

Domaći zadatak 4, Uvod u laboratorijski rad

1. Prekucati u Microsoft Word-u sledeće jednačine:

$$\int \psi_f^* z \psi_i d\tau = \left(\frac{4\pi}{3}\right)^{1/2} \int_0^\infty R_{n_f, l_f} R_{n_i, l_i} r^2 dr \int_0^\pi \int_0^{2\pi} Y_{l_f, m_{l_f}}^* Y_{1,0} Y_{l_i, m_{l_i}} \sin\theta d\theta d\phi$$

$$C_p - C_v = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p - \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_p + \left(\frac{\partial(pV)}{\partial T}\right)_p - \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v$$

$$\begin{aligned} \mu_{fi} &= \langle \varepsilon_f v_f | \{-e \sum_i r_i + e \sum_l Z_l R_l\} | \varepsilon_i v_i \rangle \\ &= -e \sum_i \langle \varepsilon_f | r_i | \varepsilon_i \rangle \langle v_f | v_i \rangle + e \sum_l Z_l \langle \varepsilon_f | \varepsilon_i \rangle \langle v_f | R_l | v_i \rangle \end{aligned}$$

2. Merenje mase uzorka je ponovljeno deset puta i dobijene su sledeće vrednosti (u g):

1,08	1,09	1,11	1,06	1,13	1,00	1,02	1,03	1,06	1,08
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Korišćenjem programa Excel i ključnih reči koje su date u materijalu sa predavanja odrediti srednju vrednost merenja, standardnu devijaciju, varijansu, modu, medijanu, minimalnu vrednost, maksimalnu vrednost, opseg merenja, i 90 i 95% interval sigurnosti (korišćenjem ključne reči T.INV). Sve vrednosti otkucati u nastavku.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1			1.08	1.09	1.11	1.06	1.13	1	1.02	1.03	1.06	1.08
2												
3	srednja vrednost	AVERAGE(C1:L1)	1.066									
4	standardna dev	STDEV.S(C1:L1)	0.040607									
5	varijansa	VAR.S(C1:L1)	0.001649									
6	moda	MODE(C1:L1)	1.08									
7	medijana	MEDIAN(C1:L1)	1.07									
8	minimalna vr	MIN(C1:L1)	1									
9	maksimalna vr	MAX(C1:L1)	1.13									
10	t vrednost 90	T.INV(0.9,9)	1.383029									
11	t vrednost 95	T.INV(0.95,9)	1.833113									
12	int sigurnosti 90	t*/sqrt(10)	0.018									
13	int sigurnosti 95	t*/sqrt(10)	0.024									

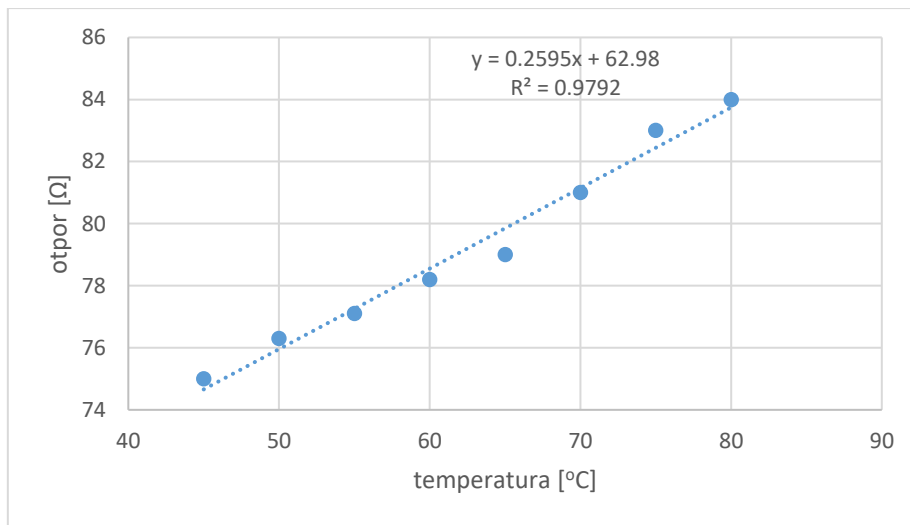
3. Merenjem zavisnosti otpora rastvora NaCl od koncentracije dobijene su sledeće vrednosti:

Otpor [Ω]	75,0	76,3	77,1	78,2	79,0	81	83	84
Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]	45	50	55	60	65	70	75	80

Korišćenjem programa Excel i ključnih reči koje su date u materijalu sa predavanja odrediti nagib i odsečak prave koja prolazi kroz eksperimentalne tačke, a nakon toga i standardnu devijaciju nagiba i odsečka. Rezultate prikazati korišćenjem pravila o zaokruživanju brojeva i odrediti jedinice. Sve vrednosti otkucati u nastavku.

