

SVJETLOSNO RASPRŠENJE NA MIKRONSKIM ČESTICAMA

Pruredili: Andrea Gruić, Marko Popović i Krešimir Rukavina
mentor: Mile Karlica

Uvod

Ove godine na XXXVI. astronomskoj ljetnoj školi u Brodarici bavili smo se proučavanjem svjetlosnog raspršenja na česticama mikronskih veličina. Raspršenje svjetlosti se događa kada elektromagnetski val (npr. svjetlost) naiđe na prepreku, u našem slučaju na čestice raspršene u prostoru. U trenutku kada EM val susretne neku česticu frekvencija električnog polja periodički ometa orbitu elektrona u postojećim molekulama. Oscilacija ili smetnja zove se inducirani dipolni moment. On se manifestira kao novi izvor EM zračenja. Što je veličina čestice bliža valnoj duljini svjetlosti to je raspršenje bolje. Dvije su teorije svjetlosnog raspršenja: Rayleighova i Mieova. Odnos struje zračenja koje prođe kroz uzorak i struje zračenja koje padne na uzorak naziva se transmitancija, T :

$$T = I/I_0$$

Apsorpcija, A , je definirana kao prirodni logaritam (baza e) recipročne vrijednosti transmitancije.

$$A = -\ln T = \ln(I_0/I)$$

Teoretski se predviđa da za koloide malih koncentracija čestica vrijedi eksponencijalni zakon opadanja struja zračenja u ovisnosti o koncentraciji c , koji je dan sljedećim izrazom

$$I(c) = I_0 e^{-k \cdot c}$$

gdje je K (kappa) karakteristična konstanta. Inače općenito vrijedi zakon opadanja jakosti struje zračenja u ovisnosti o prijedenom putu unutar koloida x , te je dan sa zakonom:

$$I(x) = I_0 e^{k \cdot x}$$

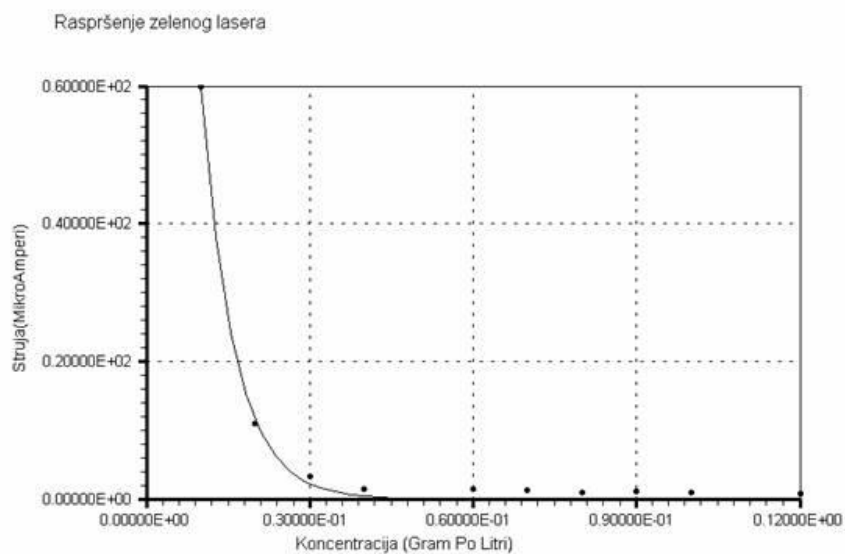
Praktični dio

Cilj našega rada bio je pokazati raspršenje zraka svjetlosti različitih valnih duljina. Koristili smo crveni ($\lambda = 630$ nm) i zeleni ($\lambda = 450$ nm) laser, vodu, mlijeko, fotodiodu, ampermetar i žice. Prvo smo izmjerili jakost struje crvenog i zelenog lasera kroz čistu vodu, dakle bez dokapavanja mlijeka. Dobili smo sljedeće vrijednosti: za crveni laser $0,69 \mu A$, a za zeleni $1,53 \mu A$. Zatim smo po kap dokapavali mlijeko, te smo za svaku dodanu kap mjerili jakost struje. Dobili smo podatke koje smo zatim obradili.

