

SREDNJA ELEKTRO-RAČUNLNIŠKA ŠOLA  
MARIBOR

# MATURITETNE VAJE IZ FIZIKE

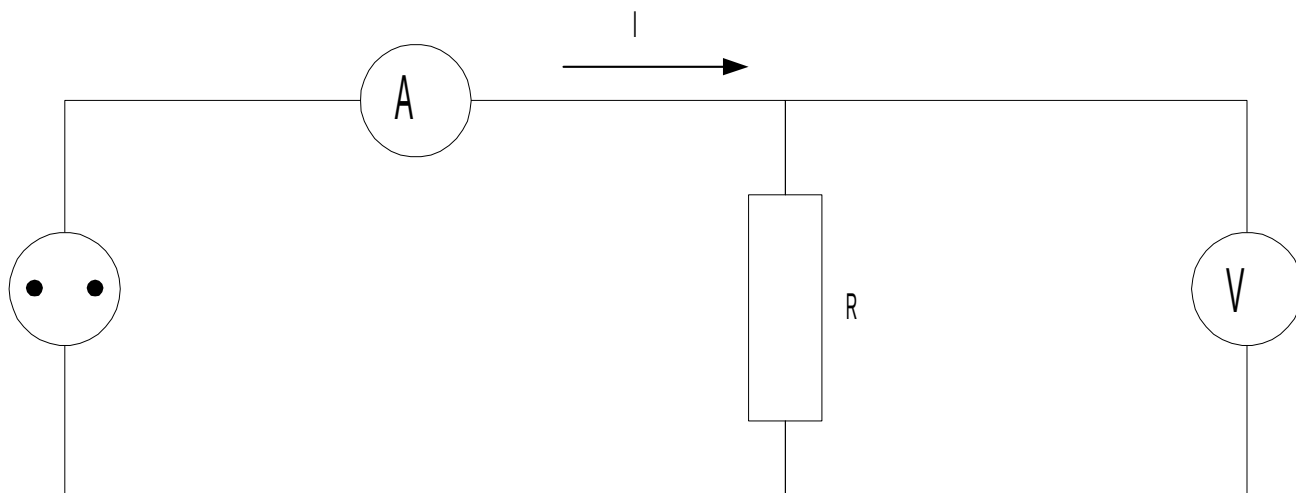
**KAZALO:**

1. Ohmov zakon	3
2. Lomni količnik	6
3. Težni pospešek	9
4. Ravnovesje na klancu	11
5. Merjenje dolžine žice v svitku	14
6. Kapacitivnost kondenzatorja	16
7. Zmesna temperatura	19
8. Sončna celica	21
9. Hookov zakon	24
10. Interferenca svetlobe	26
11. Meritev spektra z uklonsko mrežico	29
12. Vzporedna vezava upornikov – Zaporedna vezava upornikov	31
13. Magnetno polje paličastega magneta	35
14. Trenje na ravni podlagi – Določanje koeficienta lepenja s klancem	38
15. Specifična toplota	42
16. Umerjanje prožne vzmeti	44
17. Izparilna toplota	46
18. Karakteristika žarnice	48
19. Stoječe valovanje vrvi	51
20. Karakteristika diode	53

## 1. Ohmov zakon:

### 1.a Naloga:

Preveri zvezo med napetostjo, tokom in uporom električnega vodnika.



### 1.b Navodilo:

Ohmov zakon pomeni osnovno enačbo elektrike. Omogoča nam določiti eno izmed treh količin (I, U, R), če poznamo dve. Odvisnost treh količin je dano z enačbo:

$$U=IR$$

Če izmerimo tok v amperih, napetost v voltih, dobimo upornost v ohmih.

### 1.c Pripomočki:

- enosmerni generator
- različna upornika
- ampermeter
- voltmeter
- stikalo
- žice

### 1.d Potek vaje:

- a.) Sestavi električni krog po zgornji shemi. Naravnaj ampermeter in voltmeter na primeren obseg. V obtok vključi upornik. Odčitaj napetost in tok.
- b.) Spreminjaj napetost na generatorju in vsakokrat odčitaj napetost in tok.
- c.) Ponovi vse meritve za drugi, tretji in četrti upornik tako kot pri prvem.
- d.) Izračunaj upor vseh upornikov iz odčitane napetosti in toka.
- e.) Določi povprečno vrednost upora R1, R2, R3 in R4
- f.) Nariši graf U(I) za vse upornike.

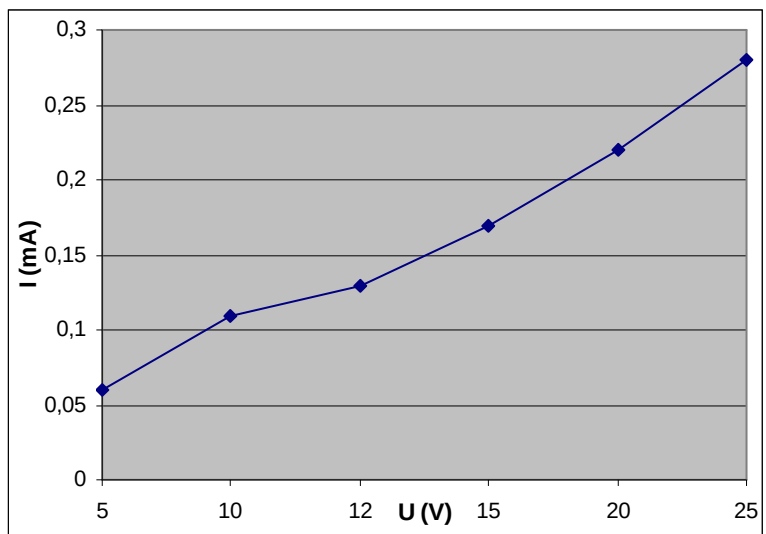
### 1.e Izračun:

$$R = \frac{5 \text{ V}}{0,06 \text{ A}} = 83,33 \text{ k}\Omega$$

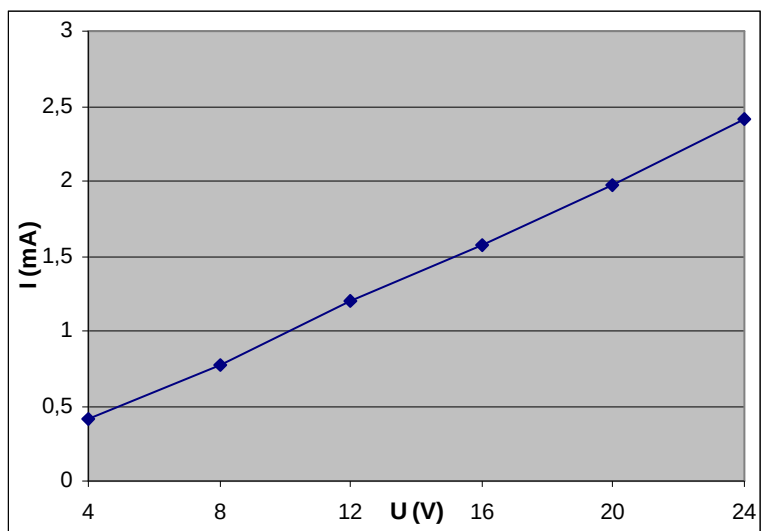
$$R = \frac{U}{I}$$

### 1.f Rezultati meritev:

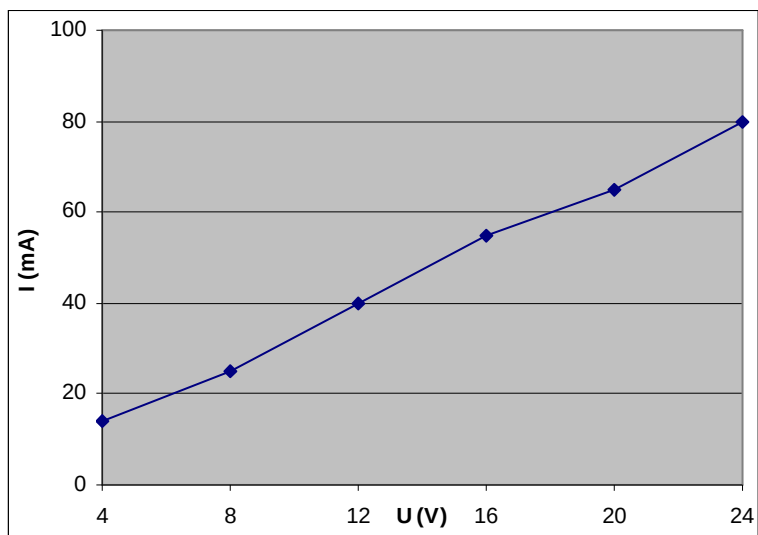
1.Upornik št.meritve:	Meritev:		Izračun: R (kΩ)
	U (V)	I (mA)	
1	5	0,06	83,33
2	10	0,11	90,91
3	12	0,13	92,31
4	15	0,17	88,24
5	20	0,22	90,91
6	25	0,28	89,29
Povprečna vrednost R1= 89,16			



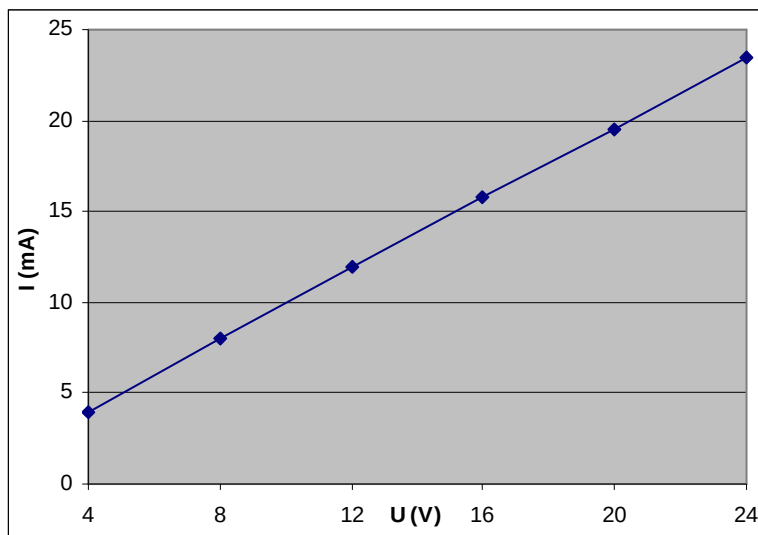
2.Upornik št.meritve:	Meritev:		Izračun: R (kΩ)
	U (V)	I (mA)	
1	4	0,42	9,52
2	8	0,78	10,26
3	12	1,2	10,00
4	16	1,57	10,19
5	20	1,98	10,10
6	24	2,41	9,96
Povprečna vrednost R2= 10,01			



3.Upornik	Meritev:		Izračun:
št.meritve:	U (V)	I (mA)	R ( $\Omega$ )
1	4	14	286
2	8	25	320
3	12	40	300
4	16	55	291
5	20	65	308
6	24	80	300
Povprečna vrednost R3= 301			



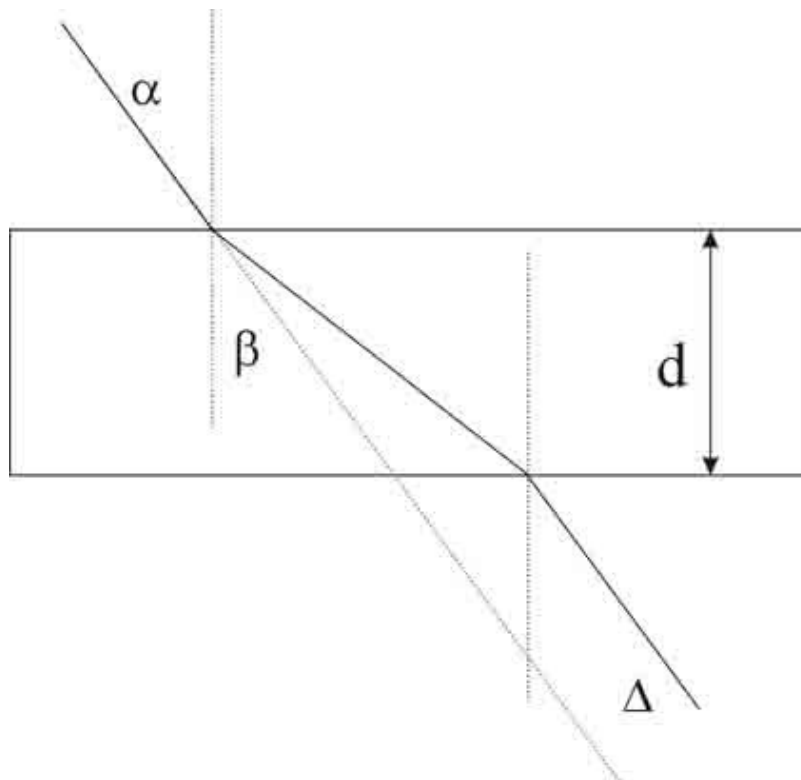
4.Upornik	Meritev:		Izračun:
št.meritve:	U (V)	I (mA)	R (k $\Omega$ )
1	4	4	1,00
2	8	8	1,00
3	12	11,9	1,01
4	16	15,8	1,01
5	20	19,5	1,03
6	24	23,5	1,02
Povprečna vrednost R4= 1,01			



### 1.g Komentar:

Iz grafov opazimo, da je uporovna U/I karakteristika premica. Ampak na teh grafih ta premica ni čisto ravna, to pa zato, ker imajo instrumenti, generator in žice tudi upornosti. Poleg tega smo uporabljali instrumente z analognim prikazom meritve, pri tem pride tudi do napake pri odčitavanju vrednosti iz instrumenta.

## 2. Lomni količnik:



## 2.a Naloga:

Ugotavljanje lomnega količnika snovi po lomu žarkov na planparalelnih stranicah prozornega kvadra in merjenje mejnega kota popolnega odboja.

## 2.b Pojasnilo:

Pri prehodu svetlobe iz ene snovi v drugo se svetlobni žarki lomijo. Lomni kot je lahko večji ali manjši od vpadnega kota, kar je odvisno od razmerja hitrosti svetlobe na obeh straneh meje med sredstvom.

Če spreminjamo vpadni kot, se spreminja tudi lomni kot: razmerje sinusa vpadnega in lomnega kota pa ostaja enako. To razmerje imenujemo lomni količnik ( $n$ ). Lomni količnik za zrak je približno 1.

## 2.c Pripomočki:

- prozoren kvader in trikotnik
- cilindrični polkrožni element
- svetilo
- usmernik
- kotometrični krog

## 2.d Potek vaje:

a.) Na papir položimo kvader in narišemo njegov obris. Žarek svetlobe usmerimo poševno na stranico kvadra. S svinčnikom zaznamujemo po sredi žarka več točk, tako da lahko zarišemo smer žarka pred vstopom v kvader in po izstopu. Povežemo točki vstopa in izstopa, da dobimo pot žarka skozi kvader. Postopek ponovimo še pri dveh drugih naklonih vstopajočega žarka.

Vstopni in izstopni žarek sta vzporedno premaknjena. Narišemo vpadne pravokotnice in izmerimo vpadne in lomne količnike. Po enačbi

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

izračunamo lomni količnik, iz vseh meritev pa še njegovo povprečno vrednost.

## 2.e Izračun:

$$n_1 = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{0,857}{0,581} = 1,476$$

## 2.f Rezultati meritev:

	$\alpha$ (°)	$\sin \alpha$	$\beta$ (°)	$\sin \beta$	$n_1$
1	59	0,857	35,5	0,581	1,476
2	30	0,500	21,5	0,367	1,364
3	9,5	0,165	8,5	0,148	1,117
Povprečna vrednost $n_1$					1,319

b.) Za paralelni premik žarka pri prehodu skozi planparalelno ploščo velja enačba:

$$\Delta = d \sin \alpha \left( 1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n_2^2 - \sin^2 \alpha}} \right)$$

pri kateri je  $d$  debelina plošče,  $\alpha$  pa vpadni kot. Izmerimo potrebne količine. Iz zgornje enačbe izrazimo lomni količnik  $n_2$  in ga primerjamo z vrednostjo, ki smo jo izračunali z lomnim zakonom pri prejšnji nalogi.

$$n_2 = \sin \alpha \sqrt{1 + \frac{d^2 \cos^2 \alpha}{(d \sin \alpha - \Delta)^2}}$$

## 2.g Izračun po drugem postopku:

$$n_2 = \sin \alpha \sqrt{1 + \frac{d^2 \cos^2 \alpha}{(d \sin \alpha - \dot{i})^2}} \quad n_2 = 0,857 \sqrt{1 + \frac{(0,035 \text{ m})^2 \cdot 0,515^2}{(0,035 \text{ m} \cdot 0,857 - 0,018)^2}} = 1,546$$

## 2.h Rezultati meritev po drugem postopku:

	d (m)	$\alpha$ (°)	sin $\alpha$	cos $\alpha$	$\Delta$ (m)	$n_2$
1	0,035	59,0	0,857	0,515	0,018	1,546
2	0,035	30,0	0,500	0,866	0,008	1,671
3	0,035	9,5	0,165	0,986	0,0025	1,746

## 2.e Komentar:

Rezultati se ne ujemajo po pričakovanju. Najbrž zaradi netočnega merjenja kotov in premika žarka. Po podatkih se vidi, da so napake manjše tam, kjer je bil kot in premik velik, ker je tam prišlo do manjših napak pri merjenju.