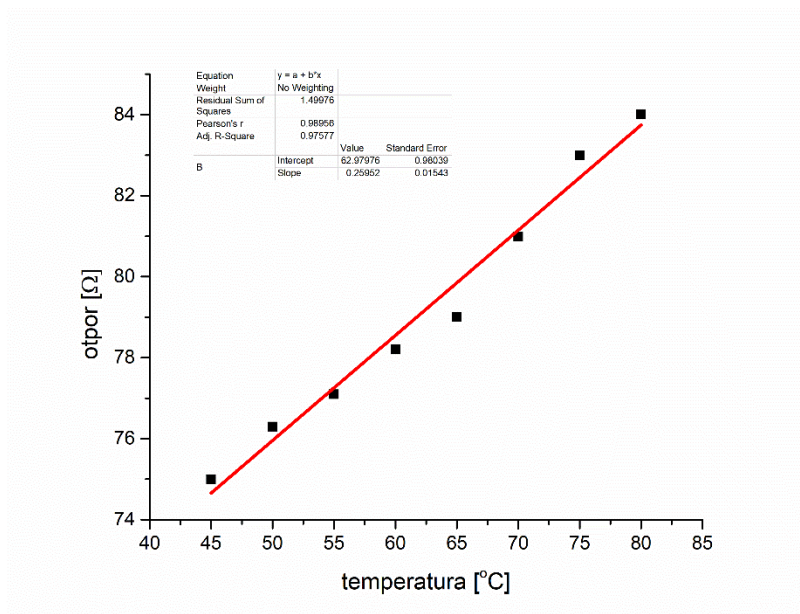
	A	B	C	D	E	F	G
1	45	75					
2	50	76.3					
3	55	77.1					
4	60	78.2		k	0.259524	62.97976	n
5	65	79		sk	0.015429	0.980386	sn
6	70	81		R2	0.979233	0.49996	sy
7	75	83					
8	80	84		k	0.26±0.02	Ω/oC	
9				n	63±1	Ω	

Nacrtati grafik zavisnosti otpora rastvora NaCl od temperature u Excel-u poštujući sva pravila o pripremi grafika i prikazati u nastavku.



Grafik 1. Zavisnost otpora rastvora NaCl od temperature.

Nacrtati grafik zavisnosti otpora rastvora NaCl od temperature u Origin-u poštujući sva pravila o pripremi grafika i prikazati u nastavku.



Grafik 2. Zavisnost otpora rastvora NaCl od temperature.

Domaći zadatak 4, Uvod u laboratorijski rad

4. Arenijusova jednačina povezuje konstantu brzine, energiju aktivacije i temperaturu:

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$$

Linearizovati jednačinu izračunavanjem vrednosti prirodnog logaritma leve i desne strane i prikazati zavisnost $\ln(k)$ od recipročne vrednosti temperature. U datoj jednačini pokazati čemu je jednak nagib, a čemu odsečak. U nastavku su prikazane vrednosti konstante brzina i temperature. Preračunati u Excel-u vrednosti koje su potrebne za grafik i primenom metode najmanjih kvadrata odrediti A i E_a , ako je $R=8,314 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$. U nastavku prikazati grafik $\ln(k)$ u funkciji recipročne vrednosti temperature (urađen u Origin-u) i otkucati vrednosti A i E_a .

k (s ⁻¹)	T (K)
20,1	117,6
12,2	133,3
7,4	153,8
4,5	181,8
2,7	222,2
1,6	285,7

Linearizacija jednačine:

$$\ln(k) = \ln\left(Ae^{-\frac{E_a}{RT}}\right) = \ln(A) + \ln\left(e^{-\frac{E_a}{RT}}\right) = \ln(A) - \frac{E_a}{RT}$$

Na osnovu jednačine $\ln(k)$ je linearna funkcija od $\frac{1}{T}$, pri čemu je odsečak jednak $\ln(A)$, a nagib $-\frac{E_a}{R}$.