Obrada podataka

1) Zeleni laser

broj kapljica	conc. (g/L)	struja (μA)
1.00	0.01	60.00
2.00	0.02	11.00
3.00	0.03	3.20
4.00	0.04	1.50
5.00	0.06	1.40
6.00	0.07	1.30
7.00	0.08	1.00
8.00	0.09	1.10
9.00	0.10	1.00
11.00	0.12	0.70



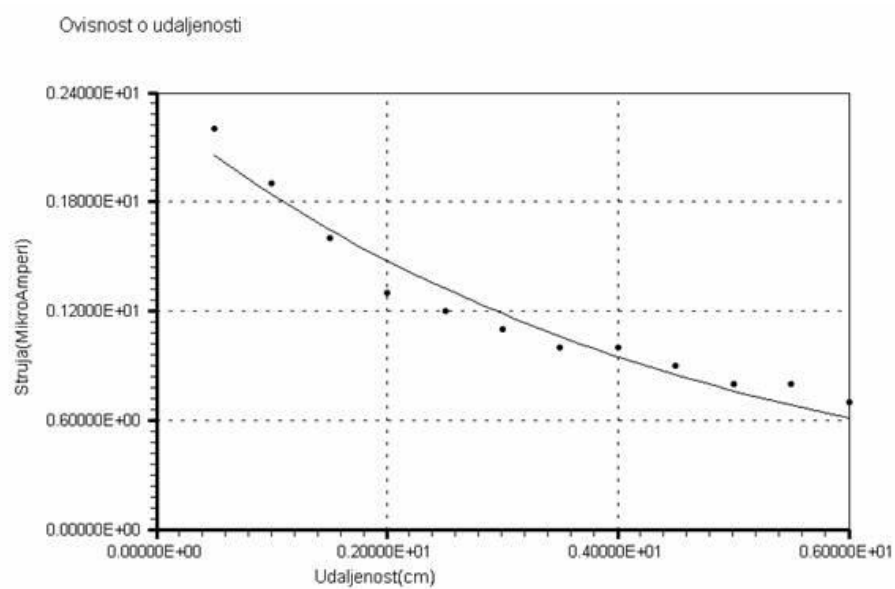
$$A = 0.312186826$$

$$B = -0.16501505$$

$$\sigma A = 0.2984197984$$

$$\sigma B = 0.904376368$$

x (cm)	struja (μA)
0.50	2.20
1.00	1.90
1.50	1.60
2.00	1.30
2.50	1.20
3.00	1.10
3.50	1.00
4.00	1.00
4.50	0.90
5.00	0.80
5.50	0.80
6.00	0.70



$$A = 0.2294872$$

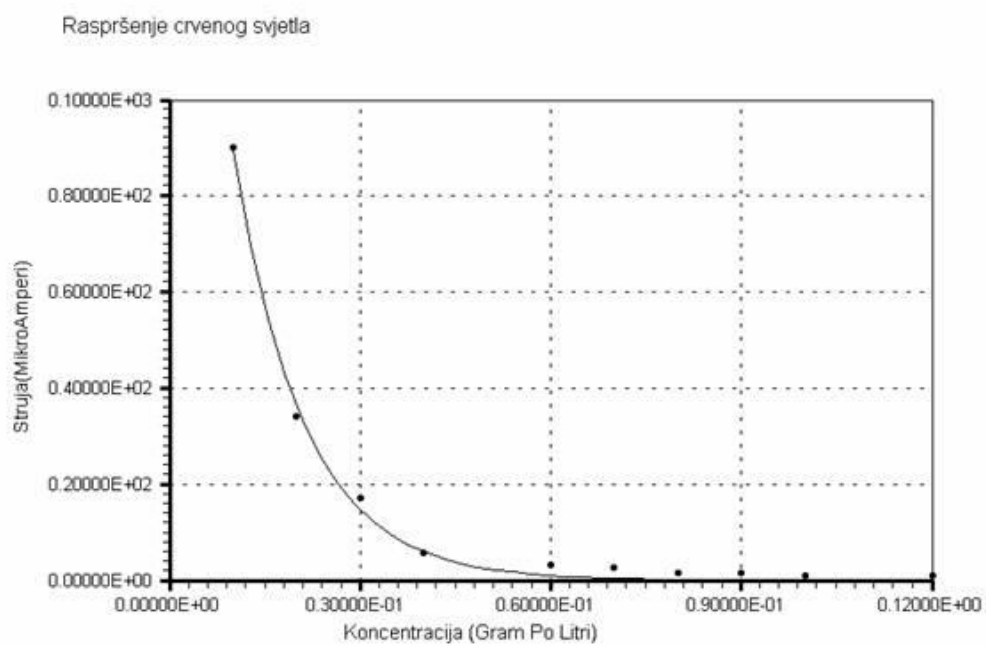
$$B = -0.2206837$$

$$\sigma A = 0.9406324$$

$$\sigma B = 0.1615468$$

2) Crveni laser

<i>conc. (g/L)</i>	<i>struja (μA)</i>
0.01	90.00
0.02	34.00
0.03	17.10
0.04	5.80
0.06	3.10
0.07	2.70
0.08	1.40
0.09	1.40
0.10	1.10
0.12	0.90