## 3. Težni pospešek:

### 3.a Naloga:



Določi z nitnim nihalom težni pospešek  $g$ .

### 3.b Pojasnilo:

Nitno nihalo je sestavljeno iz zelo tanke niti, ki je pritrjena na stojalu. Na drugem koncu niti je obešena kroglica. Nihajni čas nitnega nihala je za majhne amplitude enak:

$$t_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

kjer je  $t_0$  nihajni čas,  $l$  dolžina nihala in  $g$  težni pospešek. Iz zgornje enačbe dobimo pospešek:

$$g = \frac{4\pi^2}{t_0^2} l$$

ta je za naše kraje  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

### 3.c Pripomočki:

- Nihalo
- Merilna ura
- Merilo

### 3.d Potek vaje:

- Izmeri dolžino  $l$  nihala od obesišča do težišča kroglice.
- Zanihaj nihalo tako, da amplitude ne bodo večje od  $5^\circ$ . Izmeri čas nihanja 10 nihajev, v tabelo pa vpiši čas nihanja enega nihaja  $t_0$ .
- Ponovi meritev še dvakrat z nespremenjeno dolžino.
- Določi povprečno vrednost nihajnega časa  $t_0$  za vsako dolžino posebej.
- Izračunaj pospešek  $g$  za vsako dolžino posebej.
- Določi relativno napako.
- Zapiši rezultat z upoštevanjem relativne napake.

### 3.e Izračun:

$$t_{0 \text{ pov.}} = \frac{(3,18 + 3,19)}{2} = 3,185$$

$$g = \frac{4\pi^2}{t_0^2} \cdot l = \frac{4 \cdot 3,14^2}{3,185^2} \cdot 2,45 \text{ m} = 9,535 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\Delta g = |g_{zem.} - g| = \left| 9,81 \frac{m}{s^2} - 9,53 \frac{m}{s^2} \right| = 0,27 \frac{m}{s^2}$$

### 3.f Rezultati meritev:

St.meritve:	l (m)	t <sub>0</sub> (s)	t <sub>0</sub> (s)	g (m/s <sup>2</sup> )	Δg (m/s <sup>2</sup> )	Δg/g (%)
1	2,45	3,18	3,185	9,535	0,275	2,89%
		3,19				
2	2,42	3,15	3,14	9,690	0,120	1,24%
		3,13				
3	2,31	3,05	3,055	9,771	0,039	0,40%
		3,06				
4	2,2	2,94	2,95	9,980	0,170	1,71%
		2,96				
5	2,19	2,92	2,927	10,092	0,282	2,79%
		2,93				

Rezultat:  $g = 9,813 \pm 2,79\% \text{ m/s}^2$

### 3.g Komentar:

Do odstopanj je prišlo zaradi netočno izmerjenega nihajnega časa  $t_0$ . Kljub temu je dokazano, da je v naših krajih težni pospešek res približno  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

## 4. Ravnovesje na klancu:

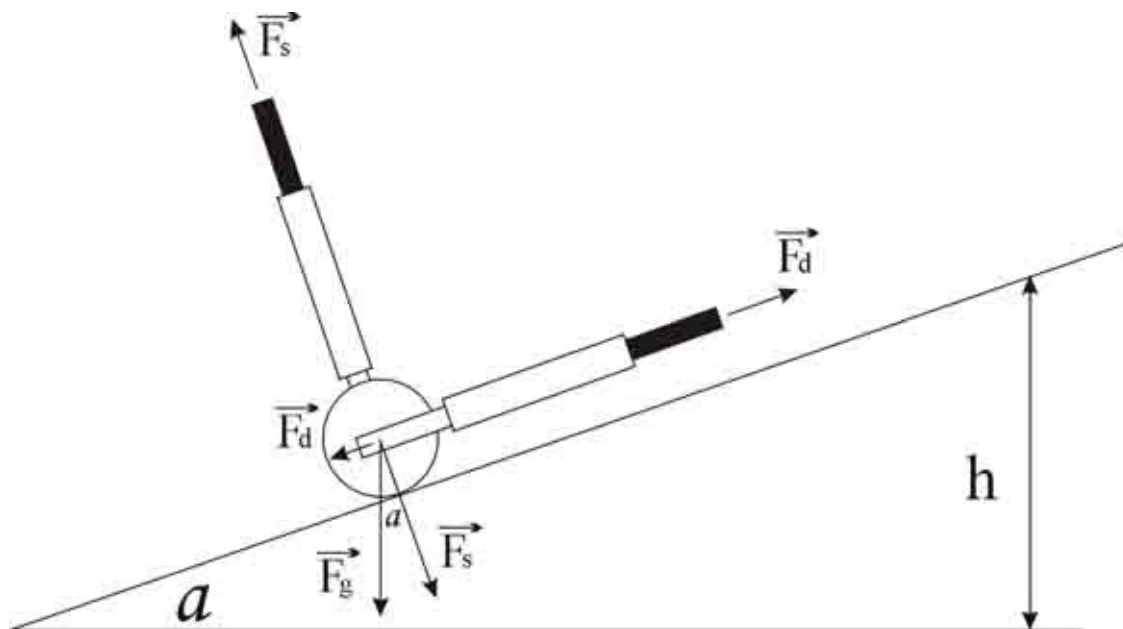
### 4.a Naloga:

Razstavimo težo telesa na klancu na statično in dinamično komponento. Velikost obeh komponent izmeri, nato pa še izračunaj.

### 4.b Pripomočki:

- klanec

- valj
- dva dinamometra
- merilo



#### 4.c Navodila:

Na klanecu razstavimo težo telesa na dve med seboj pravokotni komponenti. Statična komponenta  $F_s$  je pravokotna na klanec in pritiska na podlago, dinamična komponenta  $F_d$  pa je vzporedna s klanecem in kaže po klanecu navzdol (glej sliko). Velikost komponent je odvisna od naklonskega kota klanca.

Komponenti izmerimo tako, da telo uravnovesimo z dvema dinamometroma, ki ju obesimo tako, kot kaže slika. Paziti moramo, da se telo klanca kolikor mogoče narahlo dotika. Silomer, ki je pravokoten na klanec, uravnoveša statično, silomer, ki je vzporeden s klanecem, pa dinamično komponento.

Obe komponenti lahko izračunamo, če poznamo dolžino in višino ali naklonski kot klanca. Ker sta naklonski kot in kot med statično komponento in težo velja:

$$\sin \alpha = \frac{F_s}{F_g} \quad \text{ali} \quad F_d = \frac{h}{l} F_g$$

$$\cos \alpha = \frac{F_d}{F_g} \quad \text{ali} \quad F_s = \frac{b}{l} F_g$$

#### 4.d Potek vaje:

- Določi težo valja  $F_g$
- Izmeri višino  $h$  in dolžino  $l$  klanca. Podatke vneseš v tabelo.
- Obesi valj na dinamometer tako, da vlečeš z enim dinamometrom v smeri klanca navzgor, z drugim pa pravokotno od klanca v stran. Valj se klanca kolikor mogoče rahlo dotika. Preberi na dinamometrih vrednost obeh komponent.
- Ponovi še trikrat meritve pri različnih višinah  $h$  klanca.
- Vsako meritev naredi trikrat in vneseš vrednost v tabelo.
- Izračunaj srednjo vrednost statične komponente  $F_s$  in dinamične komponente  $F_d$  pri različnih višinah klanca.
- Izračunaj po Pitagorovem izreku projekcijo  $b$  dolžine klanca na horizontalno ravnino.

- h.) Izračunaj obe komponenti (označi ju s  $F_{s1}$  in  $F_{d1}$ ) še po zgornjih obrazcih  
 i.) Določi absolutni napaki in relativni napaki po obrazcih:

$$\Delta F_s = F_{s1} - F_s \quad \Delta F_d = F_{d1} - F_d$$

Relativna  $\frac{\Delta F_s}{F_{s1}}$  napaka:  $\frac{\Delta F_d}{F_{d1}}$  in

#### 4.e Izračun:

Teža valja:  $F_g = 4,7 \text{ N}$

$$\alpha = \arcsin \frac{h}{l} = \arcsin \frac{0,4 \text{ m}}{0,8 \text{ m}} = 30^\circ$$

$$b = \sqrt{(l^2 - h^2)} = \sqrt{(0,8 \text{ m})^2 - (0,4 \text{ m})^2} = 0,69 \text{ m}$$

$$F_{d1} = F_g \cdot \frac{h}{l} = 4,7 \text{ N} \cdot \frac{0,4}{0,8} = 2,35 \text{ N}$$

$$F_{s1} = F_g \cdot \frac{b}{l} = 4,7 \text{ N} \cdot \frac{0,69}{0,8} = 4,07 \text{ N}$$

$$F_{d2} = F_g \cdot \sin \alpha = 4,7 \text{ N} \cdot \sin 30^\circ = 2,35 \text{ N}$$

$$F_{s2} = F_g \cdot \cos \alpha = 4,7 \text{ N} \cdot \cos 30^\circ = 4,07 \text{ N}$$

$$\Delta F_d = |F_{d1} - F_{d2}| = |2,35 \text{ N} - 2,4 \text{ N}| = 0,05 \text{ N}$$

$$\Delta F_s = |F_{s1} - F_{s2}| = |4,07 \text{ N} - 4,0 \text{ N}| = 0,07 \text{ N}$$

$$\frac{\Delta F_d}{F_{d1}} = \frac{0,05 \text{ N}}{2,35 \text{ N}} = 0,021$$

$$\frac{\Delta F_s}{F_{s1}} = \frac{0,07 \text{ N}}{4,07 \text{ N}} = 0,017$$

#### 4.f Rezultati meritev:

št. meritve	$\alpha$	h (m)	l (m)	$F_d$ (N)	$F_s$ (N)	b (m)	$\Delta F_d$ (N)	$\Delta F_s$ (N)	$\Delta F_d/F_d$	$\Delta F_s/F_s$
1	30	0,40	0,8	2,4	4,0	0,69	0,050	0,070	0,021	0,017

2	29	0,39	0,8	2,3	4,2	0,70	0,009	0,096	0,004	0,023
3	27	0,37	0,8	2,2	4,4	0,71	0,026	0,233	0,012	0,056
4	24	0,33	0,8	2,1	4,5	0,73	0,161	0,218	0,083	0,051
5	20	0,29	0,8	1,8	4,5	0,75	0,096	0,120	0,056	0,027
Povpečna vrednost:				2,16	4,3					

#### 4.g Izračuni:

Izračun:	$\alpha$	$F_{d2}$ (N)	$F_{d1}$ (N)	$F_{s2}$ (N)	$F_{s1}$ (N)	$F_g$ (N)
1	30	2,35	2,35	4,07	4,07	4,7
2	29	2,28	2,29	4,11	4,10	4,7
3	27	2,13	2,17	4,19	4,17	4,7
4	24	1,91	1,94	4,29	4,28	4,7
5	20	1,61	1,70	4,42	4,38	4,7

#### 4.g Komentar:

Pri merjenju sem imel težave z merjenjem dinamične komponente, ker je na oko zelo težko določiti pravokotnico na klanec. Kljub temu so rezultati dokaj dobri.

## 5. Merjenje dolžine žice v svitku:

### 5.a Naloga:

Določi dolžino žice v svitku, ne da bi svitek razvil.

### 5.b Pripomočki:

- bakrena žica v svitku
- tehtnica
- kljunasto merilo ali mikrometrski vijak

- meter
- fizikalni priročnik

### 5.c Navodila:

Najprej svitek stehtaj. Ne pozabi oceniti napake. V tabelah najdeš gostoto bakra tako da lahko izračunaš prostornino žice. Izmeri še debelino žice. Meri na več različnih mestih, ker je

$$m = \rho V = \pi \rho \frac{d^2}{4} l$$

izračunaš dolžino kot:

$$l = \frac{4m}{\pi \rho d^2}$$

Pri rezultatu ne pozabi oceniti napake. Nazadnje lahko razviješ svitek. Izmeri dolžino razvite žice z metrom in primerjaj svoj rezultat z izmerkom.

### 5.d Vprašanja:

a.) Kako natančno se izmerjena dolžina ujema z rezultatom?

**Prava dolžina se z rezultatom ne ujema lepo. Absolutna napaka je pri 3m dolgi žici 20cm.**

b.) Kaj je vzrok neujemanja?

**Rezultati se ne ujemajo zato ker žica ni na vseh koncih enako debela. Tudi merilniki debeline žice in mase imajo svojo toleranco odstopanja.**

### 5.e Izračun:

$$l = \frac{4m}{\pi \rho d^2} = \frac{0,0130 \text{ kg} \cdot 4}{\pi \cdot 8900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (0,8 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2} = 2,91 \text{ m}$$

$$\Delta l = |l_{izr} - l_{izm}| = |2,91 \text{ m} - 3,1 \text{ m}| = 0,194 \text{ m}$$

## 5.f Rezultati meritev:

Računano: Izmerjeno:

Št.meritev	m (kg)	l (m)	l (m)	d (mm)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\Delta$ (m)
1	0,0130	2,91	3,10	0,80	8900	0,194
2	0,0794	34,96	-	0,57	8900	-
3	0,0460	8,12	8,15	0,90	8900	0,026

## 5.g Komentar:

Pri izračunu je prišlo do precejšnih napak, ker je težko izmeriti natančno debelino žice, pa še na vseh koncih ni enako debela. Pri debelejši žici je prišlo do manjšega odstopanja.

# 6. Merjenje naboja in kapacitivnosti kondenzatorja:

## 6.a Naloga:

Z merilnikom naboja izmeri kapaciteto kondenzatorja in določi električno konstanto snovi med ploščama.

## 6.b Pojasnilo:

Merilnik naboja vsebuje kondenzator  $C_m=1\mu F$ , na prikazu pa vidiš napetost na tem kondenzatorju  $U_m$  v mV, oz. Naboj  $e_m$  v nAs, saj sta napetost in naboj na kondenzatorju povezana z enačbo  $e_m(nAs)=C_m U_m=1\mu F U_m (mV)$

Kondenzator, ki mu merimo kapaciteto s pomočjo rdečega vodnika nabijemo, ko se dotaknemo sponke vira napetosti, nato se z istim vodnikom dotaknemo merilnika naboja (glej sliko). V trenutku dotika sta kondenzator  $C$  in  $C_m (1\mu F)$  vezana vzporedno, napetost na kondenzatorju se zmanjša z  $U$  na  $U_m$ , del naboja ostane na kondenzatorju ( $C U_m$ ), večina pa se pretoči v merilnik naboja ( $e_m=C_m U_m$ .) Ker velja enačba o ohranitvi naboja, zapišemo  $e=C U=C U_m+C_m U_m$

Izrazimo neznano kapaciteto:

$$C = \frac{C_m U_m}{U - U_m} = \frac{e_m}{U - U_m} \approx \frac{e_m}{U}, C \ll \ll 1 mF$$

$e_m(nAs)$  in  $U_m (mV)$  sta številsko enaka odčitku na prikazu merilnika naboja,  $U$  je napetost vira, ki jo izmerimo z voltmetrom. Približna enakost na desni strani enačbe velja, če je merjeni kondenzator  $C$  mnogo manjši od  $1\mu F$ , ker je potem tudi  $U_m$  mnogo manjša od  $U$ .

Dielektrično konstanto snovi  $\epsilon$ , ki je med ploščama kondenzatorja, izračunamo s pomočjo enačbe:

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \Rightarrow \epsilon = \frac{C d}{\epsilon_0 S}$$

kjer je  $d$  razdalja med ploščama,  $S$  ploščina plošč,  $C$  kapacitivnost,  $\epsilon_0$  pa influenčna konstanta ( $8,85 \cdot 10^{-12} As/Vm$ )

Kapaciteto  $C$  smo določili z meritvijo, razmik med ploščama  $d$  in ploščo  $S$  pa izmeriš s trikotnikom, premičnim merilom oziroma mikrometrskim vijakom.

