

# 4. Programski paket ORIGIN

## 1 Teorijski zadaci

**Zadatak 1. (Osnovna podešavanja grafika)** Dodati novu kolonu u trenutnoj radnoj svesci (*workbook*) i uneti podatke iz tabele. Nacrtati grafik tipa *line + symbol* kolona B i C (u funkciji kolone A). Srediti ga kao na slici.

Podešavanja osa grafika:

- (1) Prikazati sve četiri ose na grafiku.
- (2) Podesiti  $x$  osu da bude u rasponu od 0 do 1 sa korakom 0.1, a  $y$  osu od 0 do 22.5 sa korakom 5.
- (3) Prikazati grid linije i podesiti im debljinu na 0.7 i 0.5 (*major* i *minor*) redom.
- (4) Oznakama na  $x$  osi dodati prefiks + i sufiks V. Rotirati ih za 10 stepeni.
- (5) Oznake na  $y$  osi pomnoziti sa 10.
- (6) Napraviti legendu. Veličinu svih oznaka (na osama i legendi) povećati jednom (opcija *increase font*). Podesiti izgled legende kao na slici.

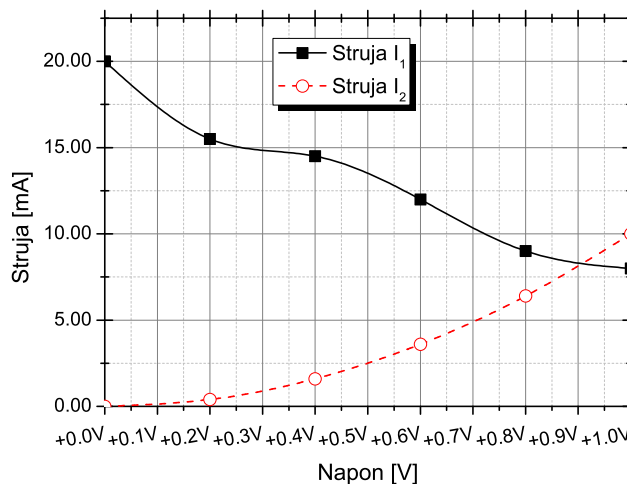
Podešavanja simbola i linija:

- (7) Povećati veličinu simbola na 12, a debljinu linije na 1.5. Tip linije podesiti na *spline*. Isključiti opciju da je oko simbola razmak (*gap to symbol*).
- (8) Podesiti da se i stil linije (*line style*) i unutrašnjost simbola (*symbol interior*) povećavaju inkrementalno za 1 (*By One*).

Eksportovanje:

- (9) Promeniti ime radnoj svesci u "merenje", a grafiku u "Grafik merenja". Grafik zapamtiti (eksportovati) kao *eps* fajl, i kopirati u Word.

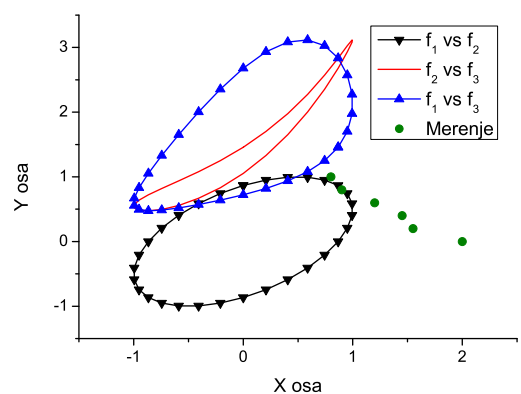
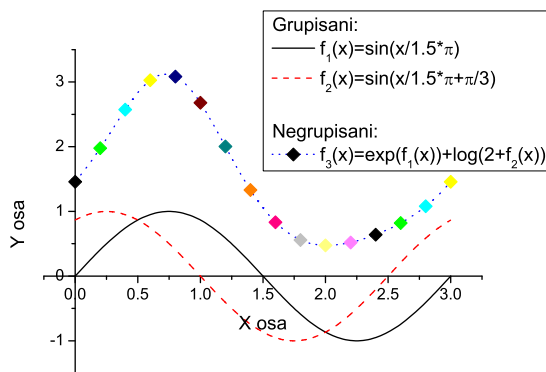
$U$	$I_1$	$I_2$
0.0	2.00	0.00
0.2	1.55	0.04
0.4	1.45	0.16
0.6	1.20	0.36
0.8	0.90	0.64
1.0	0.80	1.00



**Zadatak 2. (Automatsko generisanje kolona)** U projektu iz prethodnog zadatka, dodati novu radnu svesku (*workbook*). U prvoj koloni generisati brojeve od 0 do 3 sa korakom 0.1. U naredne tri kolone redom generisati vrednosti funkcija  $f_1(x) = \sin(x\pi/1.5)$ ,  $f_2(x) = \sin(x\pi/1.5 + \pi/3)$  kao i  $f_3(x) = e^{f_1(x)} + \log(2 + f_2(x))$ . Nacrtati grafik i srediti ga kao na slici.

- (1) Podesiti ose tako da prolaze kroz koordinatni početak.
- (2) Razgrupisati serije, a onda prve dve grupisati i podesiti tip *line*. Poslednju ostaviti da bude *line + symbol*.
- (3) Podesiti inkrementalno menjanje stila i boje linije, kao i inkrementalno menjanje boje simbola na poslednjoj seriji.
- (4) Prikazivati svaki 3. simbol na poslednjoj seriji (propuštati po 2 simbola).
- (5) Premenovati grafik u "Grafik funkcija", radnu svesku u "Funkcije" i eksportovati radnu svesku u fajl `funkcije.dat`.
- (6) Importovati podatke iz fajla `funkcije.dat` u novu radnu svesku.

Nacrtati kombinovani grafik i srediti ga kao na drugoj slici.