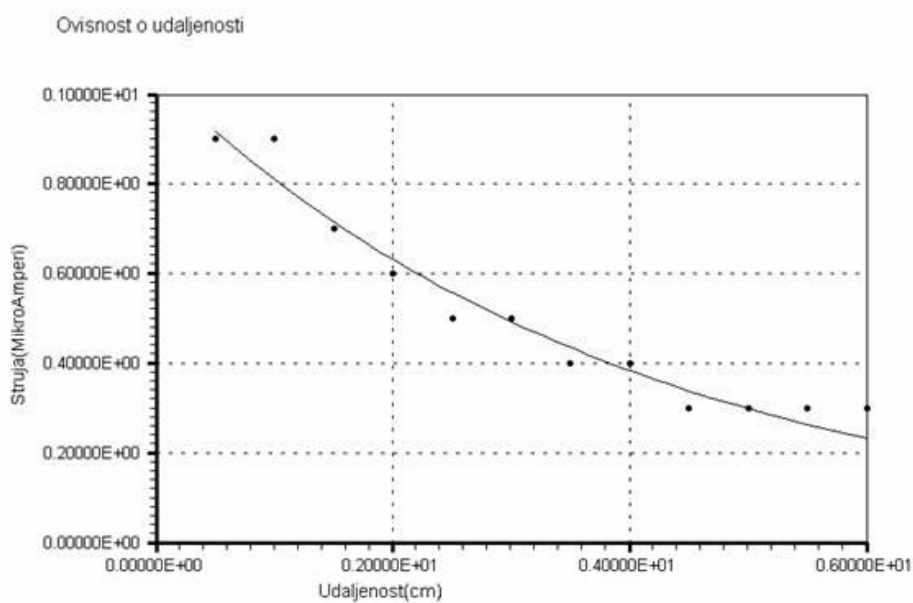
$$A = 0.2203715$$

$$B = -0.9014218$$

$$\sigma A = 0.1100621$$

$$\sigma B = 0.3881557$$

x (cm)	struja (μA)
0.50	0.90
1.00	0.90
1.50	0.70
2.00	0.60
2.50	0.50
3.00	0.50
3.50	0.40
4.00	0.40
4.50	0.30
5.00	0.30
5.50	0.30
6.00	0.30