## 6.c Pripomočki:

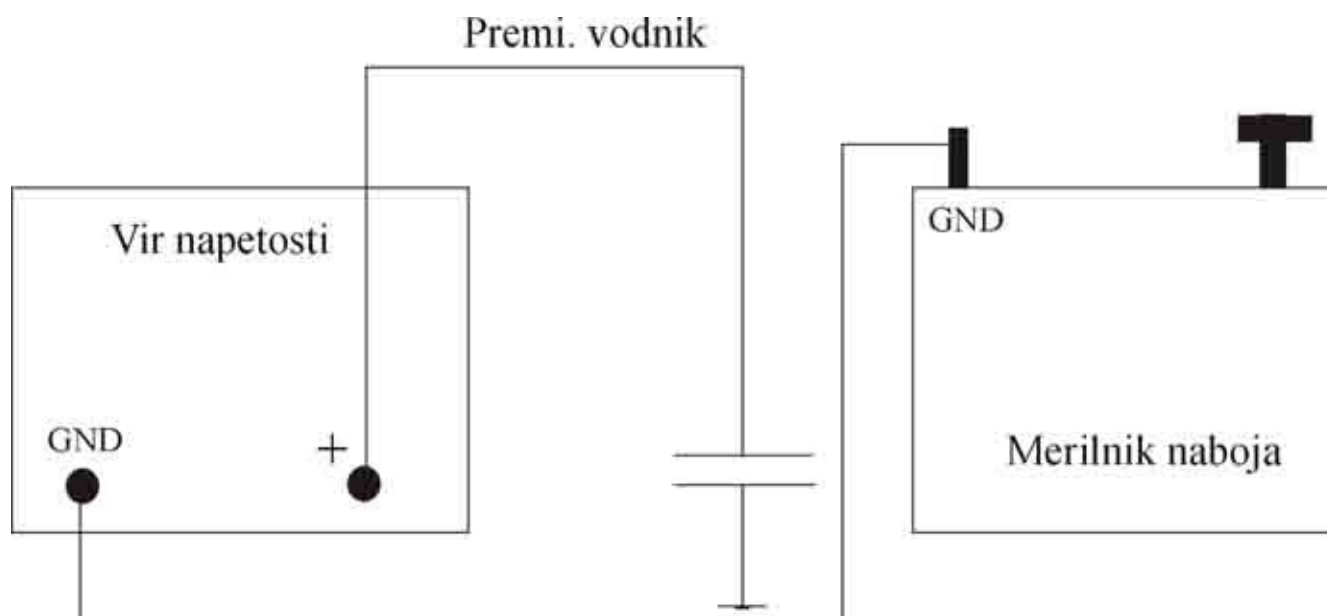
- vir enosmerne napetosti,
- voltmeter
- merilnik naboja
- komplet merjenih kondenzatorjev (perrinaks plošča, piezzo keramika:  $S=2,84 \text{ cm}(2)$ ,  $d=0,25 \text{ mm}+0,05 \text{ mm}$ , vrtljivi zračni kondenzator).

## 6.d Potek vaje:

Poveži negativne priključke vira napetosti, merilnika naboja in kondenzatorjev s črnimi žicami. Rdeč premični vodnik privij v sponko izbranega kondenzatorja. S prostim koncem premičnega vodnika se dotakneš najprej rdeče puše vira napetosti  $U$  (nabiješ kondenzator z nabojem  $e=C U$ ), nato pa še rdeče puše merilnika naboja ( v merilnik preneseš naboj  $e_m$ . Če je odčitani naboj nekaj nAs, lahko natančnost merjenja naboja povečaš tako, da postopek ponoviš  $N$ -krat, dokler naboj na prikazu merilnika ( $=N e_m$ ) ne preseže 100 nAs. Seveda moraš odčitani naboj deliti s številom ponovitev, da dobiš  $e_m$

Izmerjene vrednosti  $U$  in  $e_m$  vpiši v tabelo. Izračunaj kapaciteto in dielektrično konstanto snovi.





### 6.e Izračun:

$$C = \frac{e}{U} = \frac{1 \text{ nAs}}{5 \text{ V}} = 0,20 \text{ nF}$$

$$S_{\text{pertainaks plošče}} = 6 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm} = 30 \text{ cm}^2$$

$$d_{\text{pertainaks plošče}} = 2 \text{ mm}$$

$$\epsilon = \frac{Cd}{\epsilon_0 S} = \frac{1,8 \text{ nF} \cdot 2 \text{ mm}}{8,8 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 30 \text{ cm}^2} = 16,9$$

### 6.f Rezultati meritev:

št. meritve	Kondenzator	U (V)	e (nAs)	C (nF)	$\epsilon$
1	vrtljiv (zrak)	5	1	0,20	1
2	vrtljiv (1/2 odprt)	5	3	0,60	1
3	pertainaks plošča	5	9	1,80	16,9
4	piezo keramika	5	136	27,20	21644
5	Kondenzator	5	138	27,60	-

št. meritve	Kondenzator	U (V)	e (nAs)	C (nF)	$\epsilon$
-------------	-------------	-------	---------	--------	------------

1	vrtljiv (zrak)	10	4	0,40	1
2	vrtljiv (1/2 odprt)	10	8	0,80	1
3	pertinaks plošča	10	11	1,10	10,4
4	piezo keramika	10	268	26,80	21326
5	Kondenzator	10	285	28,50	-

št. meritve	Kondenzator	U (V)	e (nAs)	C (nF)	$\epsilon$
1	vrtljiv (zrak)	15	6	0,4	1
2	vrtljiv (1/2 odprt)	15	12	0,8	1
3	pertinaks plošča	15	14	0,9	8,8
4	piezo keramika	15	263	17,5	13952
5	Kondenzator	15	210	14,0	-

št. meritve	Kondenzator	U (V)	e (nAs)	C (nF)	$\epsilon$
1	vrtljiv (zrak)	20	11	0,55	1
2	vrtljiv (1/2 odprt)	20	15	0,75	1
3	pertinaks plošča	20	21	1,05	9,9
4	piezo keramika	20	330	16,50	13130
5	Kondenzator	20	382	19,10	-

## 6.g Komentar:

Izračunane kapacitivnosti se precej razlikujejo. Vidi pa se, da snovi z veliko dielektričnostjo precej dvignejo kapacitivnost.

## 7. Zmesna temperatura:

### 7.a Naloga:

Preveri enačbo toplotnega ravnovesja. Ob stisku dveh teles z različno temperaturo prehaja toplota s toplejšega na hladnejše telo toliko časa, dokler se temperaturi ne izenačita. Končna temperatura se imenuje zmesna temperatura. Če sta dotikajoči telesi dobro izolirani od okolice, tedaj hladnejše telo prejme toliko toplote, kolikor je toplejše telo odda. Zapišemo lahko:

$$c_2 m_2 (T_2 - T) = c_1 m_1 (T - T_1)$$

kjer indeksi 2 pomenijo toplejšo snov ( v našem primeru kovino), indeksi 1 pa hladnejšo snov, T je zmesna temperatura.

## 7.b Pripomočki:

- Kalorimeter
- Termometer
- Menzura
- Najmanj 200cm(3)
- Stojalo
- Lonček
- Gorilnik

## 7.c Potek vaje:

- a.) 200g vroče vode vlij v kalorimeter in počakaj, da se kalorimeter segreje. Izmeri temperaturo vode  $T_2$ .
- b.) V menzuro vlij hladno vodo z maso  $m_1$  ( $m_1$  naj ne bo enak  $m_2$ ), in izmeri njeno temperaturo  $T_1$ .
- c.) Pomešaj toplo vodo s hladno ter s termometrom izmeri zmesno temperaturo T.
- d.) Ponovi poskus z drugačnima masama vode.
- e.) Izračunaj zmesno temperaturo T in določi relativno napako.
- f.) Zapiši rezultat za zmesno temperaturo z upoštevanjem napake.

## 7.d Izračun:

$$T = \frac{m_1 \cdot T_1 + m_2 \cdot T_2}{m_1 + m_2} = \frac{200 \text{ g} \cdot 300 \text{ K} + 200 \text{ g} \cdot 294 \text{ K}}{200 \text{ g} + 200 \text{ g}} = 313,5 \text{ K}$$

$$\Delta T = |T_{\text{mer}} - T_{\text{izra}}| = |315 \text{ K} - 313,5 \text{ K}| = 1,5 \text{ K}$$

## 7.e Rezultati meritev:

	Meritev:					Izračun:	
	m1 (g)	m2 (g)	T1 (K)	T2 (K)	T (K)	T (K)	$\Delta T$ (K)
1	200	200	333	294	315	313,5	1,5
2	300	100	339	294	329	327,75	1,25
3	150	300	339	294	309	309	0

## 7.f Komentar

Napake pri merjenju so nastale zaradi izhajanja dela toplote v okolico in zaradi pogreška tekočinskega termometra.

## 8. Sončna celica:

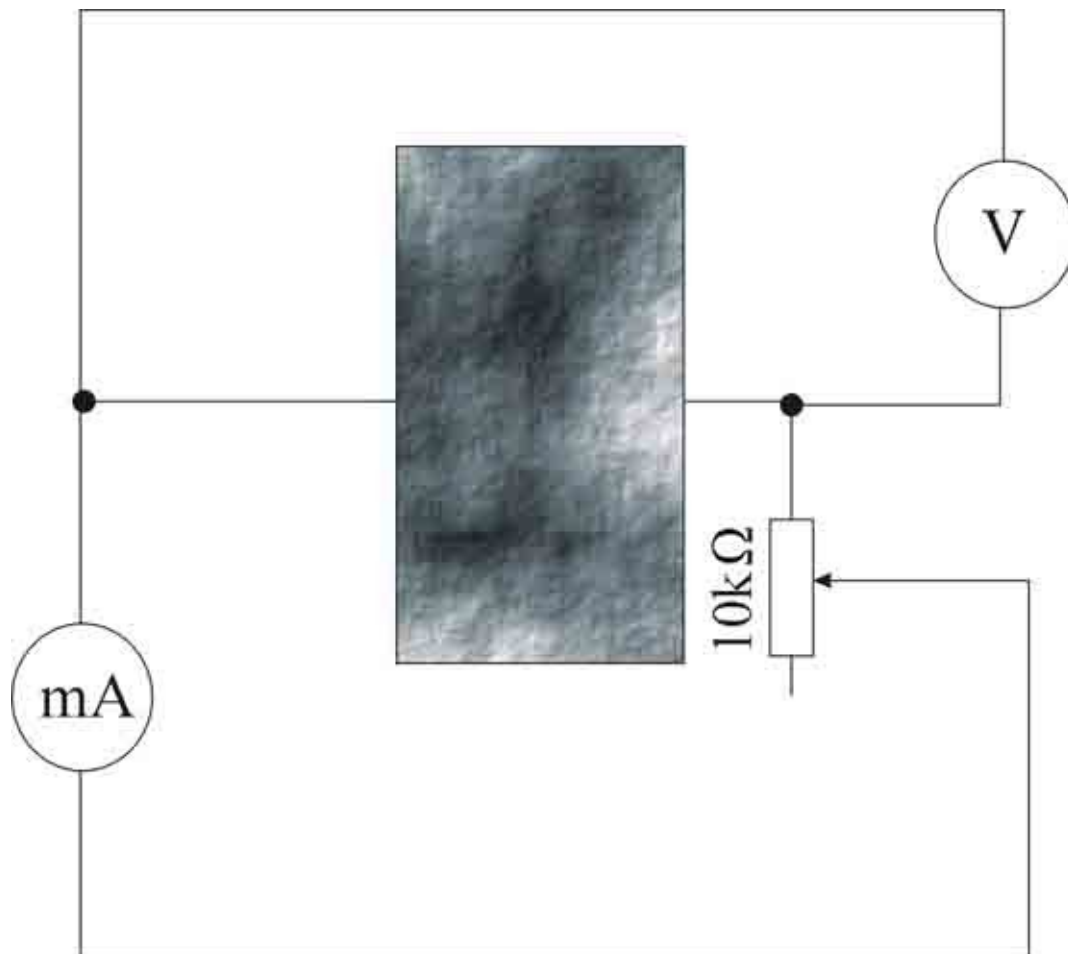
### 8.a Naloga:

Določi karakteristiko sončne celice ter njeno maksimalno moč.

### 8.b Pripomočki:

- gradnik sončno celico
- gradnik drsni upornik, 10k $\Omega$
- svetilko s spremenljivo svetilnostjo

- voltmeter
- miliamper-meter
- povezovalne gradnike, osnovno ploščo
- priključne vodnike



### 8.c Navodila:

Sončna celica je silicijev monokristal s površino več  $\text{cm}^2$ , ki je občutljiva za svetlobo. Razmere v sončni celici pojasnimo z notranjim fotoefektom. V kristalu absorbirani foton povzroči nastanek parov elektron-vrzel. Pri osvetljevanju sončne celice teče skozi upornik, priključen na sončno celico, električni tok. Tako je sončna celica pretvornik svetlobne energije v električno energijo. Uporabimo gradnik sončno celico, ki jo osvetljujemo s spremenljivim svetlobnim virom, merimo pa tok skozi sončno celico in napetost na njej ob različni osvetlitvi sončne celice.

### 8.d Potek vaje:

- a.) Gradnik sončno celico osvetljuje z svetlobnim virom
- b.) Zmeri tok skozi sončno celico in napetost na njej
- c.) Vajo ponovi z različnim svetlobnim virom
- d.) Zapiši meritve v tabelo in nariši graf

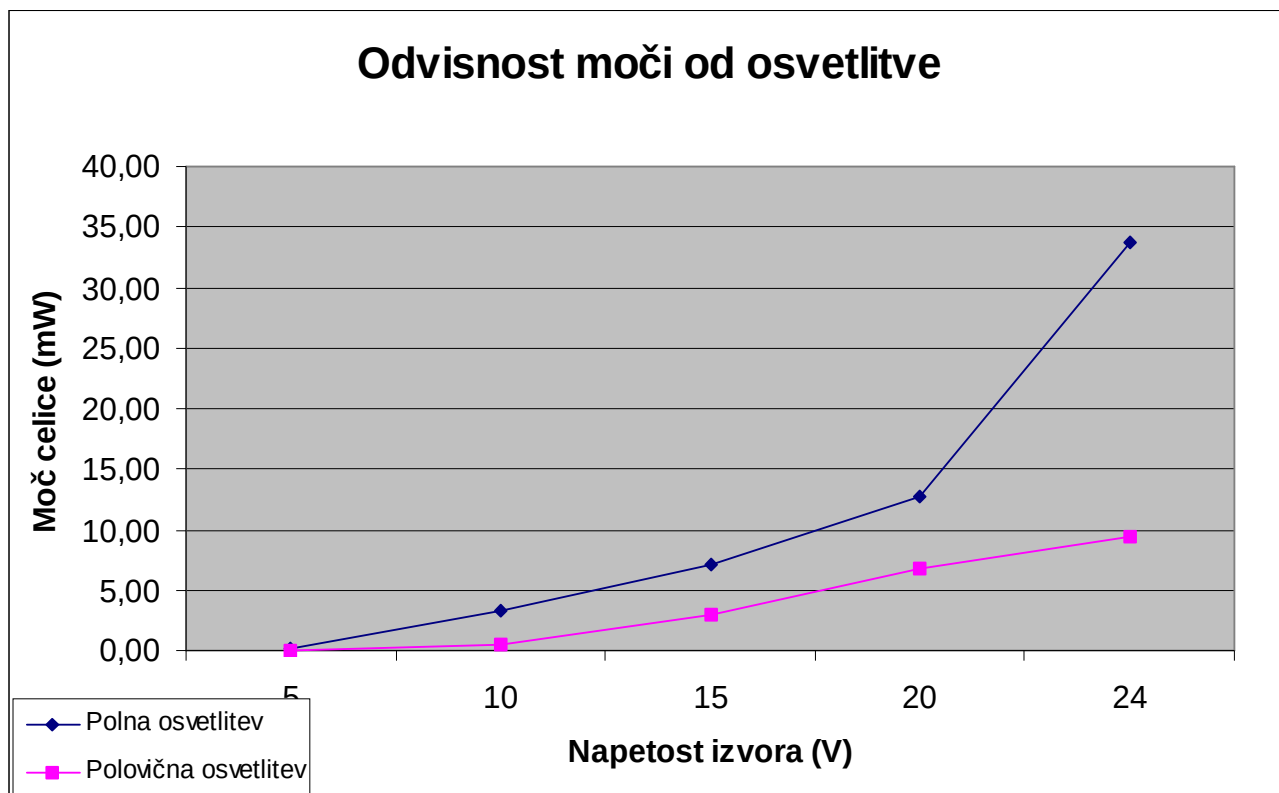
### 8.e Izračun:

$$P = I \cdot U_c = 5 \text{ mA} \cdot 0,03 \text{ V} = 0,15 \text{ mW}$$

### 8.f Rezultati meritev:

U <sub>v</sub> (V)	U <sub>c</sub> (V)	I (mA)	S (cm <sup>2</sup> )	P (mW)
5	0,03	5	36	0,15
10	0,15	22	36	3,30
15	0,22	32	36	7,04
20	0,25	51	36	12,75
24	0,26	130	36	33,80

U <sub>v</sub> (V)	U <sub>c</sub> (V)	I (mA)	S (cm <sup>2</sup> )	P (mW)
5	0,01	1	18	0,01
10	0,04	12	18	0,48
15	0,10	30	18	3,00
20	0,15	45	18	6,75
24	0,18	52	18	9,36



### 8.g Komentar:

Sončna celica pretvarja svetlobno energijo v električno na podlagi fotoefekta. Kljub kar veliki osvetlitvi da celica izredno majhne moči, saj so izkoristki takih svetlobnih celic majhni.