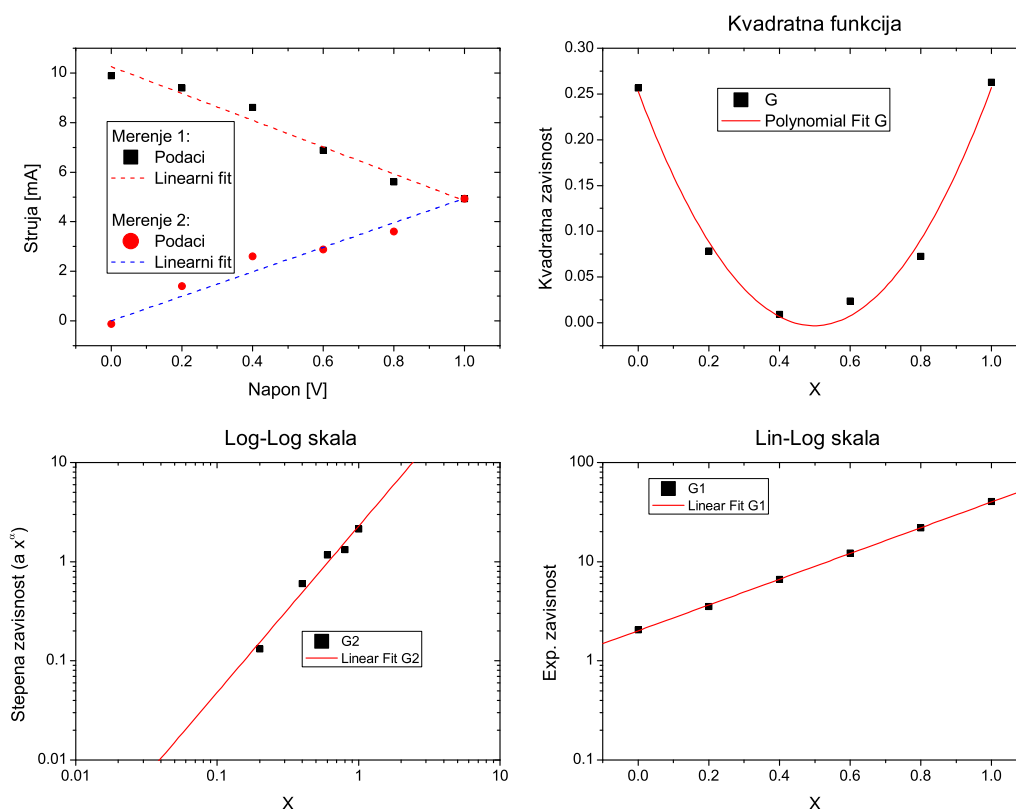


### Zadatak 3. (Fitovanje)

- (1) U koloni A radne sveske upisati vrednosti 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1. Vrednosti kolona B i B1 izračunati po formuli  $10-5*\text{col}(A)$  i  $5*\text{col}(A)$ . Kolonu C ispuniti pseudoslučajnim brojevima koji podležu normalnoj raspodeli. Naredne dve kolone D i D1 formirati po formuli  $\text{col}(B)+0.4*\text{col}(C)$  i  $\text{col}(B1)+0.4*\text{col}(C)$ <sup>1</sup>.
- (2) Nacrtati grafik zavisnosti kolona D i D1 od A. Tip grafika podesiti na *scatter*.
- (3) Izvršiti linearno fitovanje oba grafika, i uočiti vrednosti i greške koeficijenata fitovanja. Grafik srediti kao na slici (debljina linija je 1.5, a sve oznake su povećanem jednom).

Polinomno fitovanje i fitovanje nelinearnih zavisnosti  $f_1(x) = ce^{ax}$  i  $f_2(x) = cx^\alpha$ .

- (4) Otvoriti novu radnu svesku i u kolonu A upisati iste vrednosti 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1. Generisati vrednosti u kolonama B, B1 i B2 redom koristeći formule  $(\text{col}(A)-0.5)^2$ ,  $2*\exp(3*\text{col}(A))$  i  $2*\text{col}(A)^{1.3}$ . Dodati kolonu F ispunjenu pseudoslučajnim brojevima koji podležu normalnoj raspodeli i generisati kolone G, G1 i G2 redom po formulama  $\text{col}(B)+0.01*\text{col}(C)$ ,  $\text{col}(B1)+0.01*\text{col}(C)$  i  $\text{col}(B2)+0.01*\text{col}(C)$ .
- (5) Nacrtati (posebne) grafike zavisnosti kolona G, G1 i G2 od A. Na drugom i trećem podesiti *y* osu da bude logaritamska, a na trećem ujedno i *x* osu.
- (6) Prvi grafik fitovati kvadratnom a ostale linearnom funkcijom. Izračunati vrednosti parametara fitovanja i njihove greške.
- (7) Spojiti sva 4 grafika u jedan.



<sup>1</sup>Ove dve kolone imaju ulogu rezultata merenja sa (veštački) dodatom greškom

Primetimo da kolone G1 i G2 odgovaraju redom zavisnostima  $f_1(x) = ce^{ax}$  i  $f_2(x) = cx^\alpha$  gde su (tačne) vrednosti koeficijenata  $c = 2$ ,  $a = 3$  za prvu i  $c = 2$ ,  $\alpha = 1.3$  za drugu zavisnost.

Iako su u pitanju nelinearne zavisnosti, nakon određenih transformacija možemo ih svesti na linearne i izvršiti fitovanje.

1.  $y = ce^{ax}$ . Ako logaritmujeemo obe strane jednakosti dobijamo

$$\log_{10} y = \log_{10} c + ax \log_{10} e$$

Prema tome,  $Y = \log_{10} y$  je linearna funkcija od  $x$  oblika

$$Y = Ax + B, \quad A = a \log_{10} e, \quad B = \log_{10} c.$$

Sada možemo generisati vrednosti za  $Y$  (u novoj koloni), nacrtati zavisnost  $Y$  od  $x$ , i izvršiti linearno fitovanje da bi dobili koeficijente  $A$  i  $B$ . Međutim, isti efekat ćemo postići ukoliko nacrtamo polaznu zavisnost  $y$  od  $x$ , pa podesimo skalu na  $y$  osi da bude logaritamska. Tako ćemo "naterati" Origin da fituje  $Y = \log_{10} y$  u funkciji od  $x$ . Fitovanjem dobijamo sledeće vrednosti <sup>2</sup>:

$$A = 1.299 \quad B = 0.303 \\ \Delta A = 0.01 \quad \Delta B = 0.01$$

Koeficijente  $a$  i  $c$  sada jednostavno računamo

$$a = \frac{A}{\log_{10} e} = 2.99, \quad c = 10^B = 2.01$$

Pošto je  $a$  jednak proizvodu konstante  $(\log_{10} e)^{-1}$  i veličine  $A$ , to su relativne greške za  $A$  i  $a$  jednake, odakle dobijamo

$$\frac{\Delta a}{|a|} = \frac{\Delta A}{|A|} \Rightarrow \Delta a = |a| \frac{\Delta A}{|A|} = 0.023$$