$$A = 0.1040125$$

$$\sigma A = 0.433297$$

$$B = -0.2493691$$

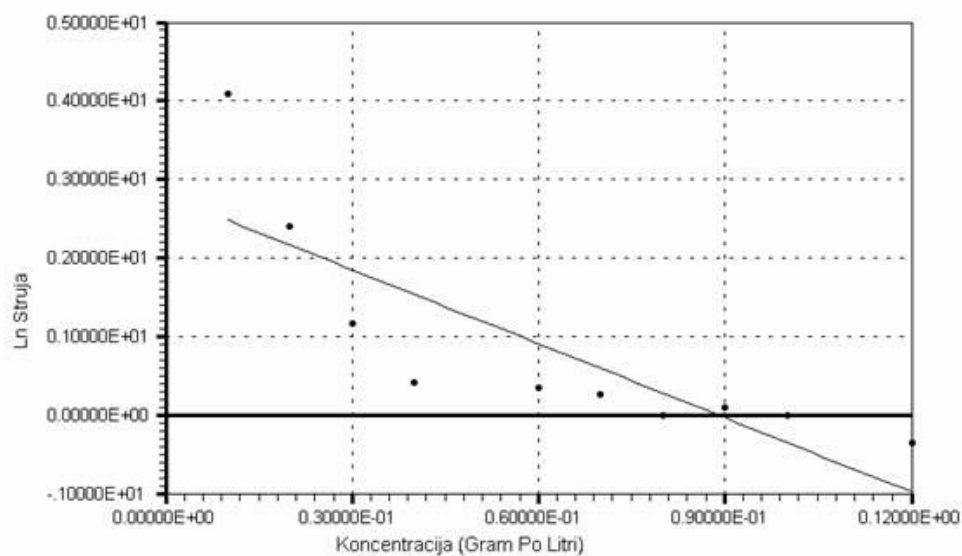
$$\sigma B = 0.1730568$$

3) Log testovi

- zeleni

<i>conc. (g/L)</i>	<i>ln struja</i>
0.01	4.09
0.02	2.40
0.03	1.16
0.04	0.41
0.06	0.34
0.07	0.26
0.08	0.00
0.09	0.10
0.10	0.00
0.12	-0.36

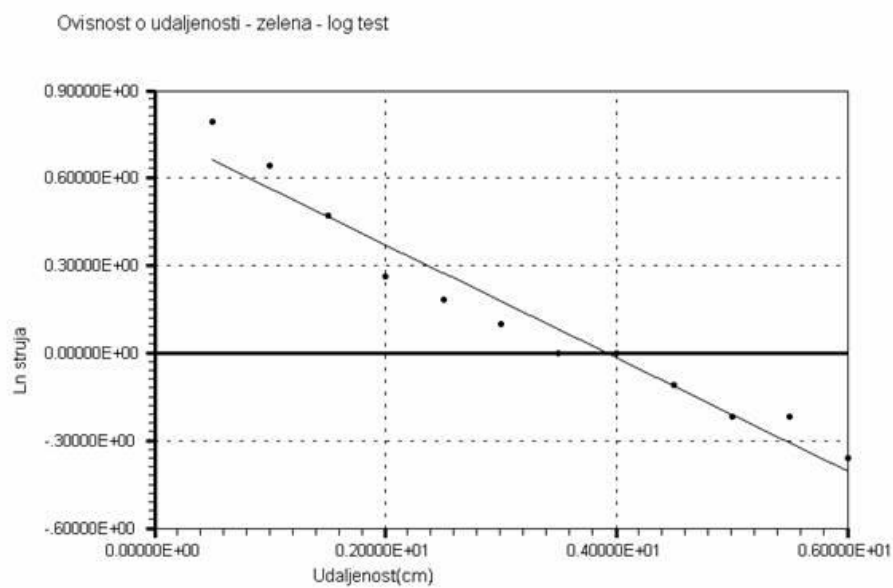
Raspršenje zelenog svjetla - log test



$$A = 0.314632 \quad \sigma A = 0.753267$$

$$B = 0.2790718 \quad \sigma B = 0.534766$$

x (cm)	$\ln(\text{struja } (\mu\text{A}))$
0.50	0.79
1.00	0.64
1.50	0.47
2.00	0.26
2.50	0.18
3.00	0.10
3.50	0.00
4.00	0.00
4.50	-0.11
5.00	-0.22
5.50	-0.22
6.00	-0.36



