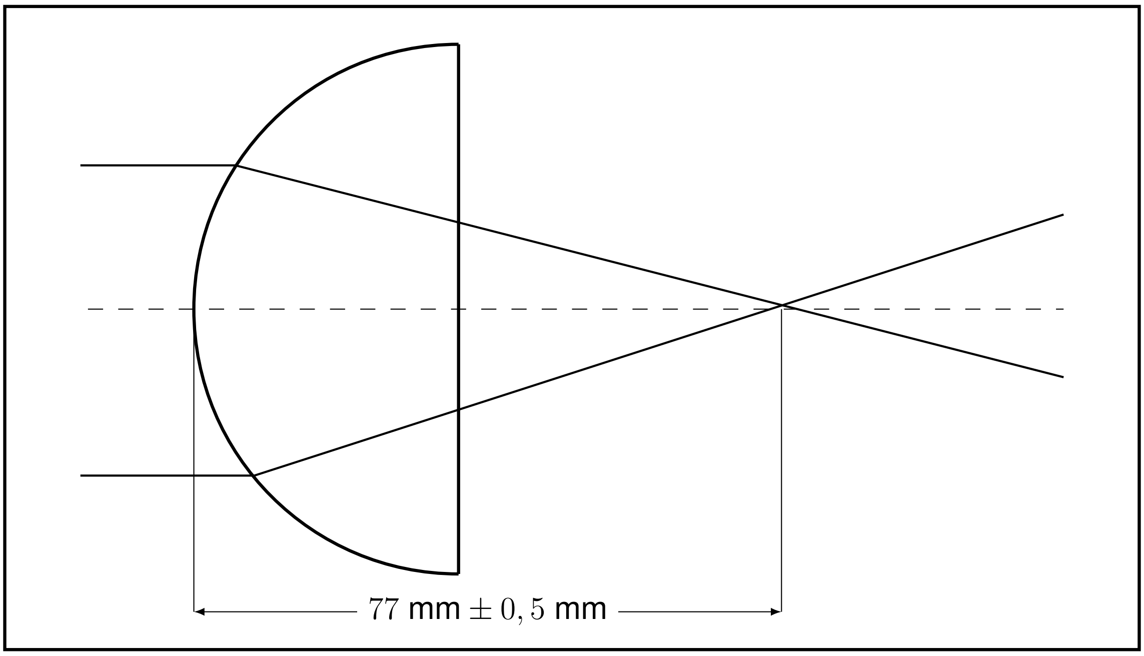
Opis vaje in teoritična podlaga

Vaja zajema merjenje goriščne razdalje konveksne (zbiralne), konkavne (razpršilne) in stavljene leče. Formula za izračun goriščne razdalje leče je $f = 2R$, kjer je f goriščna razdalja, R pa polmer leče ali zrcala. Goriščna razdalja sestavljene leče (dve zaporedni leči) se izračuna z $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 \cdot f_2}$ [6], kjer sta f_1 in f_2 goriščni razdalji sestavnih leč, d pa razdalja med njima.