	A	B	C	D	E
1					
2	T (K)	k (s-1)	T ⁻¹ (K ⁻¹)	ln(k)	
3	117.6	20.1	0.008503	3.00072	
4	133.3	12.2	0.007502	2.501436	
5	153.8	7.4	0.006502	2.00148	
6	181.8	4.5	0.005501	1.504077	
7	222.2	2.7	0.0045	0.993252	
8	285.7	1.6	0.0035	0.470004	
9			1/T	ln(k)	

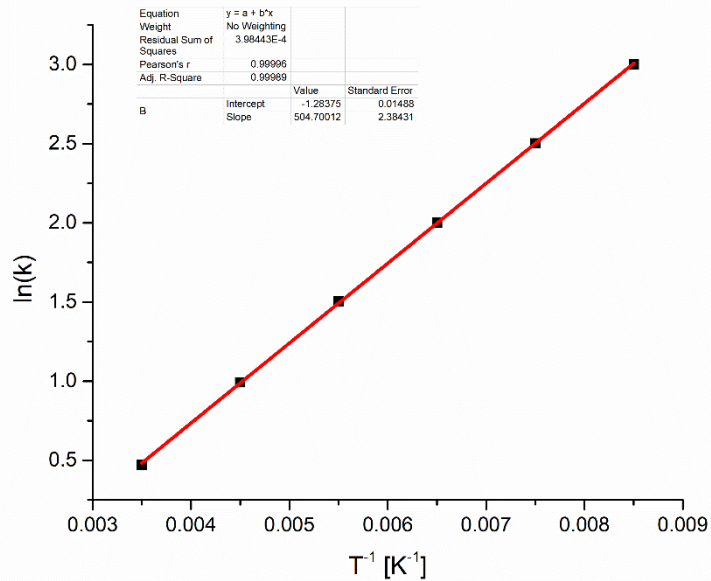
$$\text{odsečak} = -1,28 = \ln(A)$$

$$A = e^{-1,28} = 0,28 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{nagib} = 504,7 \text{ K} = -\frac{E_a}{R}$$

$$E_a = - - 504,7 \text{ K} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{molK}} = -4,196 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Napomena: u eksperimentalnom radu energija aktivacije je pozitivna veličina i konstanta brzine raste sa porastom temperature.

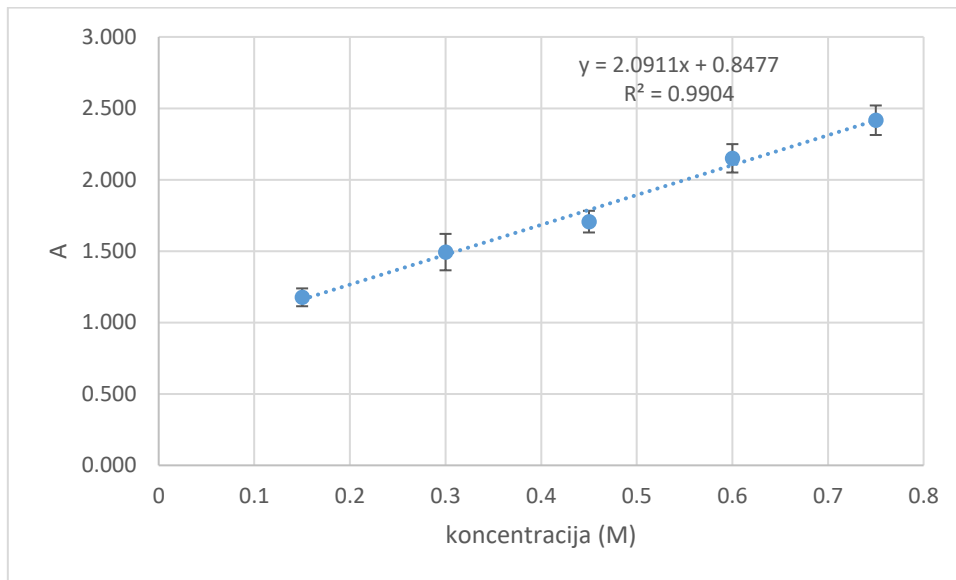
Grafik 3. Zavisnost $\ln(k)$ od recipročne vrednosti temperature.