Grešku za  $c = 10^B$  dobijamo koristeći pravilo prvog izvoda:

$$\Delta c = |10^B \ln 10| \Delta B = 0.066$$

**Pravilo prvog izvoda:** Ako je veza izmedju veličina  $z$  i  $t$  data pomoću  $z = f(t)$ , i ako je poznata greška  $\Delta t$  veličine  $t$ , onda grešku veličine  $z$  možemo proceniti na sledeći način:

$$\Delta z = |f'(t)| \Delta t.$$

**Pravilo prvog izvoda (opšti slučaj):** Ako je  $z = f(t_1, t_2, \dots, t_n)$  onda je

$$\Delta z = \left| \frac{\partial f}{\partial t_1} \right| \Delta t_1 + \left| \frac{\partial f}{\partial t_2} \right| \Delta t_2 + \dots + \left| \frac{\partial f}{\partial t_n} \right| \Delta t_n.$$

<sup>2</sup>Napomena: Ove vrednosti mogu da budu drugačije, u zavisnosti od generisanih pseudoslučajnih brojeva u koloni F, ali ne bi trebalo da značajno odstupaju od vrednosti koje su ovde date. Naravno, to će prouzrokovati "male" promene svih vrednosti koje dalje računamo.

<sup>3</sup>Primetimo da dobijena vrednost za  $\alpha$  ( $1.67 \pm 0.16$ ) ne sadrži tačnu vrednost 1.3. Ovo nas navodi na zaključak da je stepena zavisnost neotporna na greške, tj. da relativno male greške u podacima mogu prilično da utiču na dobijenu vrednost eksponenta.

2.  $y = cx^\alpha$ . Kao i u prethodnom slučaju, ako logaritmujeemo obe strane dobićemo

$$\log_{10} y = \log_{10} c + a \log_{10} x$$

pa je sada  $Y = \log_{10} y$  linearna funkcija od  $X = \log_{10} x$  oblika

$$Y = \alpha X + B, \quad B = \log_{10} c.$$

Dakle, i sada možemo ili da nacrtamo grafik zavisnosti  $Y$  od  $X$  (prethodno da generišemo odgovarajuće kolone) i obavimo fitovanje, ili da nacrtamo grafik polaznih zavisnosti ( $y$  od  $x$ ), pri čemu obe ose logaritmujeemo (kao što je i uradjeno na slici). Fitovanjem dobijamo <sup>3</sup>

$$\alpha = 1.67 \quad B = 0.35 \\ \Delta \alpha = 0.16 \quad \Delta B = 0.06$$

Vrednost i grešku za  $c$  određujemo kao u prethodnom slučaju:

$$c = 10^B = 2.23 \quad \Delta c = |10^B \ln 10| \Delta B = 0.31$$

**Opšti slučaj.** Ako imamo neku zavisnost  $y = f(x)$  koja zavisi od parametara  $a, b, c, \dots$ , trudimo se da je svedemo na jedan od oblika:

$$Y = AX + B \quad \text{ili} \quad g(y) = A + BX + CX^2 + \dots$$

gde je  $Y = g(y)$  i  $X = h(x)$ , za neke funkcije  $g$  i  $h$ . Tada crtamo grafik  $Y$  u funkciji od  $X$  (osim ako  $g$  ili  $h$  nisu logaritamske funkcije) i fitovanjem određujemo koeficijente  $A, B, C, \dots$ , na osnovu kojih onda računamo  $a, b, c, \dots$

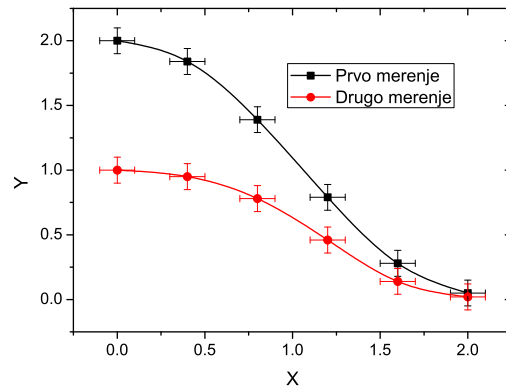
**Zadatak 4. (Naprednija obrada rezultata merenja)** Zavisnost neke fizičke veličine  $y$  od druge fizičke veličine  $x$  data je sa

$$y = c \exp\left(-\frac{x^2}{a} - \frac{x^4}{b}\right).$$

U tablici su prikazani rezultati dve serije merenja zajedno sa procenjenim greškama za  $x$  i  $y$ .

- (1) Grafički predstaviti rezultate merenja i srediti grafik kao na slici.
- (2) Veličina simbola je 12, debljina linije 1.5pt, veličina fonta svih oznaka povećana je jednom.
- (3) Linija koja povezuje tačke je glatka kriva (*spline*).
- (4) Izvršiti fitovanje **odgovarajućih** zavisnosti i odrediti koeficijente  $c$ ,  $a$  i  $b$ , kao i greške  $\Delta C$ ,  $\Delta a$  i  $\Delta b$  za obe serije merenja. Nacrtati i odgovarajući grafik.
- (5) Srediti grafik tako da je veličina simbola 12 a debljina linije 1.5pt.

$x$	$y_1$	$y_2$	$\Delta x$	$\Delta y$
0.0	2.00	1.00	0.05	0.05
0.4	1.84	0.95	0.05	0.05
0.8	1.39	0.78	0.05	0.05
1.2	0.79	0.46	0.05	0.05
1.6	0.28	0.14	0.05	0.05
2.0	0.05	0.02	0.05	0.05



Potrebno je obaviti određene transformacije, tako da se dobiju nove dve veličine  $X$  i  $Y$  (u funkciji od  $x$  i  $y$ ) koje su povezane linearnom ili polinomnom (u ovom slučaju kvadratnom) zavisnošću. Da bi pojednostavili postupak, nećemo uzimati u obzir date greške rezultata merenja (poslednje dve kolone tabele na prethodnoj strani).