## 9. Hookov zakon:

### 9.a Naloga:

Izračunaj prožnostni modul za gumo.

### 9.b Pripomočki:

- stojalo
- uteži
- gumijasta vrvica
- mikrometrski vijak
- merilo ali kljunasto merilo

### 9.c Navodilo:

- Na stojalo obesi gumijasto vrvico in izmeri njeno dolžino  $l$ . Z mikrometrskim vijakom izmeri njen premer ali količine, ki so potrebne za izračun njenega preseka  $S$ . Izračunaj presek. Postopoma obremenjuj gumijasto vrvico z utežmi ( $F$ ) in vsakič izmeri njen raztezek ( $X$ ). Nadaljuj tako, da vrvico postopoma razbremenjuješ. Rezultate merjenja vpisuj v ustrezno tabelo.
- Nariši graf, ki kaže napetost v gumijasti vrvici  $F/S$  kot funkcijo relativnega raztezka  $x/l$ . Izračunaj strmino linearne delo grafa. Iz enačbe  $F/S=Ex/l$  namreč odčitaš, da je prožnostni modul snovi enak strmini premice na grafu, ki si ga narisal.
- Zapiši dobljeni rezultat za prožnostni modul snovi  $E$  in oceni tudi absolutno ter relativno napako svoje meritve.
- V tabelah poišči vrednost prožnostnega modula  $E$  za gumo in jo primerjaj s svojim izmerkom. Če se vrednosti ne ujemata, povej, kaj je temu vzrok.

Vprašanja:

Povej, kaj se med obremenjevanjem dogaja s presekom gumijaste vrvice. Ali to vpliva na rezultat? Zakaj?

**Presek ( $S$ ) se z večjim raztezkom ( $x$ ) manjša. To vpliva na rezultat, zato, ker vsebuje enačba za prožnostni modul ( $E$ ) tudi presek.**

### 9.d Izračun:

$$x = l - l_0 = 0,53 \text{ m} - 0,48 \text{ m} = 0,05 \text{ m}$$

$$E = \frac{F \cdot l}{S \cdot x} = \frac{0,029 \text{ g} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,53 \text{ m}}{\pi \cdot (0,00113)^2 \text{ m}^2 \cdot 0,05 \text{ m}} = 5987172 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 5,99 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

### 9.e Rezultati meritev:

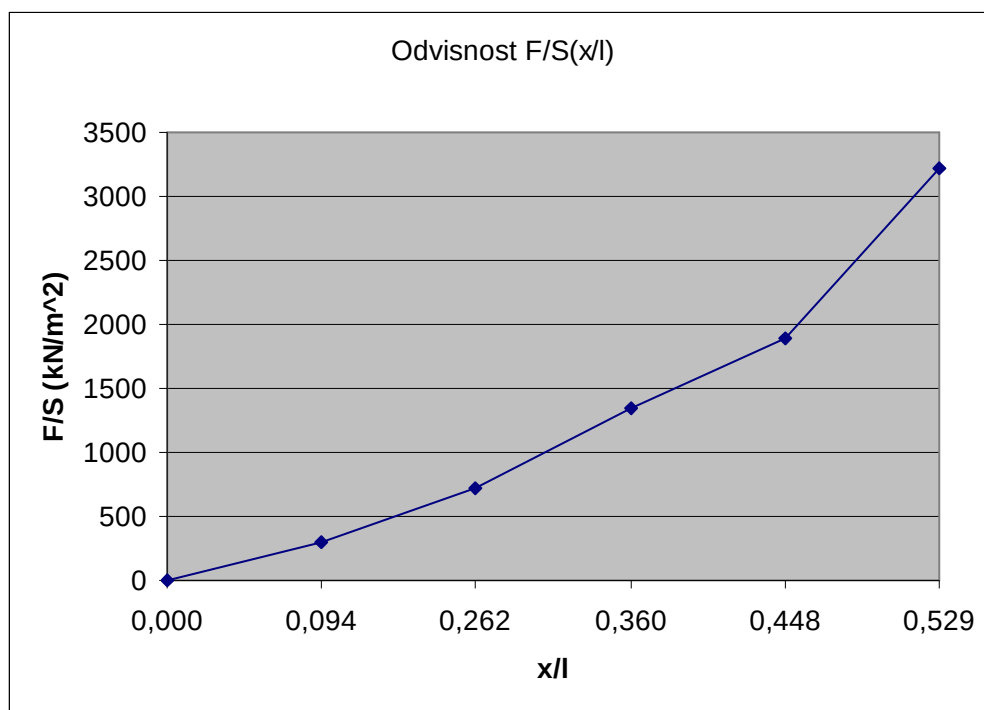
meritev:	m (g)	l (m)	x (m)	E (N/m <sup>2</sup> )	2r (mm)	S (mm <sup>2</sup> )
1	0	0,48			1,2	1,13
2	29	0,53	0,05	5987172	1,1	0,95



3	58	0,65	0,17	4261458	1	0,79
4	87	0,75	0,27	4968778	0,9	0,64
5	97	0,87	0,39	4854073	0,8	0,50
6	126	1,02	0,54	5947848	0,7	0,38

meritev:	m (g)	l (m)	x (m)	E (N/m <sup>2</sup> )	2r (mm)	S (mm <sup>2</sup> )
1	0	0,24			2,2	3,80
2	100	0,31	0,07	4460886	2	3,14
3	200	0,44	0,2	4321965	1,7	2,27
4	300	0,57	0,33	5793358	1,4	1,54
5	400	0,67	0,43	9602522	1,1	0,95

meritev:	m (g)	l (m)	x (m)	E (N/m <sup>2</sup> )	2r (mm)	S (mm <sup>2</sup> )
1	0	0,11			4,8	18,10
2	200	0,15	0,04	4324958	3,8	11,34
3	400	0,21	0,1	4879094	3,2	8,04
4	600	0,27	0,16	5974400	2,8	6,16



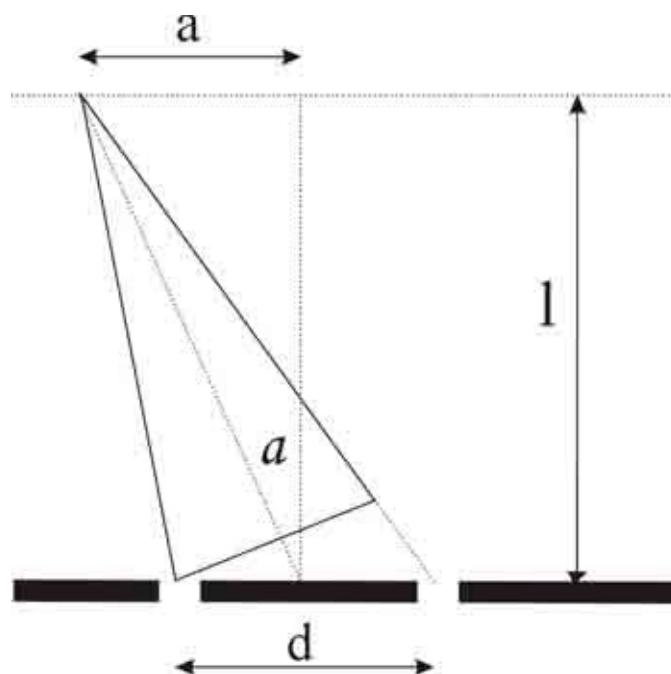
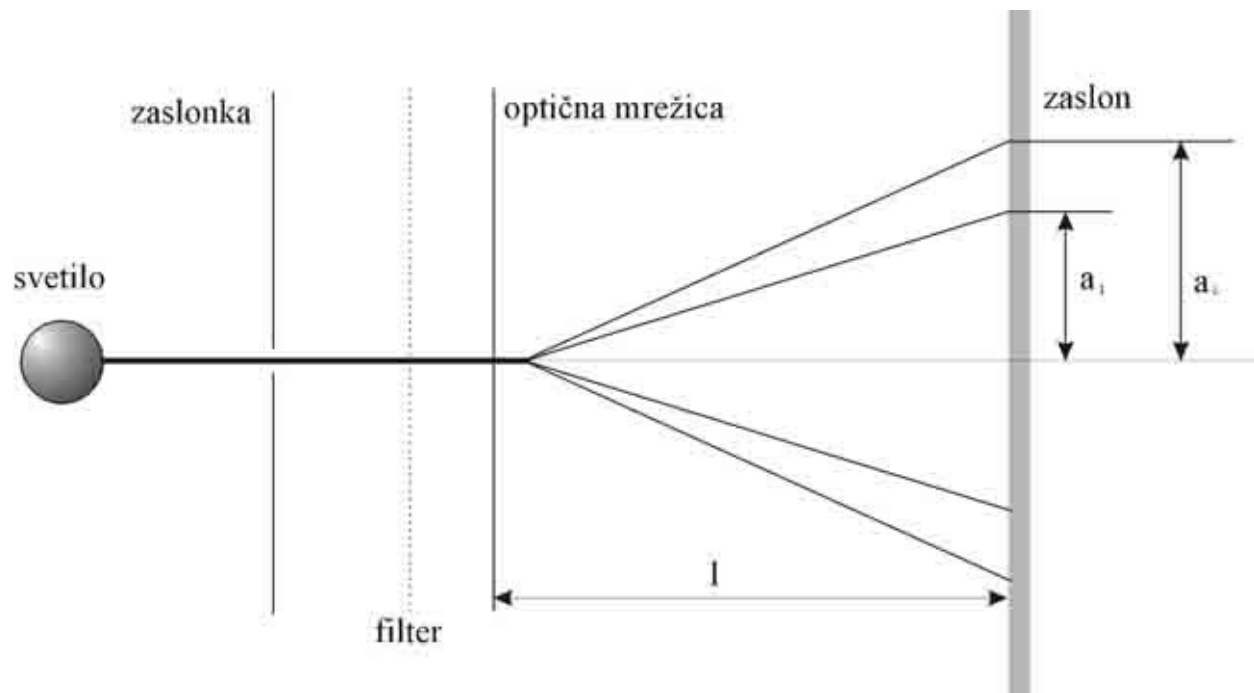
## 9.f Komentar:

Vrednosti prožnega modula so zelo velike, ker je podan v N/m<sup>2</sup>. Če bi bil podan v N/mm<sup>2</sup> bi bile vrednosti milijon krat manjše.

## 10. Interferenca svetlobe:

### 10.a Naloga:

Določi iz interferenčnih črt valovno dolžino enobarvne svetlobe.



### 10.b Pojasnilo:

Svetloba je valovanje. O tem pričajo interferenčni in uklonski pojavi. Če postavimo tik za svetilom (diaprojektor) ozko režo, dobimo na zaslonu ozko piko. Optična mrežica, ki jo postavimo za režo, pa povzroči na zaslonu namesto ene bele črte niz uklonskih spektrov na obeh straneh svetle črte. Svetloba

se namreč na optični mrežici uklanja. Svetloba, ki prihaja iz različnih odprtin optične mrežice, pa interferira. Posledica interference je ojačitev svetlobe, ki je podana z zvezo:

$$D \sin \alpha = N \lambda$$

kjer je  $d$  razdalja med dvema sosednjima režama na optični mrežici,  $r$  razdalja posamezne stranske črte od srednje,  $l$  oddaljenost zaslona od mrežice,  $\lambda$  valovna dolžina svetlobe,  $N$  pa red uklonskega maksimuma.

Če postavimo tik za filter (barvno steklo), dobimo na zaslonu le uklonske črte prepuščene barve. Tako lahko po gornji zvezi določimo valovno dolžino prepuščene svetlobe.

### 10.c Pripomočki:

- vir bele svetlobe
- zaslonka z ravno režo
- filtri
- meter
- zaslon
- uklonska mrežica

### 10.d Potek vaje:

- Postavi izvor svetlobe in uklonsko mrežico tako, da na zaslonu vidimo uklonsko sliko.
- Postavi pred uklonsko mrežico barvni filter, da dobiš na zaslonu le črte tiste barve, ki jo steklo prepušča. Na obeh straneh so vzporedno razvrščene še uklonske slike prepuščene barve.
- Izmeri razdaljo od mrežice do zaslona  $l$ , ter razdaljo srednje do prve, druge in tretje uklonske slike.
- Spremeni razdaljo  $l$  in ponovi meritev.
- Zamenjaj barvni filter in ponovi meritev.
- Izračunaj povprečno vrednost izmerjene valovne dolžine in določi absolutno napako.

### 10.e Izračun:

$$\alpha = \arctg \frac{r}{l} = \frac{165 \text{ mm}}{1090 \text{ mm}} = 8,60^\circ$$

$$\lambda_1 = \frac{d \cdot \sin \alpha}{N} = \frac{0,003 \cdot \sin 8,60}{1} = 498 \text{ nm}$$

$$\lambda = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_1 + \lambda_2}{4} = \frac{498 + 561 + 623 + 549}{4} = 558 \text{ nm}$$

$$\Delta \lambda = |\lambda_{\max} - \lambda| = |623 \text{ nm} - 558 \text{ nm}| = 65 \text{ nm}$$

## 10.f Rezultati meritev:

filter	D	$r_1$ (N=1)	$r_2$ (N=2)	l	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda$	$\Delta \lambda$
	Mm	mm	mm	mm	Nm	nm	nm	Nm
Vijolični	0,0033	165	390	1090	498	561	558	65
	0,0033	120	220	630	623	549		
Modri	0,0033	200	440	1090	601	623	625	47
	0,0033	130	245	630	673	604		
Zeleni	0,0033	210	510	1090	630	706	667	38
	0,0033	135	260	630	698	635		
Rumeni	0,0033	230	545	1090	688	745	717	30
	0,0033	145	285	630	747	686		
oranžni	0,0033	250	610	1090	745	813	781	39
	0,0033	160	315	630	820	745		
Rdeči	0,0033	265	440	1090	787	623	765	141
	0,0033	170	335	630	868	782		

## 10.g Komentar:

Imel sem težave pri merjenju odklona vijoličaste barve. Valovna dolžina vijoličaste barve je najmanjša in se najbolj odkloni. Poleg tega se izredno slabo vidi.

# 11. Meritev spektra z uklonsko mrežico

## 11.a Naloga:

S spektroskopom na uklonsko mrežico izmeri valovno dolžino svetlobe, ki jo izsevajo vzbujeni plini.

## 11.b Pojasnilo:

Uklonska mrežica je tanka, prozorna ploščica, v katero so enakomerno gosto zarezano tanke črte. Med zarezi je še dovolj prostora, ki nemoteno prepušča svetlobo. Razmik med zaporednima razama imenujemo mrežna konstanta.

Mrežico osvetlino s pravokotno vpadajočim vzporednim curkom svetlobe, ki se pri prehodu skozi pasove med režami uklanja. Curki uklonjene svetlobe med seboj interferirajo, pri čemer se ojačijo v smereh, v katerih je razlika poti za svetlobo iz dveh sosednjih rež enaka mnogokratniku valovne dolžine:  $d \sin \alpha = N \lambda$ . Z  $d$  smo označili mrežno konstanto  $300 \text{ mm}^{-1}$  z  $\alpha$  pa kot med smerjo vpadajočega in uklonjenega curka.  $N$  je celo število, red spektra, določen z razmerjem  $d/\lambda$ . Interferenčno sliko opazujemo tako, da gledamo skozi mrežico v smeri proti vpadajoči svetlobi. Na ravnilu, ki ga postavimo vzporedno z mrežico, lahko s projiciranjem odberemo lego uklonskih slik glede na neuklonjeno sliko.

Svetloba žarečih teles ali kapljev in ima zvezni spekter, svetloba, ki jo oddajajo žareči plini, pa ima večinoma črtast spekter. Tak spekter je sestavljen iz nekaj ostrih enobarvnih slik reže, med katerimi ni svetlobe. Valovna dolžina in intenzivnost črt sta značilni za vsak plin.