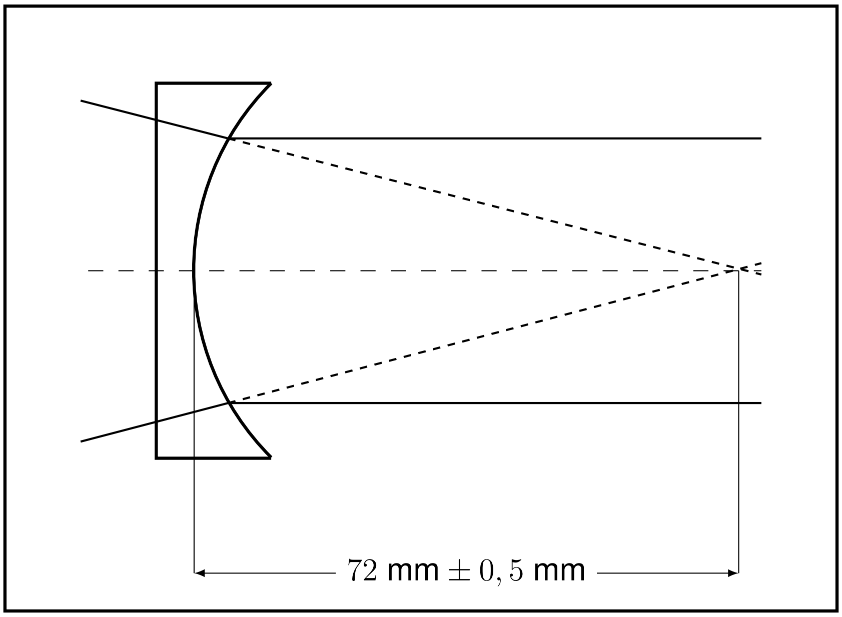
Uporabljeni pripomočki

Svetilka v ohišju z režami, ŠMI z žicami, milimeterski papir, svinčnik, geotrikotnik, konveksna in konkavna leča ($R = 35$ mm za obe leči)

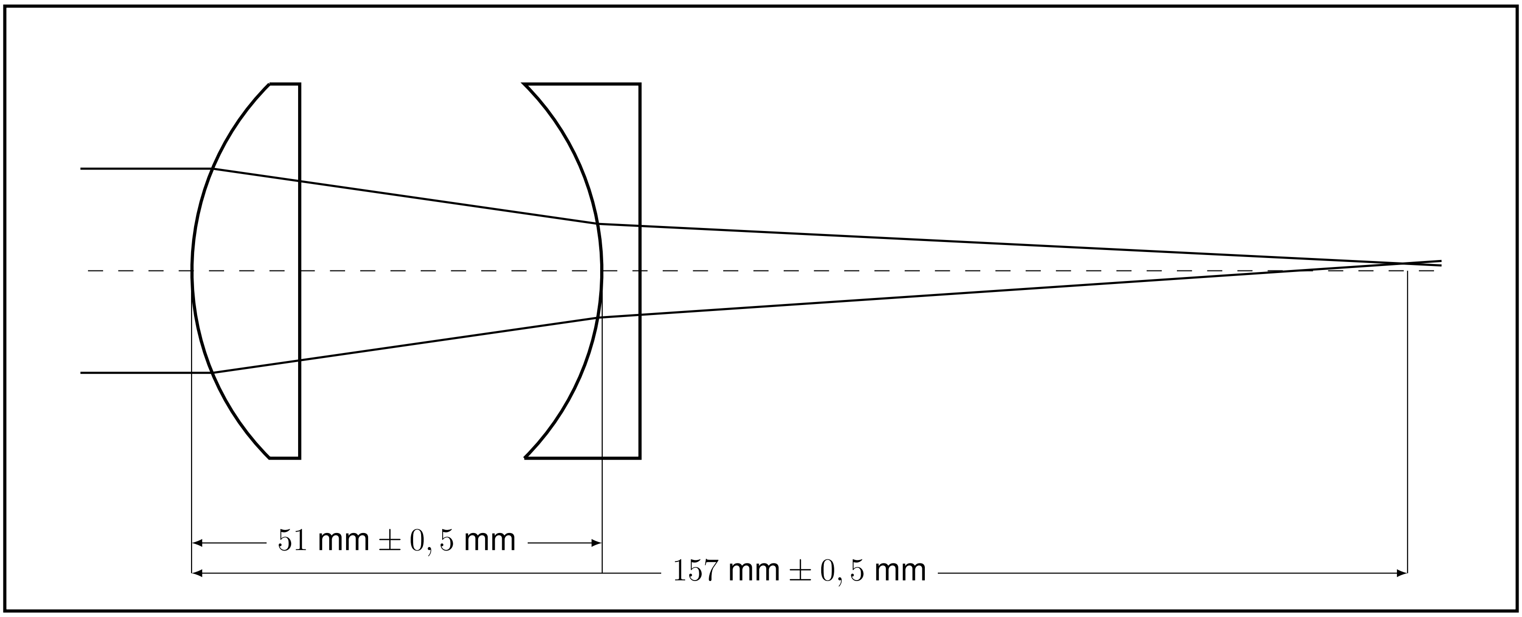
Skice



Slika 3: Zbiralna leča



Slika 4: Razpršilna leča



Slika 5: Sestavljena leča

Analiza rezultatov

Izmerjena goriščna razdalja konveksne leče je $f = 77$ mm $\pm\, 0,5$ mm, izračunana razdalja pa je