Logaritmovanjem izraza za  $y$  dobijamo

$$\log_{10} y = \log_{10} c - \left( \frac{x^2}{a} + \frac{x^4}{b} \right) \log_{10} e.$$

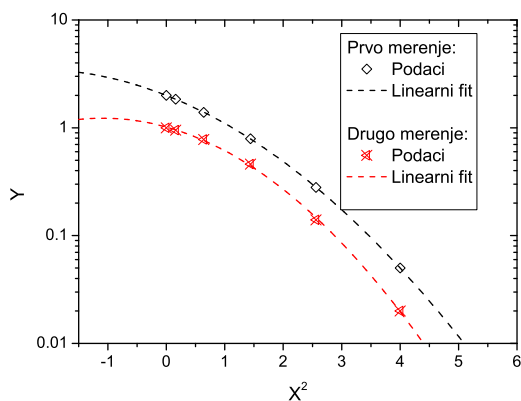
Sada je jasno da je  $Y = \log_{10} y$  kvadratna funkcija od  $X = x^2$ , tj.

$$Y = AX^2 + BX + C$$

gde je

$$A = -\frac{\log_{10} e}{b}, \quad B = -\frac{\log_{10} e}{a}, \quad C = \log_{10} c.$$

Dakle, generisaćemo još jednu kolonu sa vrednostima  $X = x^2$ . Pošto je  $Y = \log_{10} y$ , možemo da nacrtamo  $y$  u funkciji od  $X$ , pri čemu ćemo skalu na  $y$  osi podesiti da bude logaritamska. Tako dobijamo sledeći grafik:



Fitovanjem dobijamo sledeće vrednosti koeficijenata <sup>4</sup>:

$$A = -0.0467 \quad B = -0.213, \quad C = 0.300$$

$$\Delta A = 0.0004 \quad \Delta B = 0.001 \quad \Delta C = 0.001$$

Dalje je

$$a = -\frac{\log_{10} e}{B} = 2.039$$

$$b = -\frac{\log_{10} e}{A} = 9.299$$

$$c = 10^C = 1.995$$

Greške koeficijenata  $a$  i  $b$  određujemo koristeći izraze za relativne greške proizvoda i količnika:

$$\frac{\Delta a}{|a|} = \frac{\Delta B}{|B|} \Rightarrow \Delta a = |a| \frac{\Delta B}{|B|} = 0.01$$

$$\frac{\Delta b}{|b|} = \frac{\Delta A}{|A|} \Rightarrow \Delta b = |b| \frac{\Delta A}{|A|} = 0.08$$

Pošto je  $c = 10^C$ , grešku ovog koeficijenta računamo primenom pravila prvog izvoda:

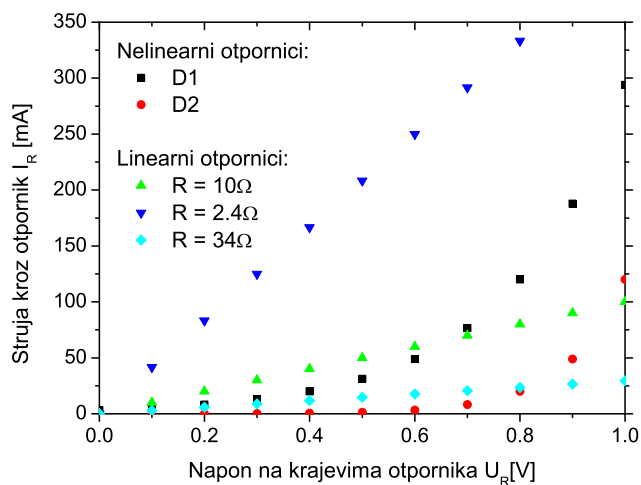
$$\Delta c = |10^C \ln 10| \Delta C = 0.005$$

<sup>4</sup>Analizu radimo samo za prvu seriju merenja, a vi možete da pokušate da odradite i za drugu :).

## 2 Razni zadaci

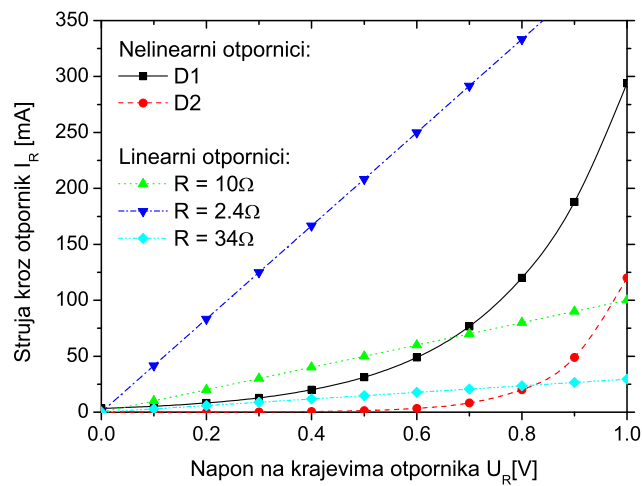
**Zadatak 1.** Grafički predstaviti strujno-naponske karakteristike linearnih i nelinearnih otpornika. Izmerene zavisnosti struje  $I$  od napona  $U$  za nelinearne otpornike date su u fajlu `zad1.txt`. Linearni otpornici imaju redom otpornosti .

- (1) Uneti podatke iz fajla `zad1.txt`.
- (2) Generisati vrednosti struje za linearne otpornike po formuli.
- (3) Nacrtati grafik na kome se prikazuju samo tačke (scatter).
- (4) Podesiti da su vrednosti na  $x$  osi u opsegu od 0 do 1 sa korakom 0.2 a na  $y$  osi od 0 do 350 sa korakom 50.
- (5) Veličina fonta ovih vrednosti je 24. Podesiti okvir sa svih strana pri čemu samo sa gornje strane crtice idu ka unutra dok sa ostalih strana idu ka spolja.
- (6) Napisati nazive svake od osa. Veličinu fonta povećati jednom.
- (7) Napraviti legendu.
- (8) Veličinu fonta povećati jednom.
- (9) Ubaciti ovu sliku u Word i dodati joj potpis.