$$A = -0.1937762$$

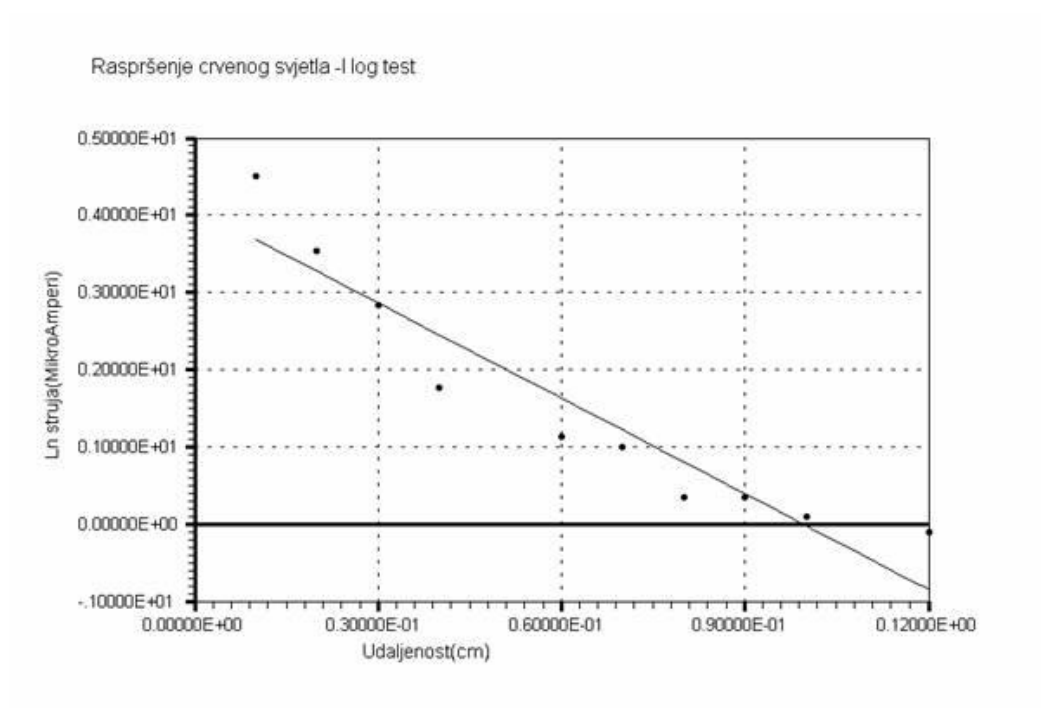
$$\sigma A = 0.1355023$$

$$B = 0.7572727$$

$$\sigma B = 0.4986353$$

-crveni

<i>conc. (g/L)</i>	<i>ln struja</i>
0.01	4.50
0.02	3.53
0.03	2.84
0.04	1.76
0.06	1.13
0.07	0.99
0.08	0.34
0.09	0.34
0.10	0.10
0.12	-0.11

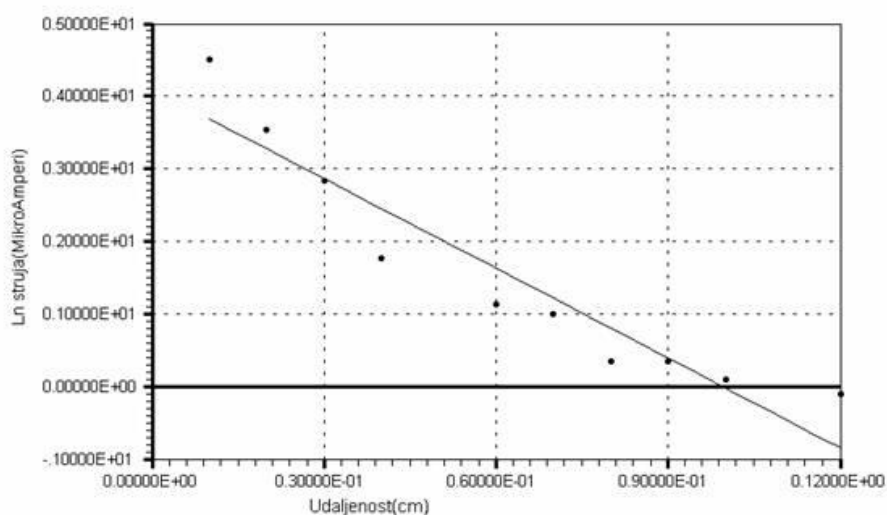


$$A = -0.4123243 \quad \sigma A = 0.4874462$$

$$B = 0.409841 \quad \sigma B = 0.3460525$$

x (cm)	\ln (struja (μA))
0.50	-0.11
1.00	-0.11
1.50	-0.36
2.00	-0.51
2.50	-0.69
3.00	-0.69
3.50	-0.92
4.00	-0.92
4.50	-1.20
5.00	-1.20
5.50	-1.20
6.00	-1.20

Ovisnost o udaljenosti - crvena - log test



$$A = -0.4123243 \quad \sigma A = 0.4874462$$

$$B = 0.409841 \quad \sigma B = 0.3460525$$

Zaključak

Tijekom obrade podataka naišli smo na nekoliko pogrešaka. Na nekoliko mjesta došlo je do većeg odstupanja od rezultata koji bismo matematički dobili. Otprilike se dobiva rezultat da luminozitet, to jest jakost struje fotona, opada eksponencijalno sa udaljenošću, te da opada eksponencijalno sa koncentracijom mlijeka u vodi. Bitno je spomenuti da eksponencijalno opadanje sa koncentracijom mlijeka u vodi, vrijedi samo za male koncentracije mlijeka u vodi, dok kod velikih koncentracija dolazi do vezivanja mliječnih nakupina u veće, a s time se mijenjaju sami parametri tijela na kojem se svjetlost raspršuje, a s time i karakteristike raspršenja.