## 11.c Pripomočki:

- visokonapetostni izvir
- ročni spektroskop
- plinske cevi

## 11.d Potek vaje:

Cevi s plini priklopi na 5-7 kV in s spektroskopom opazuj uklonsko sliko. V primernem merilu vriši spektralne črte in izračunaj njihove valovne dolžine.

## 11.e Izračun:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{x}{y}\right) = \arctg\left(\frac{5,2 \text{ cm}}{34 \text{ cm}}\right) = 8,7^\circ$$

$$d \cdot \sin \alpha = N \cdot \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{d \cdot \sin \alpha}{N} = \frac{1}{300} \cdot \sin 8,7^\circ = 504 \text{ nm}$$

## 11.f Rezultati meritev:

H2	vijolična	modra	zelena	rumena	oranžna	rdeča
Št. spektralnih črt	-	1	-	-	-	1
x (cm)	-	5,2	-	-	-	7
Y (cm)	34	34	34	34	34	34

skupaj:  
2

lamb (nm)	-	504	-	-	-	672
-----------	---	-----	---	---	---	-----

Ne	vijolična	modra	zelena	rumena	oranžna	rdeča	skupaj:
Št. spektralnih črt	-	-	2	2	4	13	21
x (cm)	-	-	5,2	5,95	6,25	7	
Y (cm)	35	35	35	35	35	35	
lamb (nm)	-	-	490	559	586	654	

CO2	vijolična	modra	zelena	rumena	oranžna	rdeča	skupaj:
Št. spektralnih črt	1	1	2	2	1	2	9
x (cm)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	
Y (cm)	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	
lamb (nm)	431	478	525	571	617	663	

He	vijolična	modra	zelena	rumena	oranžna	rdeča	skupaj:
Št. spektralnih črt	1	1	2	1	-	1	6
x (cm)	4,3	4,7	5,15	6,1	-	7	
Y (cm)	33	33	33	33	33	33	
lamb (nm)	431	470	514	606	-	692	

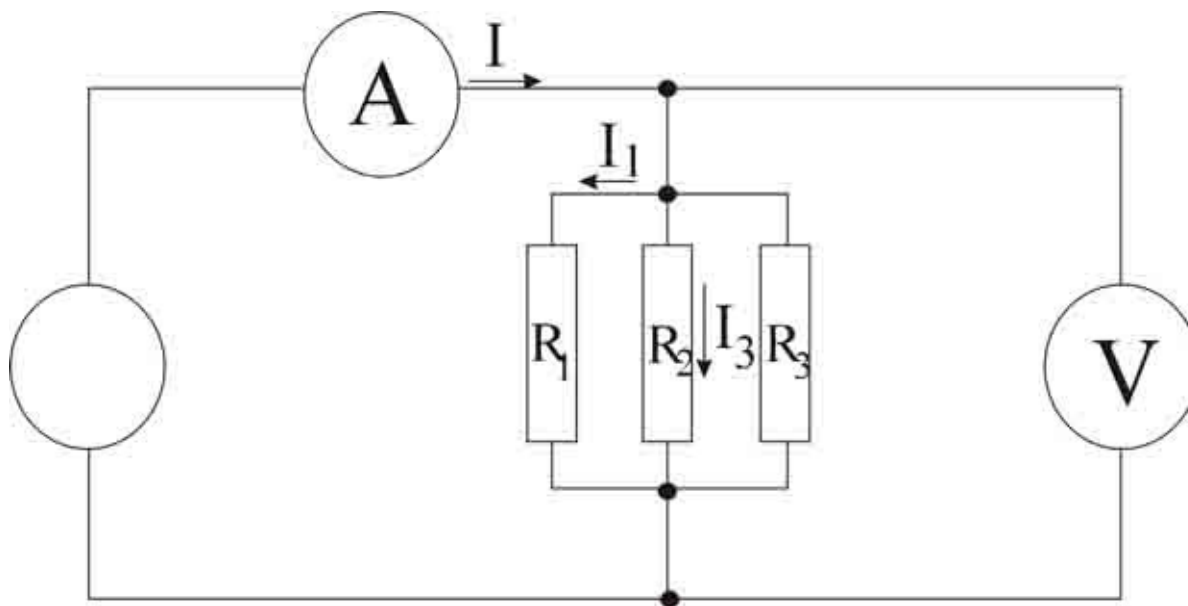
## 11.g Komentar:

Problemi so nastajali pri razločevanju spektralnih črt. Pri vodik, kjer imamo dve, je bila stvar enostavna. Pri neonu in ogljikovem dioksidu, pa je bilo težko ločit koliko spektralnih črt ima posamezna barva.

## 12. Vzoredna vezava upornikov:

### 12.a Naloga:

Ugotovi nadomestni upor R pri vzoredni vezavi upornikov.



### 12.b Pojasnilo:

O vzporedni vezavi upornikov govori I. Kirchoffov zakon. Ta se glasi: v vsakem razvejišču je vsota pritekajočih tokov enaka vsoti odtekajočih tokov.

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Napetost je na vseh upornikih enaka, in sicer enaka napetosti generatorja  $U$ . Če člene enačbe zapišemo po Ohmovem zakonu:

dobimo

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Pri vzporedni vezavi upornikov je recipročna vrednost celotnega upora enaka vsoti recipročnih vrednosti posameznih uporov

$$\frac{1}{R} = \sum_1 \frac{1}{R_1}$$

### 12.c Pripomočki:

- različni znani uporniki
- voltmeter
- amper-meter
- enosmerni generator
- stikalo
- žice

## 12.d Potek vaje:

- Sestavi električni krog po shemi. Preden priključiš napetost, naravnaj instrumenta na največje predvideno območje, da ju obvaruješ pred veliko obremenitvijo.  
Odčitaj napetost in tok.
- Poskus ponovi tako, da vežeš vzporedno po dva upora na vse tri načine.
- Izračunaj nadomestni upor R iz enačbe, ki je navedena zgoraj za vsak primer posebej.
- Izračunaj nadomestni merjeni upor  $R_m$  po Ohmovem zakonu za vsak primer posebej.
- Primerjaj dobljena upora in izračunaj za vsak primer posebej, za koliko merjeni upor odstopa od izračunanega  $\Delta R = R_m - R$ .

## 12.e Izračun:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{1\text{ k}\Omega} + \frac{1}{10\text{ k}\Omega} + \frac{1}{100\text{ k}\Omega} = 1,11\text{ k}\Omega^{-1} = 0,9\text{ k}\Omega = 901\Omega$$

$$R_m = \frac{U}{I} = \frac{5\text{ V}}{0,0055\text{ A}} = 909\Omega$$

$$\Delta R = |R_m - R| = |909\Omega - 901\Omega| = 8\Omega$$

## 12.f Rezultati meritev:

	Meritev:			Izračun:		
	R (k $\Omega$ )	U (V)	I (mA)	R ( $\Omega$ )	$R_m$ ( $\Omega$ )	$\Delta R$ ( $\Omega$ )
1	1	5	5,5	900,90	909,09	8,19
	10	10	11	900,90	909,09	8,19
	100	15	16,9	900,90	887,57	13,33
		20	22	900,90	909,09	8,19
		25	27	900,90	925,93	25,03
2	1	5	5,3	909,09	943,40	34,31
	10	10	11	909,09	909,09	0,00

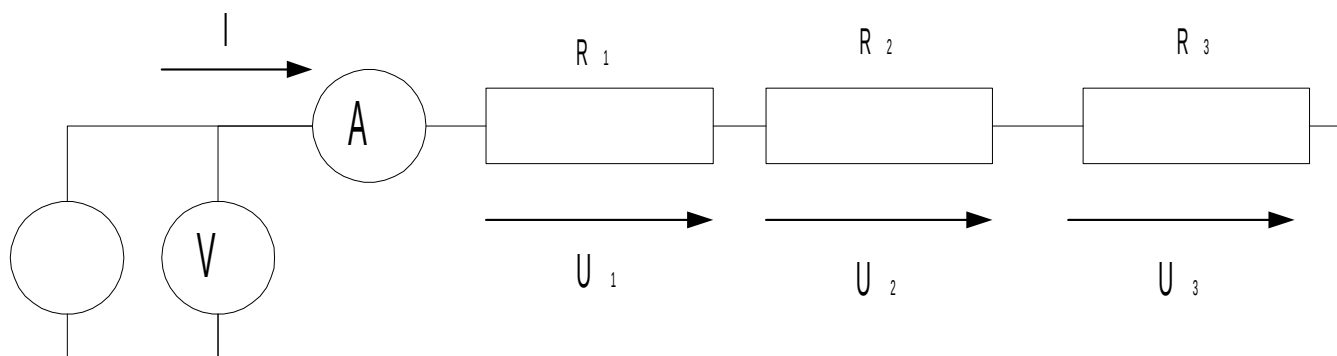


		15	16,6	909,09	903,61	5,48
		20	21,9	909,09	913,24	4,15
		25	27	909,09	925,93	16,84
3	1	5	5	990,10	1000,00	9,90
	100	10	10,1	990,10	990,10	0,00
		15	15,2	990,10	986,84	3,26
		20	20	990,10	1000,00	9,90
		25	25	990,10	1000,00	9,90
4	10	5	0,55	9090,91	9090,91	0,00
	100	10	1,1	9090,91	9090,91	0,00
		15	1,65	9090,91	9090,91	0,00
		20	2,18	9090,91	9174,31	83,40
		25	2,7	9090,91	9259,26	168,35

## Zaporedna vezava upornikov:

### 12.g Naloga:

Ponovi prejšnjo nalogo za zaporedno vezavo upornikov.



$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$RI = R_1 I + R_2 I + R_3 I$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

### 12.h Izračun:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 1 \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega = 6 \text{ k}\Omega$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{5 \text{ V}}{0,86 \text{ mA}} = 5952 \Omega$$

$$\Delta R = |R_m - R| = |5952 \Omega - 6000 \Omega| = 47 \Omega$$

## 12.i Rezultati meritev:

	Meritev	U (V)	I (mA)	Izračun		
	R (k $\Omega$ )			R ( $\Omega$ )	Rm ( $\Omega$ )	$\Delta R$ ( $\Omega$ )
1	1	5	0,84	6000,00	5952,38	47,62
	2	10	1,68	6000,00	5952,38	47,62
	3	15	2,52	6000,00	5952,38	47,62
		20	3,28	6000,00	6097,56	97,56
		25	4,08	6000,00	6127,45	127,45
2	1	5	1,65	3000,00	3030,30	30,30
	2	10	3,33	3000,00	3003,00	3,00
		15	4,5	3000,00	3333,33	333,33
		20	6,8	3000,00	2941,18	58,82
		25	8,3	3000,00	3012,05	12,05
3	2	5	1	5000,00	5000,00	0,00
	3	10	1,99	5000,00	5025,13	25,13
		15	3	5000,00	5000,00	0,00
		20	3,93	5000,00	5089,06	89,06
		25	4,85	5000,00	5154,64	154,64
4	1	5	1,21	4000,00	4132,23	132,23
	3	10	2,49	4000,00	4016,06	16,06
		15	3,72	4000,00	4032,26	32,26
		20	4,85	4000,00	4123,71	123,71
		25	6,3	4000,00	3968,25	31,75

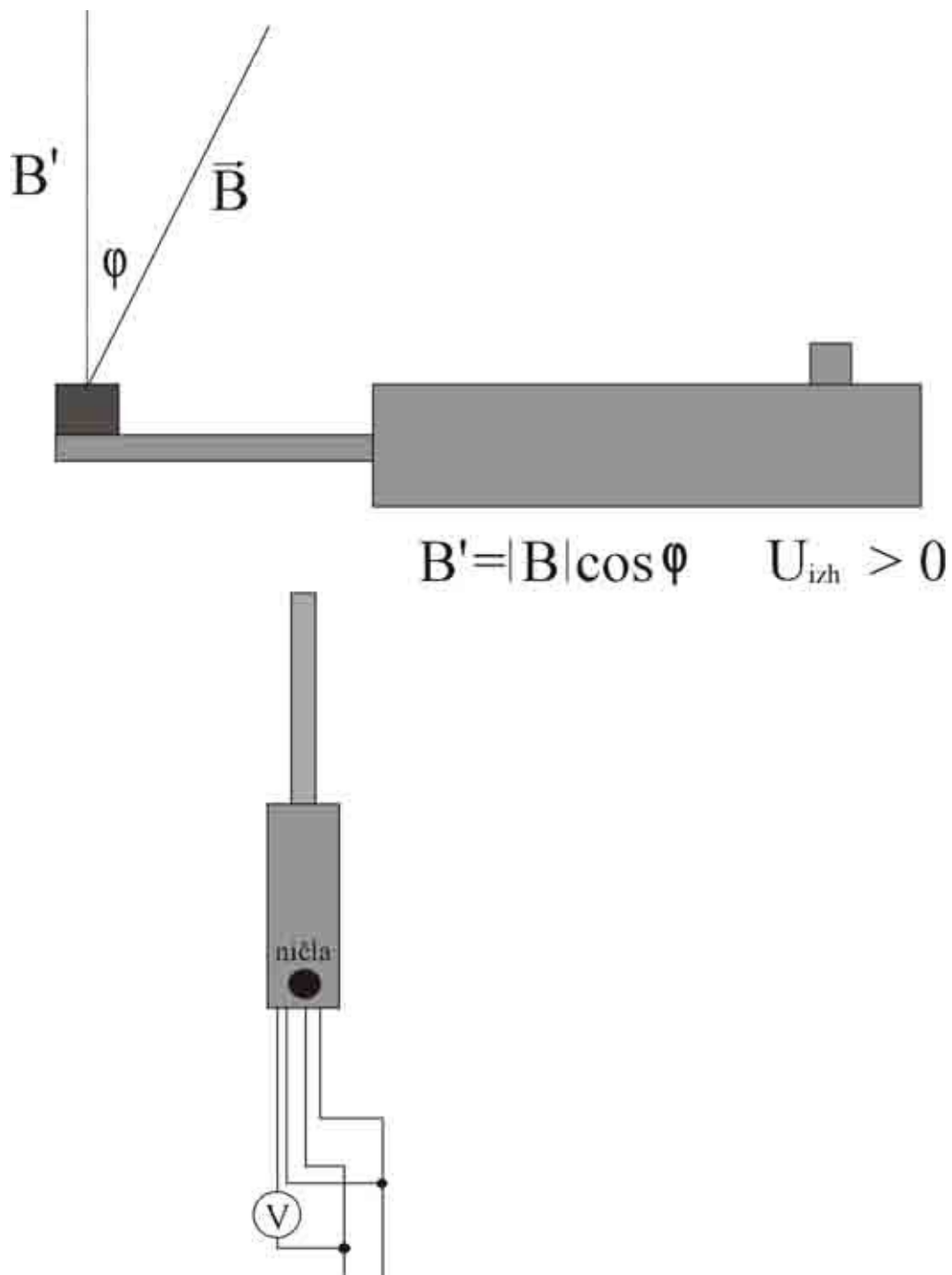
## 12.j Komentar:

Izračunane in posredno izmerjene upornosti se ne ujemajo, ker imajo že upori toleranco od  $\pm 20\%$  do  $\pm 1\%$ . Poleg tega nastanejo še napake pri odčitavanju z instrumenta.

## 13. Magnetno polje paličastega magneta:

### 13.a Naloga:

- Izmeri  $B(r)$  na osi paličastega magneta.
- Skiciraj magnetne silnice okrog magneta.



### 13.b Pojasnilo:

Merilniki magnetnega polja največkrat izrabljajo Hallov pojav. V vodnikih, ki sekajo silnice magnetnih polj, električno polje ni vzporedno z osjo vodnika, ampak ima komponento, ki je pravokotna na vodnik. Jakost prečne komponente je sorazmerna z gostoto magnetnega polja.

Vodnik, ki ima prečni presek v obliki pravokotnika, postavimo v magnetno polje tako, da je polje pravokotno na stransko ploskev vodnika. Ko teče po vodniku enosmerni tok jakosti  $I$ , se po njem gibljejo nosilci naboja s hitrostjo:

$$v = \frac{I}{nabe_0}$$

kjer je  $n$  gostota elektronov. V magnetnem polju deluje zato nanje sila:

$$F_m = e_0 v B$$

ki jih odklanja v prečni smeri. Na eni strani vodnika se zato pojavi višek naboja, na drugi pa primanjkljaj. Nastalo električno polje s svojo silo uravnovesi magnetno silo, tako da se poslej gibljejo naboji vzdolž vodnika. Iz enačbe:

$$e_0 E = e_0 v B$$

izračunamo jakost prečnega električnega polja:

$$E = v B = \frac{I}{nabe_0} B$$

in prečno ali Hallovo napetost:

$$U = b E = \frac{I}{nab_0} B$$

Ob meritvah običajno izberemo vselej enak električni tok, zato lahko zapišemo  $U = kB$ . Koeficient  $k$  dobimo z umeritvijo merilnika. Za naš merilnik velja, da je  $k = 19 \text{ mT}$ .