**Zadatak 2.** Korišćenjem podataka iz predhodnog zadatka nacrtati sledeći grafik.

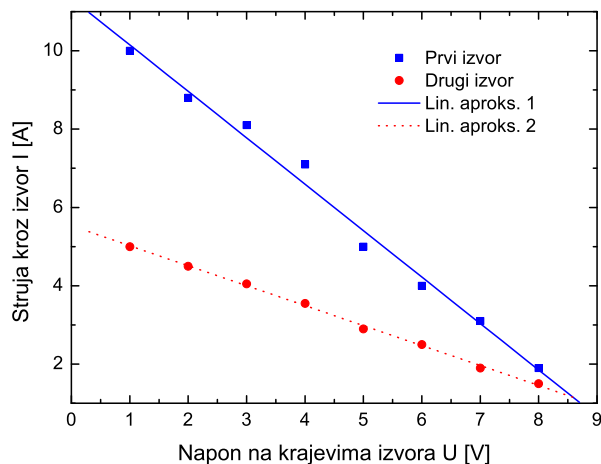
- (1) Umesto tačaka sada imamo linije sa tačkom. Linije su glatke krive koje prolaze kroz sve tačke.
- (2) Debljina linija je 1.
- (3) Alternativno se menjaju i boja i tip linije.
- (4) Ubaciti sliku u Word i dodati potpis.





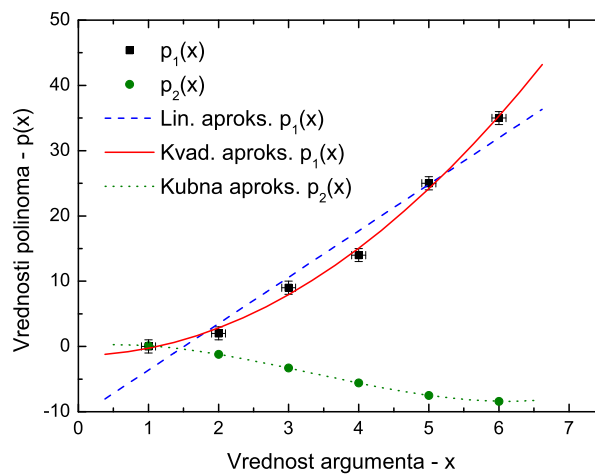
**Zadatak 3.** Na osnovu podataka datih u tabeli nacrtati grafik zavisnosti struje kroz izvor od napona na krajevima izvora. Izvršiti linearno fitovanje obe grupe podataka i odrediti koeficijent pravca i slobodni član provučene prave. Veličinu fonta svih oznaka povećati jednom (za jedan red veličine). Debljine svih linija su 1.5pt.

$U[V]$	$I_1[A]$	$I_2[A]$
1	10	5
2	8.8	4.5
3	8.1	4.05
4	7.1	3.55
5	5	2.9
6	4	2.5
7	3.1	1.9
8	1.9	1.5

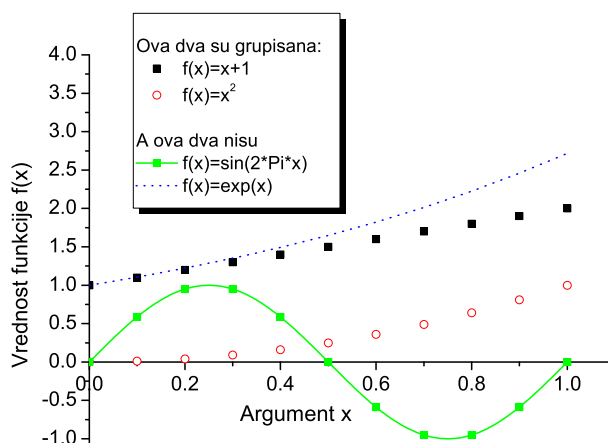


**Zadatak 4.** Na osnovu podataka datih u tabeli nacrtati grafik vrednosti funkcija  $p_1(x)$  i  $p_2(x)$  i izvršiti fitovanje vrednosti prve funkcije polinomom prvog i drugog stepena, a zatim fitovanje vrednosti druge funkcije polinomom trećeg stepena. Veličinu fonta svih oznaka povećati jednom (za jedan red veličine). Debljine svih linija su 1.5pt.

$x$	$p_1$	$p_2$	$\Delta x$	$\Delta p_1$
1	0	0.1	0.1	1
2	2	-1.2	0.1	1
3	9	-3.3	0.1	1
4	14	-5.6	0.1	1
5	25	-7.5	0.1	1
6	35	-8.4	0.1	1



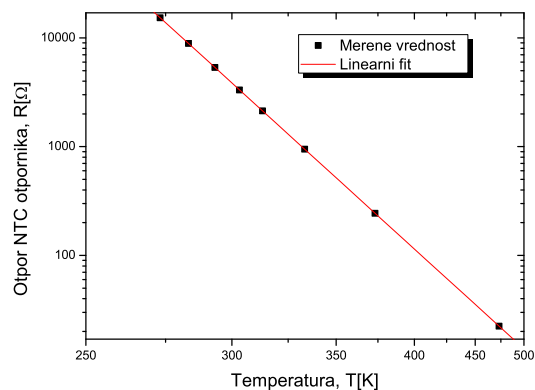
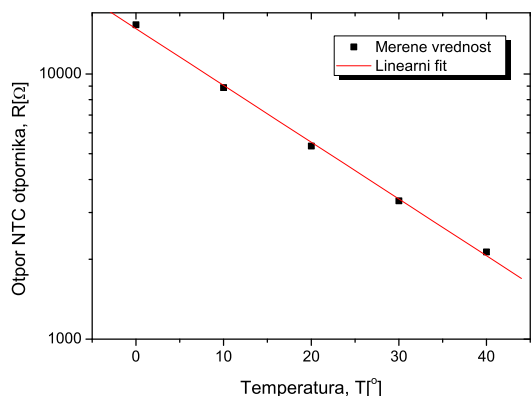
**Zadatak 5.** Nacrtati grafike funkcija  $x + 1$ ,  $x^2$ ,  $\sin(2\pi x)$ ,  $e^x$ . Vrednosti funkcija generisati u 10 tačaka. Pomeriti  $x$  osu. Veličinu fonta svih oznaka povećati jednom (za jedan red veličine). Debljine svih linija su 1.5pt. Sliku ubaciti u Word i dodati potpis.



**Zadatak 6.** Nacrtati grafike zavisnosti otpora NTC otpornika. Izmerene vrednosti su date u tabeli.

- (1) Uneti vrednosti u radnu svesku i izračunati odgovarajuće temperature u kelvinima.
- (2) Nacrtati grafik zavisnosti otpora od temperature, pri čemu je temperatura u celzijusima i u obzir se uzimaju samo prva 5 merenja.
- (3) Podesiti  $y$  osu na ovom grafiku da bude logaritamska.
- (4) Grafik fitovati pravom i odrediti zavisnost otpora od temperature.
- (5) Nacrtati grafik zavisnosti otpora od temperature, pri čemu je temperatura u kelvinima i u obzir se uzimaju sva merenja. Podesiti  $y$  osu da bude logaritamska, a  $x$  osu da bude recipročna ( $1/T$ ).
- (6) Grafik fitovati pravom i odrediti zavisnost otpora od temperature.