$$f = 2R = 2 \cdot 35 \text{ mm} = 70 \text{ mm} \tag{17}$$

.
Za konkavno lečo pa sem izmeril goriščno razdaljo $f = 72$ mm $\pm\, 0,5$ mm, izračunana goriščna razdalja je

$$f = -2R = -2 \cdot 35 \text{ mm} = -70 \text{ mm} \tag{18}$$

.
Pri sestavljeni lečo sem izmeril goriščno razdaljo $f = 157$ mm $\pm\, 0,5$ mm, izračunal pa sem

$$\begin{aligned}
&\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 \cdot f_2} \\
&f = (\frac{1}{-70\text{ mm}} + \frac{1}{70\text{ mm}} - \frac{51\text{ mm}}{-70\text{ mm} \cdot 70\text{ mm}})^{-1} \\
&f = 102\text{ mm}
\end{aligned} \tag{19}$$

če za izračun uporabimo izmerjene vrednosti dobimo, da je goriščna razdalja $f = 120$ mm. Kljub vsemu osnovne formule za izračun goriščne razdalje sestavljene leče sam ne morem potrditi.

6 Plinski emisijski spektri

Opis vaje in teoritična podlaga

Elektroni lahko prehajajo med večimi energijskimi nivoji. Zaradi potrebe po ohranitvi energije, se pri prehajanu iz višjega eregijskega nivoji na nižji nivo sprosti preostanek energije v obliki fotona. Valovna dolžina je odvisna od energije fotona po enačbi $f = \frac{E_f}{h}$.

Uporabljeni pripomočki

Spektralne cevi različnih plinov v ohišju z napetostnim virom, uklonska mrežica s 300 črtami/mm

Grafi, ipd.

Analiza rezultatov

7 Viri in literatura

[1] CGPGrey. *The Simple Secret of Runway Digits,* (7. avg. 2022), spletni naslov: https://www.youtube.com/watch?v=qD6bPNZRRbQ (dostopano: 24. 2. 2024).

[2] B. Murovec. *Napotki za piseanje diplomskih nalog in drugih tehničnih besedil,* (2014), spletni naslov: http://lie.fe.uni-lj.si/Napotki_TehnicnaBesedila.pdf (dostopano: 29. 10. 2022).

[3] NOAA. *Magnetic Field Calculators,* (2024), spletni naslov: https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/calculators/magcalc.shtml#igrfwmm (dostopano: 24. 2. 2024).

[4] R. Snoj, *FIZIKA - Eksperimentalne maturitene vaje djakov G4A, G4B,* Ljubljana: Vegova Ljubljana, 2023.

[5] sodelavci Wikipedia-je. *Earth,* (2024), spletni naslov: https://en.wikipedia.org/wiki/Earth (dostopano: 26. 3. 2024).

[6] sodelavci Wikipedia-je. *Leča (optika) - Sestavljene leče,* (2024), spletni naslov: https://sl.wikipedia.org/wiki/Le%C4%8Da_(optika)#Sestavljene_le%C4%8De (dostopano: 17. 2. 2024).

[7] sodelavci Wikipedia-je. *Nihanje,* (2024), spletni naslov: https://sl.wikipedia.org/wiki/Nihanje (dostopano: 18. 2. 2024).

Izjava o avtorstvu

Izjavljam, da je seminarska naloga v celoti moje avtorsko delo, ki sem ga izdelal samostojno s pomočjo navedene literature in pod vodstvom mentorja.

26. marec 2024

Jaka Kovač