Merilnik priključimo na 6-8V. Za dano napajalno napetost moramo najprej nastaviti ničlo. Normalo ploskve usmerimo v smeri vzhod-zahod., merimo izhodno napetost in zavrtimo gumb z oznako ničla toliko, da je izhodna napetost približno nič.

Gostota magnetnega polja je vektorska veličina, zato ne smemo pozabiti, da je izhodna napetost merilnika sorazmerna s pravokotno komponento magnetnega polja na ploskev merilnika. Pozitivno izhodno napetost dobimo takrat, ko so magnetne silnice usmerjene na merilnik od sprednje strani ohišja proti hrbtni strani. Če želimo določiti velikost in orientacijo magnetnega polja, moramo napraviti meritev pri treh različnih orientacijah merilnika.

### 13.c Izračun:

$$U_{pov.} = \frac{U_1 + U_2 + U_3}{3} = \frac{0,05 \text{ V} + 0,045 \text{ V} + 0,015 \text{ V}}{3} = 0,037 \text{ V}$$

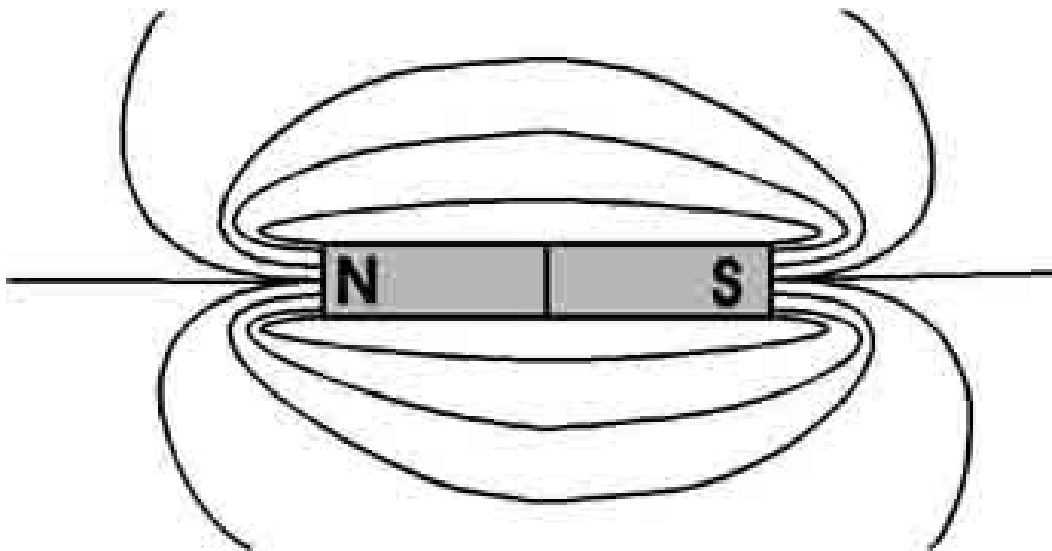
$k=19\text{mT}$

$$B=k \frac{U_p}{U} = 0,019 T \frac{0,028 V}{8 V} = 0,087 \text{mT}$$

### 13.d Rezultati meritev:

r (cm)	12	10	8	7	6	5	4	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0
U1 (V)	0,05	0,055	0,06	0,08	0,12	0,18	0,29	0,51	0,75	1,15	1,7	2,9	4,6	5,5
U2 (V)	0,045	0,055	0,08	0,095	0,13	0,19	0,3	0,55	0,75	1,08	1,7	2,9	4,5	5,5
U3 (V)	0,015	0,025	0,046	0,065	0,095	0,15	0,28	0,55	0,75	1,15	1,8	2,95	5,1	6,5
U povp.(V)	0,037	0,045	0,062	0,08	0,115	0,173	0,29	0,537	0,75	1,127	1,733	2,917	4,733	5,833
B (mT)	<b>0,087</b>	<b>0,107</b>	<b>0,147</b>	<b>0,190</b>	<b>0,273</b>	<b>0,412</b>	<b>0,689</b>	<b>1,275</b>	<b>1,781</b>	<b>2,676</b>	<b>4,117</b>	<b>6,927</b>	<b>11,242</b>	<b>13,854</b>

### 13.e Skica magnetnih silnic okoli magneta:



### 13.f Komentar:

Pri vaji sem ugotovil, da jakost magnetnega polja zelo hitro upada, ko sondo oddaljujemo od izvora polja (magneta). Rezultati so kar sprejemljivi.

## 14. Trenje na ravni podlagi:

### 14.a Naloge:

a.) Določi koeficient trenja za različne drsne ploskve podlage in različne drsne ploskve kvadra.

b.) Določi koeficient trenja za različne velikosti drsnih površin in različne teže kvadra.

### 14.b Pripomočki:

- lesen kvader
- uteži (100g)
- vzmetna tehtnica
- različne podlage za kvader (PVC, Al plošča, guma, brusni papir)
- podlaga za vlečenje klade

### 14.c Naloge:

- a.) Na vzmetno tehtnico obesi lesen kvader in izmeri njegovo težo  $F_n$ . Kvader postavi na postavi na pripravljeno stezo in ga z vzmetno tehtnico enakomerno vleci po vodoravni podlagi. Z vzmetne tehtnice odčitaj silo  $F_v$ . Meritev ponovi petkrat in rezultate vpiši v tabelo. Nato zamenjaj podlago pod kvadrom in ponovi postopek še za ostale podlage. Rezultate uredi v tabelo. Izračunaj še koeficient med vlečno silo in silo kvadra, ki je pri vodoravni podlagi pravokotna na podlago. Kvocien imenujemo kvocien trenja  $K_{tr}$ . Meritev ponovi še z obteženim kvadrom.
- b.) Postavi kvader na največjo ploskev in izmeri vlečno silo. Nato kvader postavi še na ostali ploskvi in vsakič izmeri vlečno silo. Postopek ponovi petkrat, rezultate vnesi v tabelo in izračunaj koeficient trenja. Meritve ponovi še z obteženim kvadrom ter izračunaj še koeficient trenja.

### 14.d Vprašanja:

a.) Razvrsti različne podlage glede na naraščajoči koeficient trenja.

**Najmanjši koeficient trenja ima les, potem je brusni papir, največji koeficient trenja pa ima guma.**

b.) Katera lastnost je skupna vsem podlagam za klade?

**Njihov koeficient trenja ni odvisen od površine.**

c.) Kako vpliva na koeficient trenja velikost drsne ploskve?

**Večja je drsna ploskev, večji je koeficient trenja.**

d.) Kako vpliva na koeficient trenja sila, ki je pravokotna na podlago?

**Koeficient trenja povečuje.**

### 14.e Izračun:

$$k_{tr} = \frac{\overline{F}_v}{F_g} = \frac{0,94 N}{4,75 N} = 0,198$$

## 14.f Rezultati meritev:

Les: $F_n = 4,75N$			Guma: $F_n = 4,65N$			Brusni papir: $F_n = 4,65N$		
$F_v$ (N)	$F_v$ (N)	$k_{tr}$	$F_v$ (N)	$F_v$ (N)	$k_{tr}$	$F_v$ (N)	$F_v$ (N)	$k_{tr}$
0,95	0,94	0,198	2,5	2,54	0,546	2,7	2,52	0,542
1			2,6			2,4		
0,95			2,5			2,5		
0,9			2,5			2,6		
0,9			2,6			2,4		

Obteženo: 295g

Les: $F_n = 4,75N + 2,95N$			Guma: $F_n = 4,65N + 2,95N$			Brusni papir: $F_n = 4,65N + 2,95N$		
$F_v$ (N)	$F_v$ (N)	$k_{tr}$	$F_v$ (N)	$F_v$ (N)	$k_{tr}$	$F_v$ (N)	$F_v$ (N)	$k_{tr}$
1,6	1,64	0,213	4,5	4,62	0,608	4,2	4,22	0,555
1,7			4,6			4,1		
1,6			4,4			4,3		
1,6			4,7			4		
1,7			4,9			4,5		

Različne ploskve:

Les: (Največja ploskev) $F_n=4,75N$			Les: (Srednja ploskev) $F_n=4,75N$			Les: (Najmanjša ploskev) $F_n=4,75N$		
$F_v$ (N)	$F_v$ (N)	$k_{tr}$	$F_v$ (N)	$F_v$ (N)	$k_{tr}$	$F_v$ (N)	$F_v$ (N)	$k_{tr}$
1	0,96	0,202	0,6	0,56	0,120	0,3	0,3	0,065
0,9			0,5			0,4		
0,8			0,5			0,3		
1			0,7			0,2		
1,1			0,5			0,3		

Različne ploskve z obremenitvijo 295g:

Les: (največja ploskev)			Les: (srednja ploskev)		
$F_v$ (N)	$F_v$ (N)	$k_{tr}$	$F_v$ (N)	$F_v$ (N)	$k_{tr}$
1,5	1,6	0,337	0,9	1,02	0,215
1,6			1,1		
1,6			1,2		
1,7			1,1		
1,6			0,8		

## 14.g Komentar:

Pri vaji sem ugotovil, da je koeficient trenja odvisen samo od sile teže telesa in vlečne sile. Vlečna sila pa je odvisna od hrapavosti površine in velikosti drsne ploskve.

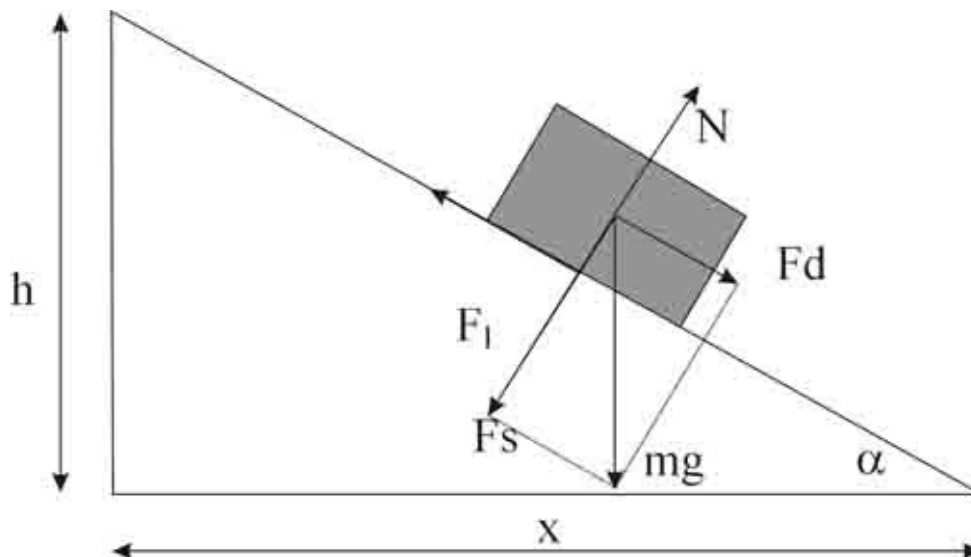
## Določanje koeficienta lepenja in tenja s klancem:

### 14.h Naloge:

- Določi koeficient lepenja pri gibanju s pomočjo strmine klanca.
- Določi koeficient trenja pri gibanju s pomočjo strmine klanca.
- Odgovori na vprašanja.

### 14.i Merilni pribor:

- stojalo
- dve različni podlagi
- lesen kvader
- navadni merilo



### 14.j Navodilo:

Kvader miruje na klanecu, dokler je dinamična komponenta sile teže manjša od sile lepenja. Na klanec položimo lesen kvader in povečujemo naklonski kot (večamo višino  $h$ ). Pri določenem kotu (višini  $h$ ) kvader zdrsi po klanecu ( $F_d \geq F_L$ )

$$k_L = \frac{F_d}{F_s} = \frac{mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{x} \Rightarrow k_L = \frac{h}{x}$$

Izberi oznake za posamezne količine, zapiši jih v tabelo in izračunaj koeficient lepenja!

N.....zaporedno število meritve

h.....višina klanca

x.....dolžina osnove klanca

kl.....koeficient lepenja

kl.....srednja vrednost koeficienta lepenja

### 14.k Izračun:



$$k_{L1} = \frac{h}{x} = \frac{190 \text{ mm}}{750 \text{ mm}} = 0,253$$

#### 14.l Rezultati meritev:

	h (mm)	x (mm)	$k_i$
Les:	190	750	0,253
Brusni papir:	900	655	1,374
Guma:	510	670	0,761

#### 14.m Komentar:

Na takšen način lahko precej enostavno določimo koeficient lepenja. Na žalost imam premalo podatkov, ker ni bilo časa, da bi jih izmeril več.

## 15. Specifična toplota:

#### 15.a Naloga:

Določi specifično toploto aluminija (železa). Toplota, ki jo prejme telo pri segrevanju, je sorazmerna masi telesa in temperaturni razliki ter je odvisna od snovi telesa:

$$Q = mc\Delta T,$$

Kjer je toplota označena s  $Q$ , masa z  $m$ , temperaturna razlika  $\Delta T$ , sorazmerni faktor  $c$  pa pomeni specifično toploto snovi snovi in pove, koliko toplote je potrebno, da se 1 kg snovi segreje za 1K. Pri določanju specifične toplote uporabimo enačbo toplotnega ravnovesja:

$$c_2 m_2 (T_2 - T) = c_1 m_1 (T_2 - T)$$

kjer indeksi 2 pomenijo toplejšo snov (v našem primeru kovino), indeksi 1 pa hladnejšo snov.  $T$  je zmesna temperatura. Iz zgornje enačbe dobimo specifično toploto:

$$c_2 = \frac{c_1 m_1 (T - T_1)}{m_2 (T_2 - T)}$$

### 15.b Pripomočki:

- kalorimeter
- termometer
- menzura
- kosi kovine
- lonček
- tehtnica

### 15.c Potek vaje:

1. Nalij v kalorimeter maso  $m_1$  vode (200 ccm) in ji izmeri temperaturo  $T_1$ .
2. S tehtnico določi maso  $m_2$  kovine.
3. Priveži kovino na tanko nitko in jo vtakni v segreto vodo ter pusti nekaj časa, da se segreje. Izmeri temperaturo vode  $T_2$ , kar je tudi temperatura kovine. Pri segrevanju naj kovina visi v vodi, da se ne dotika dna.
4. Naglo prenesi kos kovine v kalorimeter. Vodo v kalorimetru previdno pomešaj in počakaj, da se temperatura izenači, nato izmeri zmesno temperaturo.
5. Izračunaj specifično toploto kovine  $c_2$ .
6. Ugotovi v tabeli specifično toploto.
7. Določi relativno napako.
8. Zapiši rezultate z upoštevanjem relativne napake.

### 15.d Izračun:

$$c_2 = \frac{c_1 m_1 (T - T_1)}{m_2 (T_2 - T)} = \frac{4200 \frac{J}{kgK} \cdot 0,4 kg (295,9^\circ K - 294,4^\circ K)}{0,42734 kg (349,5^\circ K - 295,9^\circ K)} = 110 \frac{J}{kgK}$$

$$\Delta c_2 = |c_{pb} - c_2| = \left| 130 \frac{J}{kgK} - 110 \frac{J}{kgK} \right| = 20 \frac{J}{kgK}$$

$$c_{Pb} = 130 \frac{J}{kgK} \quad c_{Fe} = 450 \frac{J}{kgK} \quad c_{Al} = 900 \frac{J}{kgK}$$

### 15.e Rezultati meritev:

	Meritev					Izračuni	
	$m_1$	$m_2$	$T_1$	$T_2$	<b>T</b>	$c_2$	$\Delta c_2$
	g	g	K	K	K	J/kgK	J/kgK
<b>Pb</b>	400	427,34	294,4	349,5	295,9	110	20
<b>Fe</b>	400	221,25	295,9	335,9	298,1	441,93	8,07
<b>Al</b>	400	107,74	298,1	335	300	846,48	53,52

### 15.f Komentar:

Do napak je prišlo zaradi izhajanja toplote v okolico in napačnega odčitavanja s termometra. Pri tem moramo upoštevati tudi toleranco termometra in nečistost kovin.

## 16. Umerjanje prožne vzmeti:

### 16.a Naloga:

Umeri vijačno vzmet, nato pa jo uporabi za merjenje teže neznanih predmetov.

### 16.b Pripomočki:

- prožna vijačna vzmet z vizirno ploščico

- ravnilo
- stativ
- uteži
- merjenci (predmeti z neznanom težo)

### 16.c Navodila:

Na velikost sile sklepamo iz njenih učinkov. Takole razmišljamo: čim večji je učinek, tem večja je sila, ki ga je povzročila. Za merjenje sile običajno uporabljamo prožno vijačno vzmet, ki je tudi bistveni sestavni del vzmetne tehtnice.