T[°]	R[Ω]
0	15337.9
10	8888.66
20	5346.53
30	3325.61
40	2132.27
60	949.609
100	244.3
200	22.3887

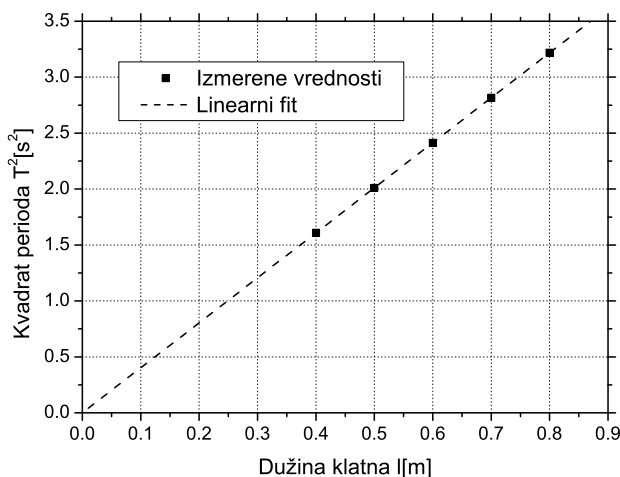


**Zadatak 7.** Izvršiti obradu rezultata merenja perioda oscilovanja matematičkog klatna i naći ubrzanje zemljine teže. Mereno je vreme za koje klatno izvrši  $N = 15$  oscilacija. Mereni rezultati su dati u tabeli. Period oscilovanja klatna izračunava se po formuli

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

$l$ [m]	$T_{15}$ [s]
0.4	19.03
0.5	21.27
0.6	23.3
0.7	25.17
0.8	26.91

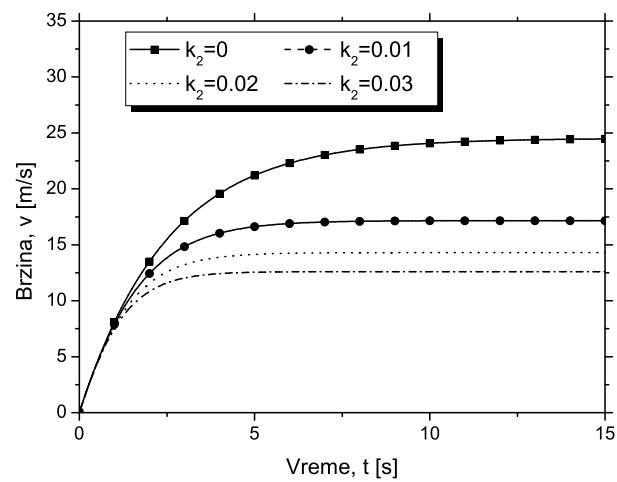
- (1) Ubaciti ove podatke u **Origin** i izračunati period oscilovanja za svako merenje po formuli  $T = T_{15}/15$ .
- (2) Izračunati vrednosti kvadrata perioda  $T^2$ .
- (3) Fitovati ovaj grafik pravom, ali tako da prava prolazi kroz nulu.
- (4) Nacrtati grafik zavisnosti kvadrata perioda  $T^2$  od dužine  $l$ . Grafik srediti kao na slici. Sve oznake na grafiku i brojeve povećati jednom. Debljina fitovane linije je 1.5 a debljina grid linija je 0.5.
- (5) Na osnovu vrednosti koeficijenta pravca i greške izračunati vrednost i grešku merenja ubrzanja zemljine teže.



**Zadatak 8.** Grafički predstaviti zavisnost brzine kuglice pri slobodnom padu i dejstvu otpora vazduha za različite vrednosti koeficijenta otpora vazduha. Jednačina kretanja kuglice je

$$ma = mg - k_1v - k_2v^2.$$

- (1) Uneti podatke iz fajla `zad8.txt`.
- (2) Nacrtati grafik. Sve oznake na grafiku i brojeve povećati jednom. Debljina linija na grafiku je 1.5. Prva dva grafika su grupisana, pri čemu se inkrementalno menja tip linije i tip simbola. Crta se svaki 10ti simbol. Druga dva grafika nisu grupisana.
- (3) Dobijeni grafik zapamtiti kao sliku u `png` formatu i uneti u `Word`.
- (4) Podesiti da tekst ne ide oko slike i dodati potpis ispod slike.



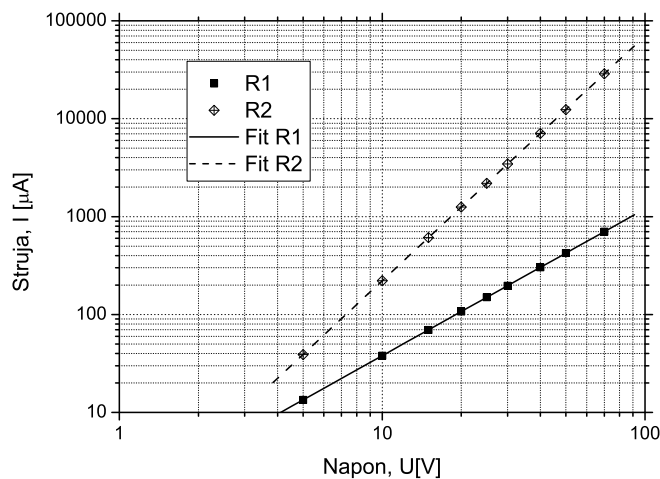
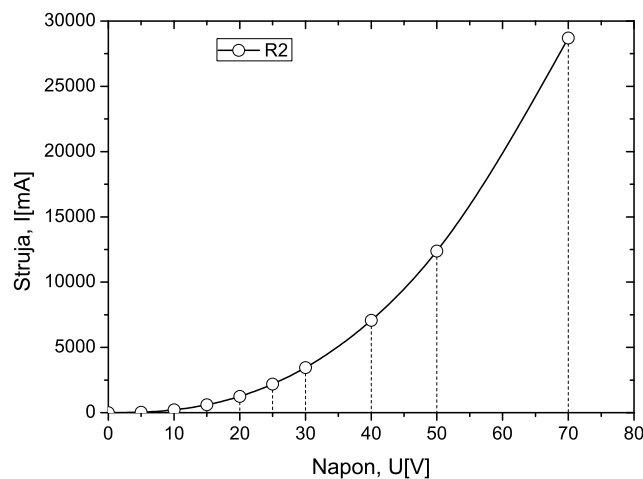
**Zadatak 9.** Nacrtati grafik strujno-naponskih karakteristika dva nelinearna otpornika.