5. Merenje apsorbancije rastvora je ponovljeno tri puta za svaki rastvor i rezultati su prikazani u tabeli u nastavku, dok je vrednost apsorbancije rastvora nepoznate koncentracije iznosila 1,55/1,59/1,57. Izračunati srednju vrednost i standardnu devijaciju za svako od merenja, kao i 95% interval pouzdanosti u programu Excel. Prikazati grafički zavisnost apsorbancije od koncentracije i uključiti neodređenosti za merenje apsorbancije kao 95% interval pouzdanosti (u Excel-u i Origin-u). Na osnovu vrednosti apsorbancije rastvora nepoznate koncentracije odrediti vrednost koncentracije i neodređenost merenja (za Δy (ΔA) rastvora nepoznate koncentracije isto izračunati 95% interval pouzdanosti i to uvrstiti u formulu za neodređenost koncentracije).

Koncentracija (M)	A1	A2	A3
0,15	1,15	1,18	1,20
0,30	1,45	1,55	1,48
0,45	1,68	1,74	1,70
0,60	2,11	2,15	2,19
0,75	2,45	2,43	2,37

Domaći zadatak 4, Uvod u laboratorijski rad

	A	B	C	D	E	F	G
1	Koncentracija (M)	A1	A2	A3	Asr	stan. dev.	conf. Int
2	0,15	1.15	1.18	1.2	1.177	0.025	0.0625
3	0,30	1.45	1.55	1.48	1.493	0.051	0.1275
4	0,45	1.68	1.74	1.7	1.707	0.031	0.0759
5	0,60	2.11	2.15	2.19	2.150	0.040	0.0994
6	0,75	2.45	2.43	2.37	2.417	0.042	0.1034
7	nepoznato	1.55	1.57	1.59	1.570	0.020	0.0497
8					AVERAGE(B:D)	STDEV.S(B:D)	4.303*st.dev/sqrt(3)
9							
10							
11	t vrednost za 95% i dva stepena slobode	4.303					

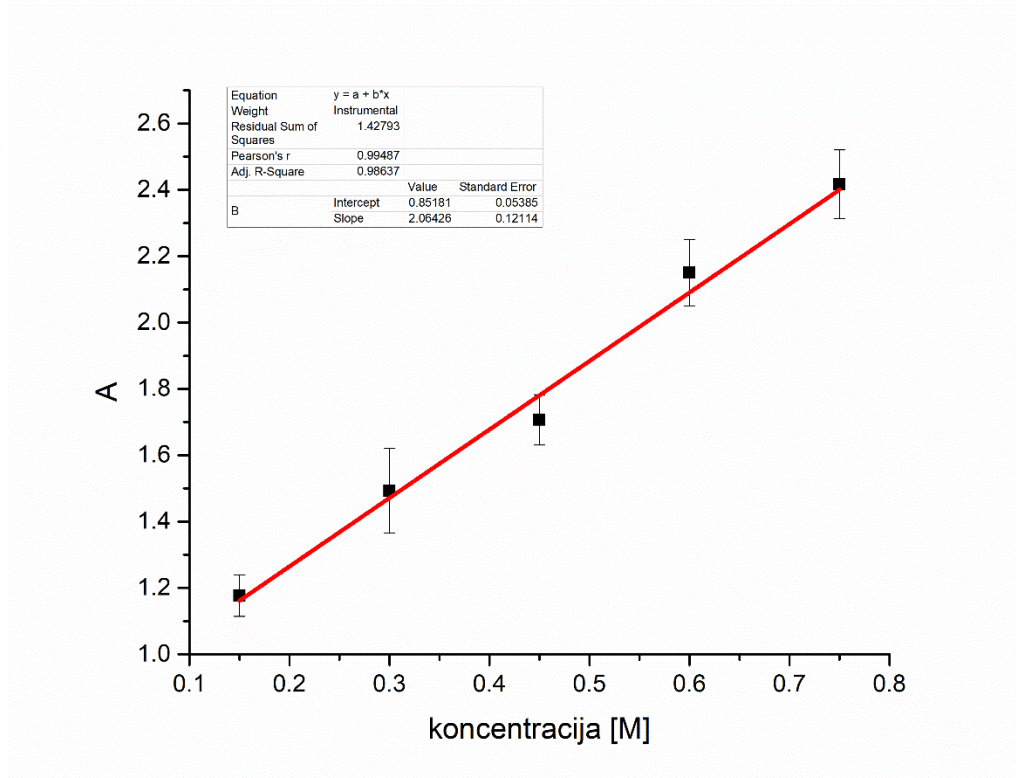


Grafik 4. Zavisnost apsorbancije rastvora od koncentracije.