Če na prožno vijačno vzmet deluje sila, se vzmet raztegne. Merilo za velikost sile je lahko kar raztezek vzmeti. Da bi lahko s prožno vzmetjo meril sile, jo moraš prej umeriti.

To storiš takole. Na stojalo, ki ga sestaviš iz priloženega stativnega materiala, obesi prožno vijačno vzmet, nanjo pa še vizirno ploščico, ki bo služila za odčitavanje raztezkov. Na vzmet postopoma obešaj vse težje uteži (o najtežji se posvetuj z učiteljem) in sproti odčitaj raztezke. Rezultate meritev zapiši in po končanem merjenju načrtaj graf  $F(s)$ , kjer je  $F$  sila,  $s$  pa raztezek. Tak graf imenujemo tudi umeritvena krivulja.

Dobro si oglej graf, ki si ga narisal. Kaj lahko poveš o zvezi med silo in raztezkom? Poskusi svojo ugotovitev zapisati z enačbo! Za vsako količino v enačbi povej, kaj pomeni in kaj vpliva na njeno vrednost. Kaj se v enačbi spremeni, če uporabiš drugačno vzmet? Kako se ta sprememba odraža na grafu? Ali zapisana matematična zveza med silo in raztezkom zmeraj velja? Kdaj odpove?

Zdaj je prožna vzmet umerjena. Uporabi jo za merjenje teže priloženih merjencev.

### 16.d Vprašanje:

Umeriti moraš vzmetno tehtnico z merskim območjem od 0 do 4N, razdelek na skali pa naj bo enak 0,2N. Imaš samo eno utež za 1N. Kako boš ravnal?

**Odgovor:** Na tehtnico obesim utež (1N) začrtam raztezek in ga razdelim na pet delov. Potem to še trikrat nanese, da dobim polno merilno območje.

### 16.e Izračun:

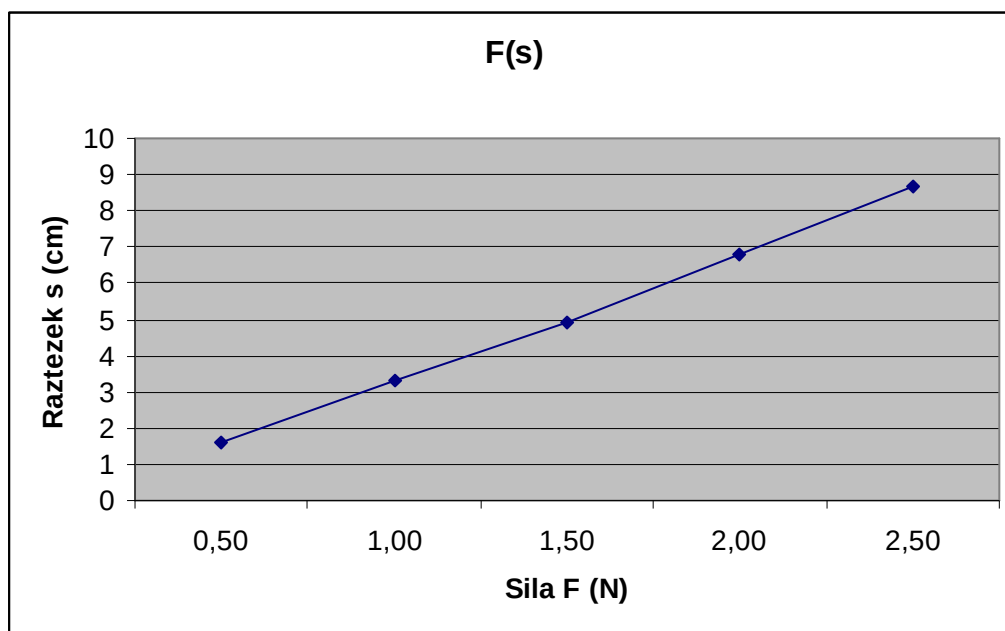
$$k = \frac{F}{s} = \frac{0,5 \text{ N}}{1,6 \text{ cm}} = 0,312 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

$$k_{\text{povp.}} = \sum_1^5 k = 0,3 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

$$F_{g(\text{neznana})} = ks = 0,3 \frac{N}{cm} \cdot 2,3 \text{ cm} = 0,69 \text{ N}$$

### 16.f Rezultati meritev:

	m (g)	Fg (N)	s (cm)	k (N/cm)	k <sub>povp.</sub>
1	51	0,50	1,6	0,313	0,300
2	102	1,00	3,3	0,303	
3	153	1,50	4,9	0,306	
4	204	2,00	6,8	0,294	
5	255	2,50	8,7	0,288	
neznana:	70,5	0,69	2,3		



### 16.g Komentar:

Sila in raztezek sta premo sorazmerna, to nam ponazarja graf  $F(s)$ , kjer vidimo premico. Enačba premice je  $F=k*s$ . Pri čemer je  $k$  konstanta vzmeti. Če vzmet zamenjamo, se v enačbi spremeni konstanta, zaradi tega je lahko graf bolj strm, če je  $k$  večji, ali bolj položen, če je  $k$  manjši. Ta enačba ne velja za pretirano obremenitev vzmeti. Pri veliki obremenitvi vzmeti se vzmet trajno deformira (se ne vrne v prvotno stanje). Če jo obremenimo čez vse meje, počni.

## 17. Izparilna toplota:

### 17.a Naloga:

Izmeri specifično toploto vode  $H_2O$

### 17.b Pojasnilo:

Vsaka snov lahko obstaja v več različnih fazah, ki se med seboj ločijo po fizikalnih lastnostih, kot so gostota, kristalna struktura, itd... Ena faza se lahko spreminja v drugo. Najpomembnejši so prehodi med trdnim, kapljevinskim in plinastim stanjem: taljenje, izparevanje, sublimacija in obrnjene spremembe. Te lahko vidimo v faznem diagramu  $p(T)$ , kjer s črtami določimo območja posameznih faz. (slika 1). Slika 2 pa prikazuje spreminjanje temperature vode med dovajanjem toplote.

Temperatura kapljevine je pri stalni specifični  $C_p$  linearno odvisna od toplote  $Q$  po enačbi  $Q = mC_p(T - T_0)$  oz  $T = T_0 + Q/(mC_p)$ . Ko temperatura doseže vrelišče  $T_v$ , se ustali in ostane stalna vse dotlej, dokler ne dovedemo celotne izparilne toplote  $Q_i = m q_i$ , ki je potrebna za izparitev kapljevine z maso  $m$ . Nato se temperatura nastale pare dviguje linearno z dovedeno toploto.

$Q_i$  je specifična izparilna toplota, ki je potrebna za izparitev 1 kg kapljevine pri temperaturi vrelišča.

Za vodo je  $q_i = 2,25 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$

Toploto, ki jo dovedemo vodi, izračunamo iz moči grelca:  $Q = Pt$ . Moč je enaka  $P = UI$ , torej je dovedena toplota  $Q$  enaka  $Uit$ .

### 17.c Pripomočki:

- posoda
- potopni grelnik 300 W
- digitalna tehtnica
- gumijasta prijemalka

### 17.d Potek vaje:

V posodo dolij približno 350 ml toplote vode (prb.  $50^\circ\text{C}$ ), vanjo nato postavi potopni grelnik ter ga vklopi. Počakaj da voda zavre (doseže  $100^\circ\text{C}$ ).

Z gumijasto prijemalko primi posodo, vzemi potopni grelnik ven ter jo postavi na tehtnico in odčitaj težo na tehtnici. Nato postavi posodo z vrelo vodo nazaj na mizo ter vanjo spet postavi potopni grelnik, da voda vre še 10 minut. Nato izklopi potopni grelnik ter ponovno stehtaj posodo.

Izračunaj delo, ki ga vir opravi po času  $t$  (10 min), izračunaj specifično izparilno toploto vode ter oceni napako.

### 17.e Izračun:

$$m_1 = 550,3 \text{ g}$$

$$m_2 = 472,8$$

$$\Delta m = 550,3 \text{ g} - 472,8 \text{ g} = 77,5 \text{ g}$$

$$Q = Pt = 300 \text{ W} \cdot 600 \text{ s} = 180 \text{ kJ}$$

$$Q_i = m q_i \Rightarrow q_i = \frac{Q_i}{\Delta m} = \frac{180 \text{ kJ}}{77,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}} = 2,322 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

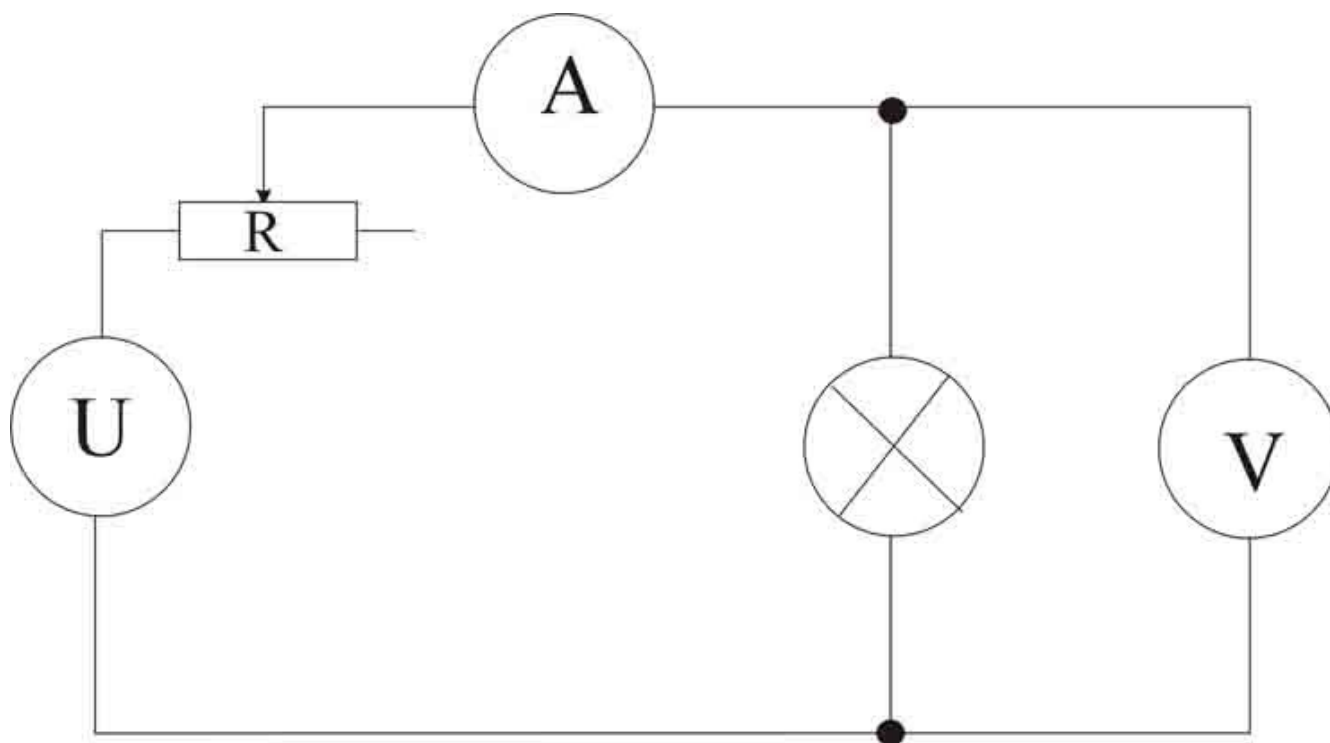
### 17.f Komentar:

Rezultat najbrž veliko odstopa od realnega, ker del toplote izhaja v okolico, moč grelca ni čisto točna in del pare se zaradi hladne okolice takoj spet spremeni v vodo.

## 18. Karakteristika žarnice:

### 18.a Naloga:

Določi karakteristiko žarnice



### 18.b Pojasnilo:

Žarnica, na kateri je napisana moč, sveti z njo le pri določeni napetosti. Pri nižji sveti slabše. Če zasledujemo tok kot funkcijo napetosti, opazimo, da nista v linearni odvisnosti. Vzrok temu je sprememba upornosti s temperaturo. Upor s temperaturo raste pri volframovi nitki, pri ogljeni nitki pa upor s temperaturo pada. Krivulja, ki nam kaže tok v odvisnosti od napetosti, se imenuje karakteristika žarnice. To karakteristiko bomo določili pri žarnici z volframovo nitko.

### 18.c Pripomočki:

- drsni upor
- amper-meter
- voltmeter
- žarnica
- žice
- izmenični generator
- prekinjalo

### 18.d Potek vaje:



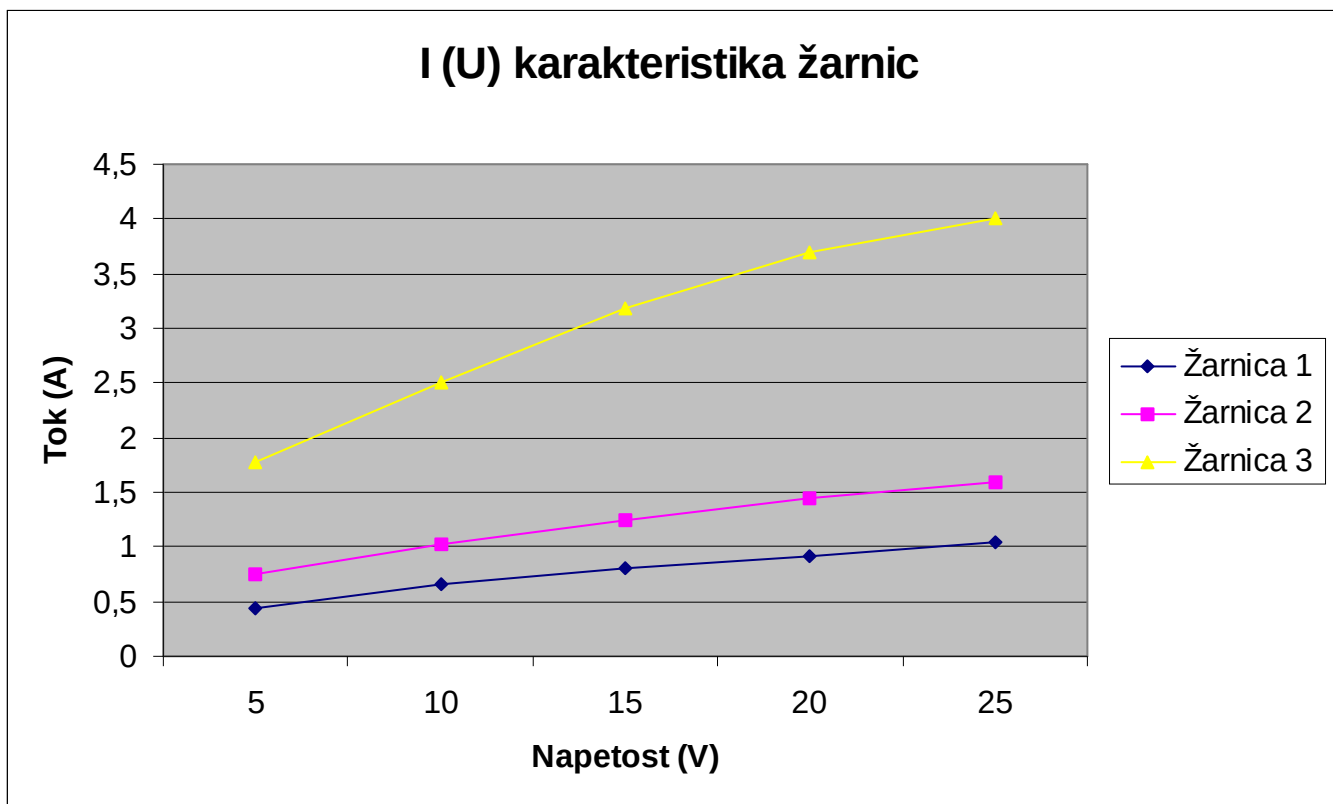
- Sestavi električni krog po zgornji shemi. Naravnaj amper-meter in voltmeter na primeren tok in primerno območje. Nastavi drsni upor tako, da dobiš primerno napetost. Odčitaj tok.
- Premikaj drsnik tako, da se napetost, ki jo kaže voltmeter, večja in preberi tok vsakih nekaj voltov.
- Izračunaj upor po Ohmovem zakonu za vsak primer posebej.
- Nariši graf  $I(U)$  za karakteristiko žarnice. Nariši graf  $R(I)$ .