- (1) Uneti podatke iz fajla zad9.txt.
- (2) Nacrtati grafik u linearnoj skali i formatirati ga kao na slici. Sve oznake na grafiku i brojeve povećati jednom. Debljina grafika je 1.5 a istačkanih linija 0.5. Linija koja povezuje tačke je glatka i ide iza simbola.
- (3) Nacrtati grafik u log - log skali. Izvršiti linearno fitovanje.
- (4) Ukoliko je teorijska zavisnost struje od napona data izrazom

$$I = aU^b,$$

na osnovu dobijenih parametara fitovanja izračunati koeficijente.

- (5) Grafike uneti u Word, podesiti da tekst ne ide oko slika i dodati potpis ispod slika.

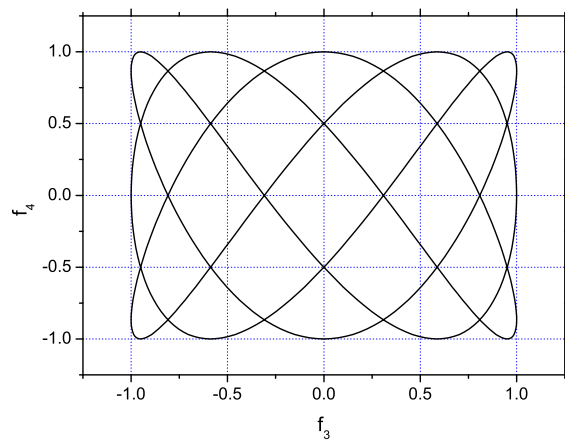
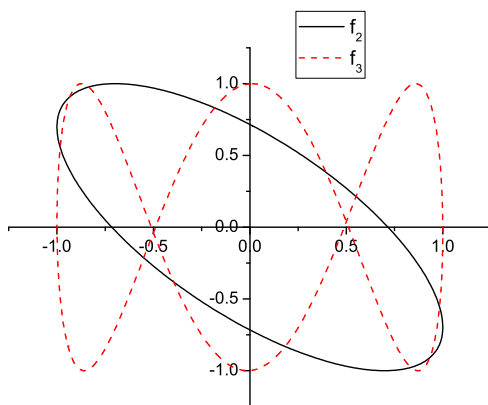


### Zadatak 10. (Lisažuove figure)

- (1) U radnoj svesci dodati 3 nove kolone.
- (2) U prvoj koloni generisati brojeve 0, 1, 2, ... 500. U narednim kolonama generisati vrednosti funkcija:

$$f_1(x) = -\sin\left(\frac{\pi x}{250}\right), \quad f_2(x) = \sin\left(\frac{\pi x}{250} + \frac{\pi}{4}\right),$$
$$f_3(x) = \cos\left(\frac{3\pi x}{250}\right), \quad f_4(x) = \cos\left(\frac{\pi x}{50} + \frac{\pi}{2}\right)$$

- (3) Nacrtati prvi grafik, tako da je  $f_1$  na  $x$  osi, a  $f_2$  i  $f_3$  na  $y$  osi. Veličinu fonta svih oznaka (brojeva, potpisa ispod grafika i legende) povećati jednom. Debljina linije je 1.5pt. Linije se spajaju dužima (straight). Obe ose se nalaze na poziciji 0.
- (4) Nacrtati drugi grafik, tako da je  $f_3$  na  $x$  osi, a  $f_4$  na  $y$  osi. Veličinu fonta svih oznaka (brojeva, potpisa ispod grafika i legende) povećati jednom. Debljina linije je 1.5pt. Ubaciti grid linije pri čemu je njihova debljina 0.5 a boja plava.
- (5) Grafike uneti u Word. Formatirati ih tako da tekst ne ide oko njih. Ubaciti potpise ispod grafika.



**Zadatak 11.** Nacrtati grafik zavisnosti dva napona u električnom kolu od vremena. U tabeli su date izmerene vrednosti.

$t[\text{ms}]$	$U_1[\text{V}]$	$U_2[\text{V}]$
1	3.67	12.13
3	0.49	4.46
5	0.067	1.64
7	0.0091	0.6
9	0.0012	0.22

(1) Nacrtati grafik. Napon  $U_1$  je tipa linija + simbol pri čemu je veličina simbola 12pt. Veličinu fonta svih oznaka (brojeva, potpisa ispod grafika i legende) povećati jednom. Debljina linije je 1.5pt.

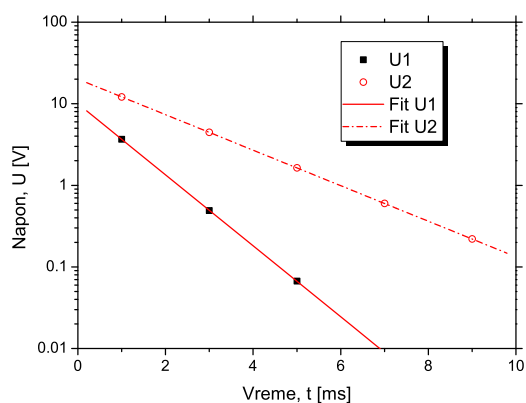
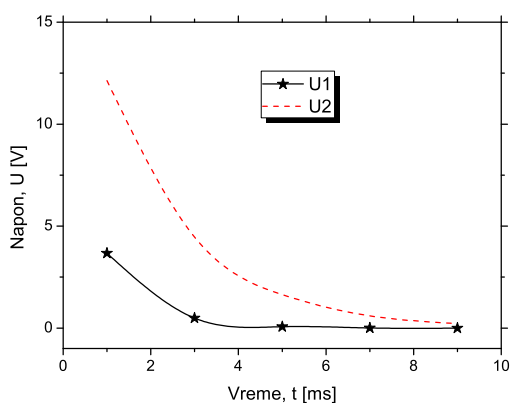
(2) Nacrtati drugi grafik. Podesiti  $y$  osu na grafiku tako da bude logaritamska. Vrednosti na  $y$  osi su u opsegu 0.01V - 100V. Veličinu fonta svih oznaka (brojeva, potpisa ispod grafika i legende) povećati jednom.