$$x_{nepoznato} = \frac{1,570 - 0,85}{2,06} M = 0,3495 M$$

$$\Delta x_{nepoznato} = \frac{\Delta A}{k} + \frac{\Delta n}{k} + (A - n) \frac{\Delta k}{k^2} = \frac{0,0497}{2,06} M + \frac{0,054}{2,06} M + (1,570 - 0,85) \frac{0,121}{2,06^2} = 0,0708 M$$

$$x_{nepoznato} = (0,35 \pm 0,08) M$$



Grafik 5. Zavisnost apsorbancije od koncentracije.

6. Zavisnost toplotnog kapaciteta od temperature se može prikazati sledećom jednačinom:

$$C_p = A + A_1 T + A_2 T^2 + A_3 T^3$$

Merenjem toplotnog kapaciteta supstance X u funkciji od temperature dobijene su sledeće vrednosti:

T (K)	C _p
300	285
400	544
500	920
600	1450
700	2150
800	2800

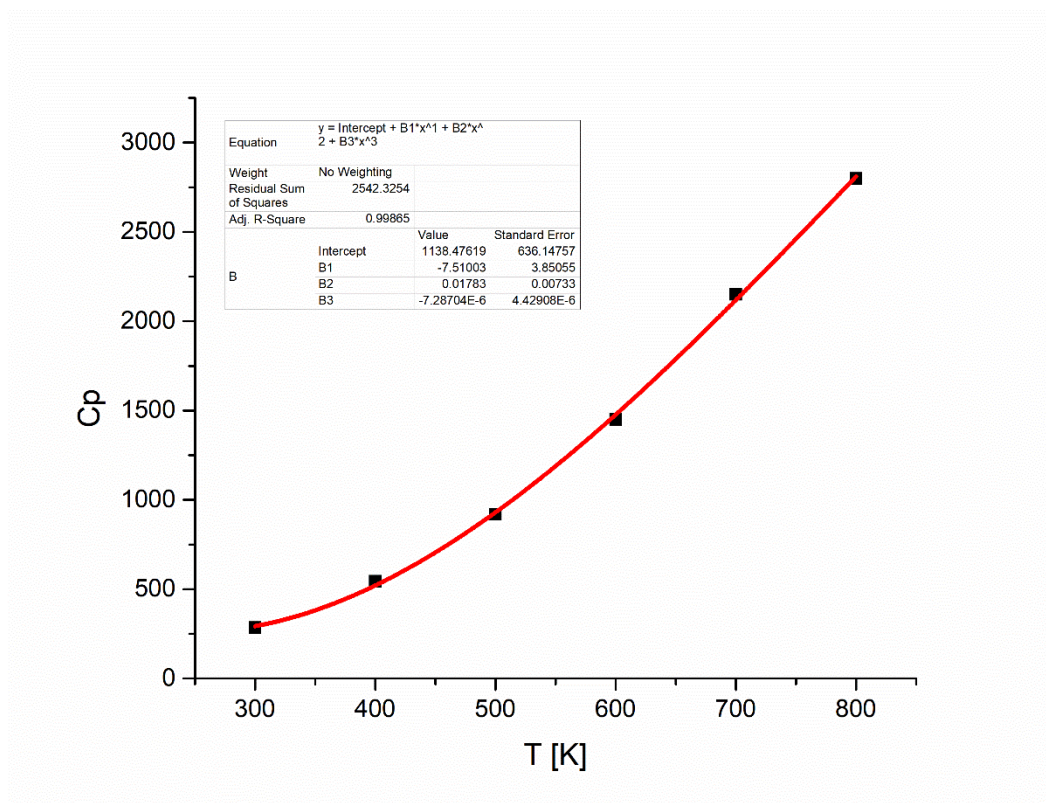
Odrediti u programu Origin vrednosti konstanti i njihovih neodređenosti fitovanjem eksperimentalnih podataka polinomom trećeg stepena i rezultate prikazati prema pravilima o zaokruživanju.

$$A = (1100 \pm 700)$$

$$A_1 = -(8 \pm 4)$$

$$A_2 = (0,018 \pm 0,008)$$

$$A_3 = -(7 \pm 5) \cdot 10^{-6}$$



Grafik 6. Zavisnost toplotnog kapaciteta od temperature.