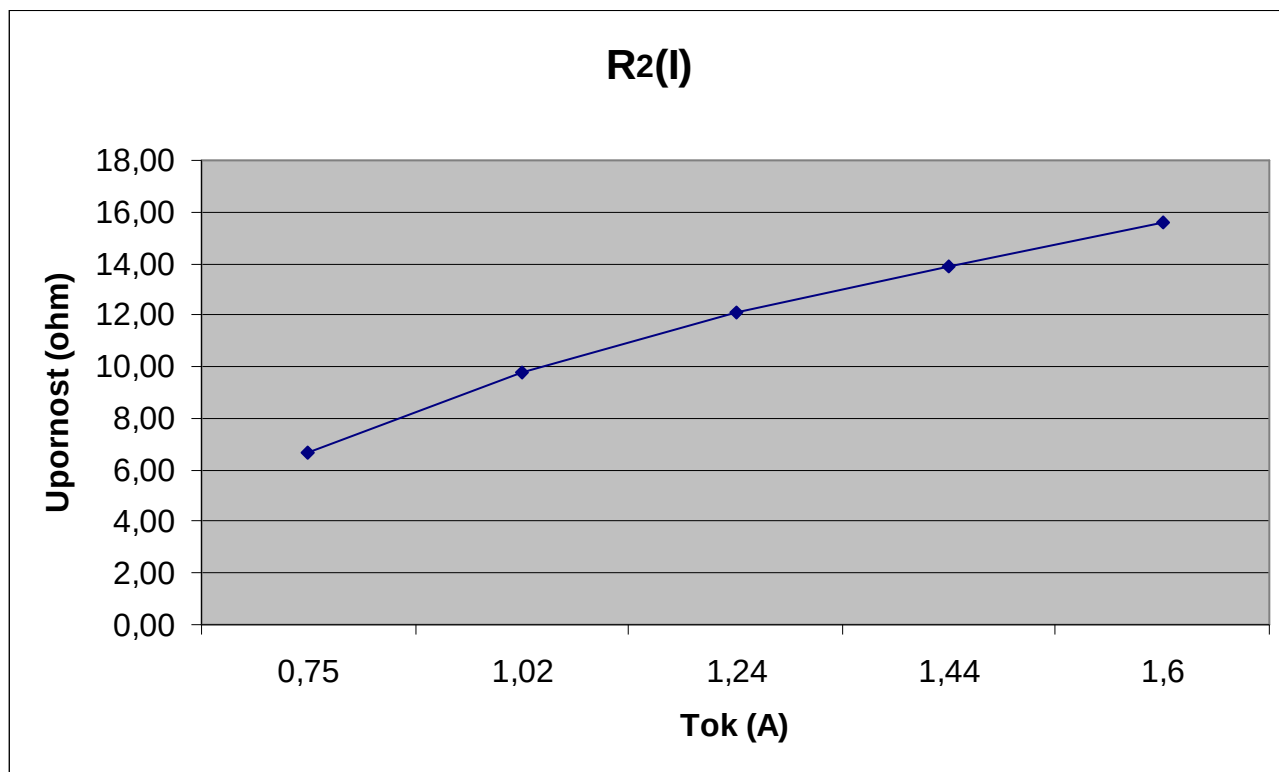
### 18.e Izračun:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{5V}{0,44A} = 11,36\Omega$$

### 18.f Rezultati meritev:

Meritev:				Izračun:		
U (V)	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)	R1 ( $\Omega$ )	R2 ( $\Omega$ )	R3 ( $\Omega$ )
5	0,44	0,75	1,78	11,36	6,67	2,81
10	0,65	1,02	2,51	15,38	9,80	3,98
15	0,8	1,24	3,19	18,75	12,10	4,70
20	0,91	1,44	3,69	21,98	13,89	5,42
25	1,05	1,6	4	23,81	15,63	6,25





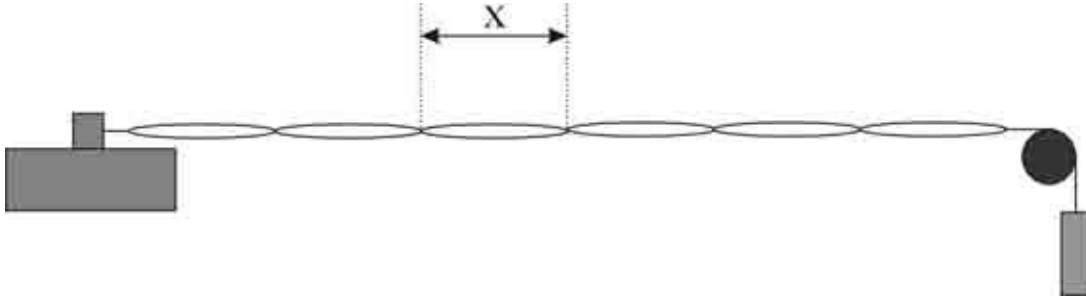
### 18.g Komentar:

Žarnica nima linearne upornosti, zato ker se med svojim delovanjem zelo segreva. Zato tok ni premo sorazmeren z napetostjo na žarnici. Ko se žarnica segreje, se zaradi temperaturne spremembe upornost poveča. Zato so vsi grafi rahlo upognjeni.

## 19. Stoječe valovanje na vrvi:

### 19.a Naloga:

Spreminjaj silo, ki napenja vrv ter ugotovi odvisnost hitrosti širjenja valovanja po vrvi od napetosti vrvi.



### 19.b Pojasnilo:

Po vrvi se širi valovanje do pritrjenega krajišča, se tam odbije in se vrača po vrvi nazaj. Z interferenco vpadnega in odbitega valovanja dobimo stoječe valovanje. Za stoječe valovanje so značilni vozli, to so deli vrvi, ki ves čas mirujejo. Ostali deli vrvi nihajo vsi sočasno, vendar z različnimi amplitudami. Na sredi med sosednjima vozlima so amplitude največje, pravimo da so tam hrbti stoječega valovanja. Hitrost širjenja valovanja po vrvi je odvisna od sile, ki vrv napenja in mase vrvi na dolžinsko enoto. Če ostane frekvenca nihanja začetka vrvi konstantna in spreminjamo napetost vrvi, se v skladu z enačbo  $c = (\text{nekaj}) \cdot v$  spreminja razmik med sosednjima vozlima, ki je enak polovični valovni dolžini.

### 19.c Pripomočki:

- brnač
- dinamometer
- gumijasta vrvica,
- merilo

### 19.d Potek vaje:

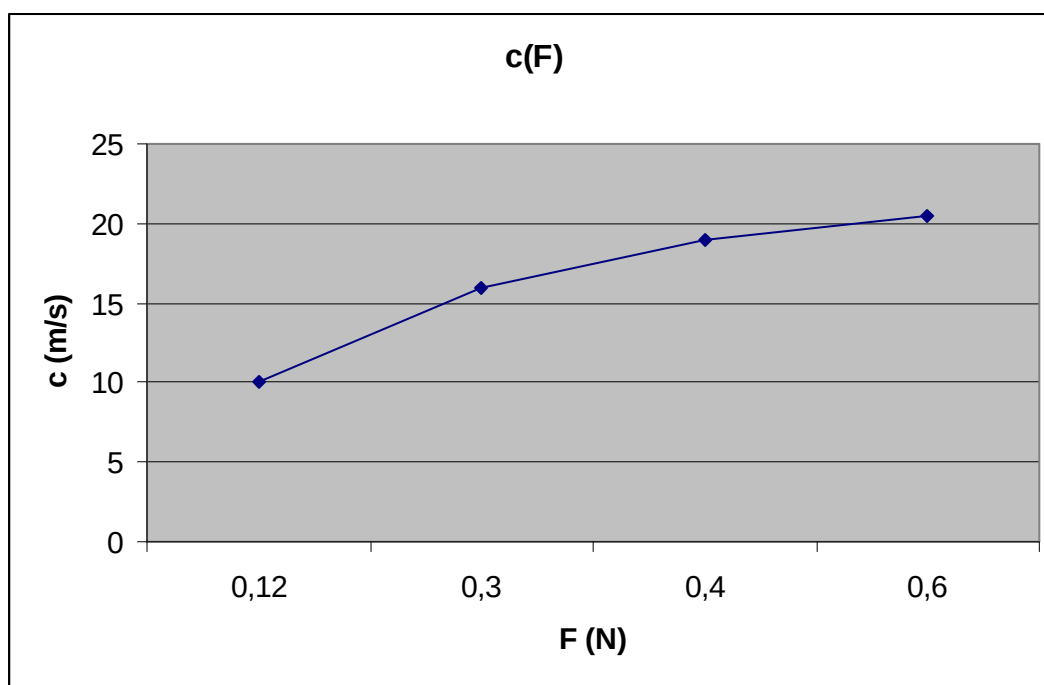
Sestavimo aparaturo za opazovanje stoječega valovanja. Vrvici izmerimo dolžino in jo postopoma obremenjujemo ter merimo razdaljo med sosednjima vozlima. Frekvenca nihanja delov vrvi je stalna: 50Hz. Nariši graf  $c(F)$ !

### 19.e Izračun:

$$c = \lambda \cdot \nu = 0,4 \text{ m} \cdot 50 \text{ s}^{-1} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

### 19.f Rezultati meritev:

Fg (N)	0,4	0,3	0,12	0,6
l (m)	1,13	1,02	0,94	1,52
Število vozlov	6	7	9	5
število hrbtov	5	6	8	4
X (m)	0,4	0,32	0,2	0,33
c (m/s)	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>16,5</b>



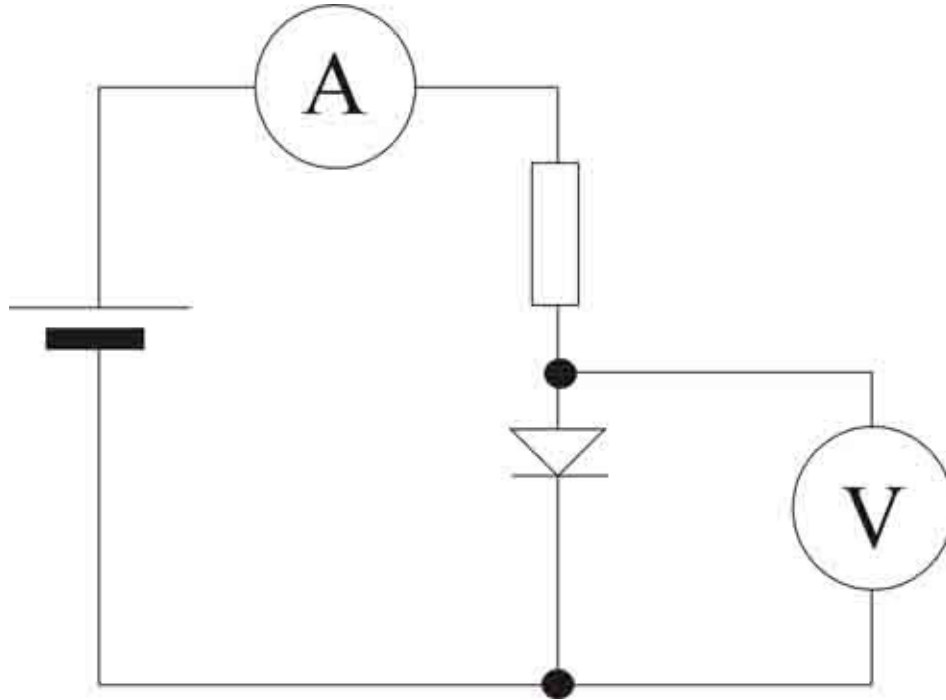
### 19.g Komentar:

Če bi imel več podatkov, bi lahko narisal lepši graf, ampak bi moral pri merjenju za naslednjo višje harmonsko komponento frekvence vrvico še bolj napeti in bi jo lahko zaradi tega strgal.

## 20. Karakteristika diode:

### 20.a Naloga:

Določi karakteristiko diode.



### 20.b Pojasnilo:

Dioda je elektronski element, ki prevaja tok v eno smer, v drugo pa skoraj nič. Pretežno se uporabljajo polprevodniške diode iz silicija ali germanija.

### 20c Pripomočki:

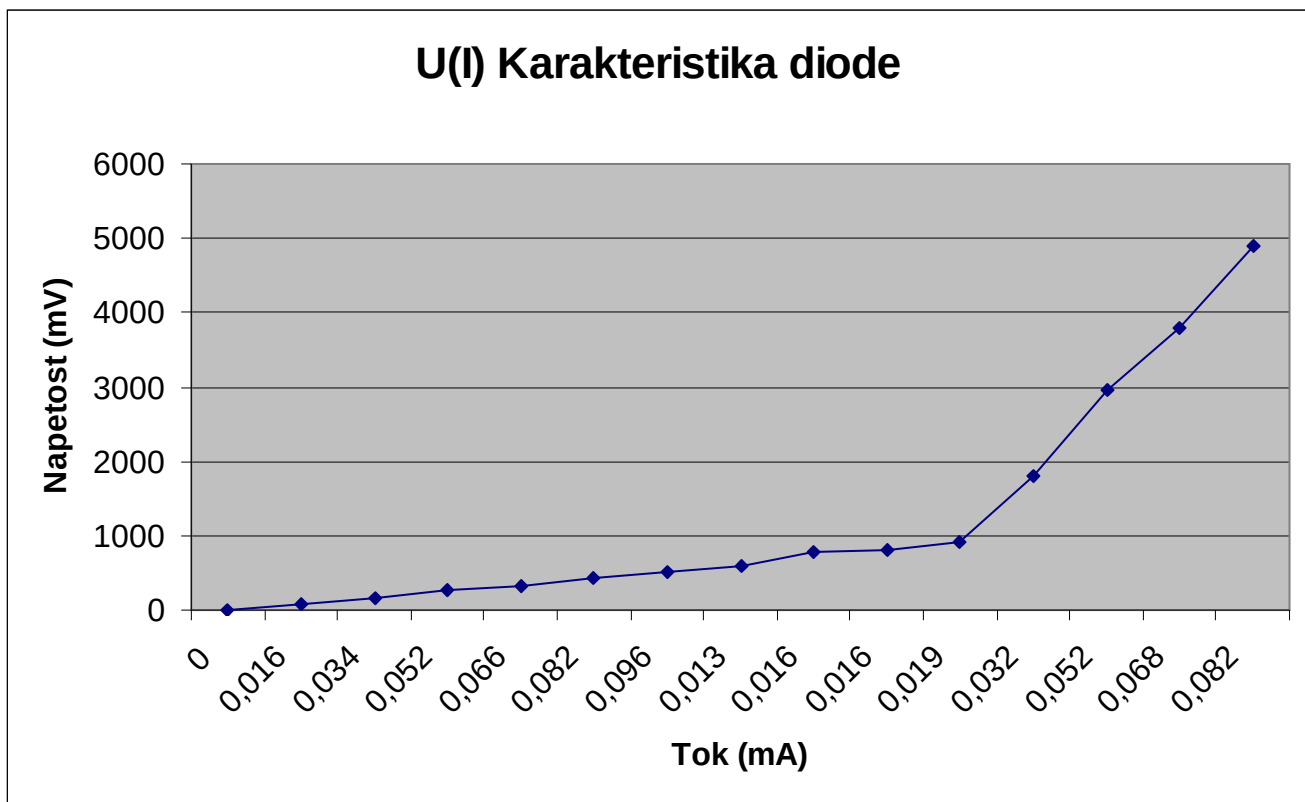
- silicijeva dioda z zaščitnim uporom
- ŠMI
- Amper-meter
- Voltmeter

### 20.d Potek vaje:

Odvisnost od toka skozi diodo od napetosti, ki je na njej, ponazorimo s karakteristiko. Izmerimo jo tako, da zaporedno zvežemo upor in diodo ter ju priključimo na generator. Napetost vira ( $U_v$ ) večamo in merimo napetost ( $U_d$ ) ter tok skozi diodo. Izmerjene vrednosti zapišemo v tabelo (15 meritev). V koordinatni sistem nariši UI karakteristiko diode.

## 20.e Rezultati meritev:

N	Uv (mV)	Ud (mV)	I (mA)
1	0	0	0
2	100	80	0,016
3	200	162	0,034
4	300	260	0,052
5	400	330	0,066
6	500	420	0,082
7	600	515	0,096
8	700	600	0,013
9	800	780	0,016
10	900	800	0,016
11	1000	910	0,019
12	2000	1800	0,032
13	3000	2950	0,052
14	4000	3800	0,068
15	5000	4900	0,082



## 20.f Komentar:

Problemi so nastajali pri merjenju majhnih vrednosti tokov in napetosti. Kljub temu se na grafu vidi, kje začne dioda prevajati. Pod 1 V. (Silicijeve 0,6V-0,7V; Germanijeve 0,4V-0,5V).