(3) Podesiti da se vrsta, boja kao i tip simbola menjaju inkrementalno.

(4) Fitovati obe zavisnosti pravom. Debljina linije je 1.5pt.

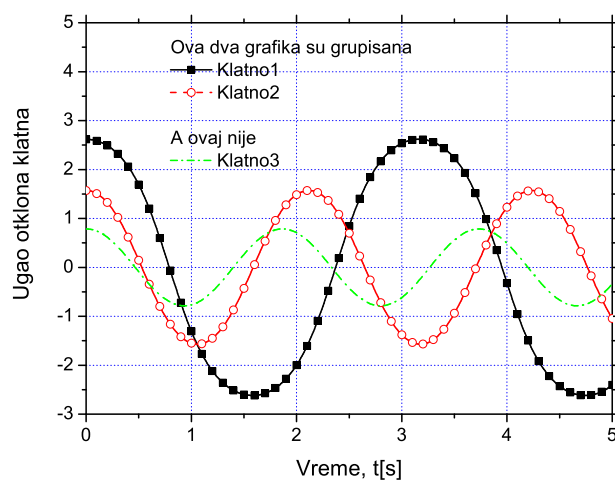
(5) Ubaciti grafike u Word.

(6) Pod pretpostavkom da su teorijske zavisnosti ova dva napona u funkciji vremena  $U_1(t) = U_{01}e^{-t/\tau_1}$  i  $U_2(t) = U_{02}e^{-t/\tau_2}$  na osnovu rezultata dobijenih fitovanjem odrediti  $U_{01}$ ,  $U_{02}$ ,  $\tau_1$  i  $\tau_2$ . Obrazložiti postupak pomoću kog su rezultati dobijeni.



**Zadatak 12.** Nacrtati grafik zavisnosti ugla otklona matematičkog klatna od vremena. Iz fajla zad12.txt učitati podatke (ukupno 4 kolone). Nacrtati grafik prema sledećem uputstvu:

- (1) Prva dva grafika su grupisana, a treći nije.
- (2) Prva dva grafika su tipa *line + symbol*. Svaki jedanaesti simbol se prikazuje. Debljina linije je 1.5pt. Veličinu fonta svih oznaka (brojeva, potpisa ispod grafika i legende) povećati jednom.
- (3) Treći grafik je linija. Debljina linije je 1.5pt.
- (4) Debljina grid linija je 0.5pt.
- (5) Grafik uneti u Word. Formatirati ga tako da tekst ne ide oko njega. Ubaciti potpis ispod grafika.



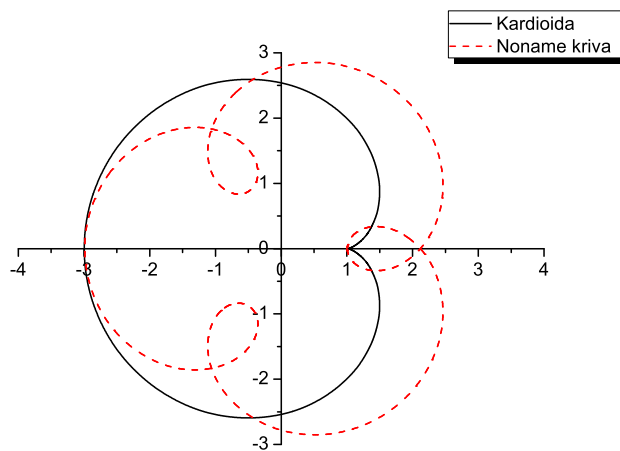


### Zadatak 13.

- (1) U radnoj svesci dodati još 3 kolone.
- (2) U koloni A generisati uniformno brojeve od 0 do  $2\pi$  sa korakom  $2\pi/100$ . U narednim kolonama generisati vrednosti funkcija:

$$\begin{aligned}x_1(t) &= 2(\cos t - 0.5 \cos(2t)), & y_1(t) &= 2(\sin t - 0.5 \sin(2t)) \\x_2(t) &= 2(\cos t - 0.5 \cos(4t)), & y_2(t) &= 2(\sin t - 0.5 \sin(4t))\end{aligned}$$

- (3) Nacrtati grafik koji se sastoji iz dve krive. Prva kriva se dobija kada je  $x_1(t)$  na  $x$  osi, a  $y_1(t)$  na  $y$  osi, a druga kada je  $x_2(t)$  na  $x$  osi, a  $y_2(t)$  na  $y$  osi. Podesiti da se tip linije i boja menjaju inkrementalno. Debljina linije je 1.5pt.
- (4) Skalu na  $x$  osi podesiti od -4 do 4 a na  $y$  osi od -3 do 3. Veličinu fonta svih oznaka povećati jednom. Linija koja povezuje tačke je tipa *b-spline*.



**Zadatak 14.** Zavisnost neke fizičke veličine  $y$  od neke fizičke veličine  $x$  je  $y(x) = c \exp\left(-\frac{x^2}{b}\right)$ .

U tablici su dati rezultati merenja.

$x$	$y_1$	$y_2$
0	2	1.5
0.2	1.8	1.4
0.4	1.5	1
0.6	1.1	0.6
0.8	0.7	0.3
1	0.4	0.1

- (1) Grafički predstaviti rezultate merenja.
- (2) Veličina simbola je 12, debljina linije 1.5pt, veličina fonta svih oznaka povećana je jednom.
- (3) Linija koja povezuje tačke je glatka kriva.
- (4) Skala na  $x$  osi je od -0.1 do 1.1 a na  $y$  osi od 0 do 2.5.
- (5) Dodati još jednu kolonu u worksheetu i izračunati vrednosti za svako merenje. Nacrtati grafik zavisnosti  $y$  od  $x^2$ . Podesiti odgovarajuću skalu tako da se linearnim fitovanjem mogu izračunati koeficijenti  $c$  i  $b$ .
- (6) Izvršiti linearno fitovanje za obe serije merenja i odrediti koeficijente  $c$  i  $b$  kao i greške za ove koeficijente.
- (7) Grafik srediti kao na slici. Veličina simbola je 12, a debljina linija 1.5pt

