

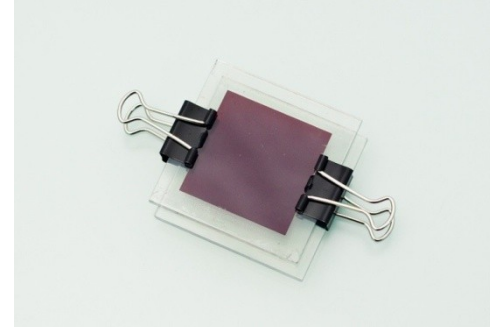
UTICAJ STRUKTURE AZO BOJA NA FOTONAPONSKE KARAKTERISTIKE SOLARNIH ĆELIJA AKTIVIRANIH BOJOM

Luka MATOVIĆ
Julijana TADIĆ
Aleksandra MAŠULOVIĆ
Nemanja TRIŠOVIĆ
Jelena LAĐAREVIĆ
Dušan MIJIN



DSSC (Dye Sensitized Solar Cells) – Solarne ćelije aktivirane bojom

- Stakleni substrat (FTO / ITO)
- TiO₂ (fotoanoda)
- **Fotosenzitivizator (molekul boje)**
- Elektrolit
- Pt (fotokatoda – kontraelektroda)



Fotosenzitivizator

- › termo- i fotostabilnost
- › mogućnost apsorpcije u što široj oblasti apsorpcionog spektra (UV i bliska IR)
- › optimalna adsorpcija na površinu TiO₂ (-COOH, -SO₃H, -PO₃H₂ itd.)

Azo boje

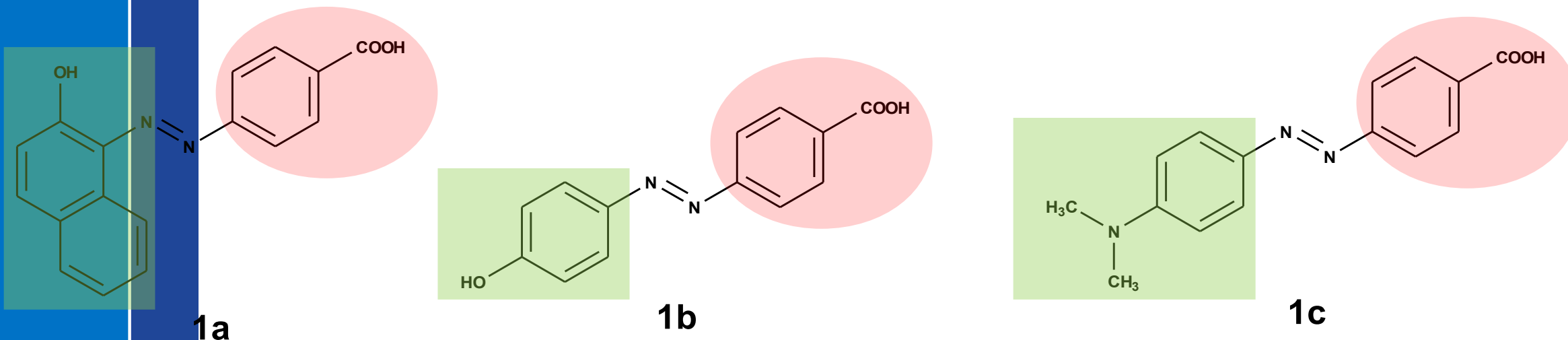


- Fotoaktivna jedinjenja (odlična optička svojstva)
- Hemijska stabilnost
- Mogućnost adicije različitih hemijskih grupa na glavnu hromoforu ($-N=N-$)
- Velike vrednosti molarnih apsorpcionih koeficijenata (ϵ)
- Jeftinije za proizvodnju i manje štetne po okolinu prilikom odlaganja od boja na bazi kompleksa metala i solarnih ćelija na bazi silicijuma (Si)

Sintetizovane azo boje za DSSC

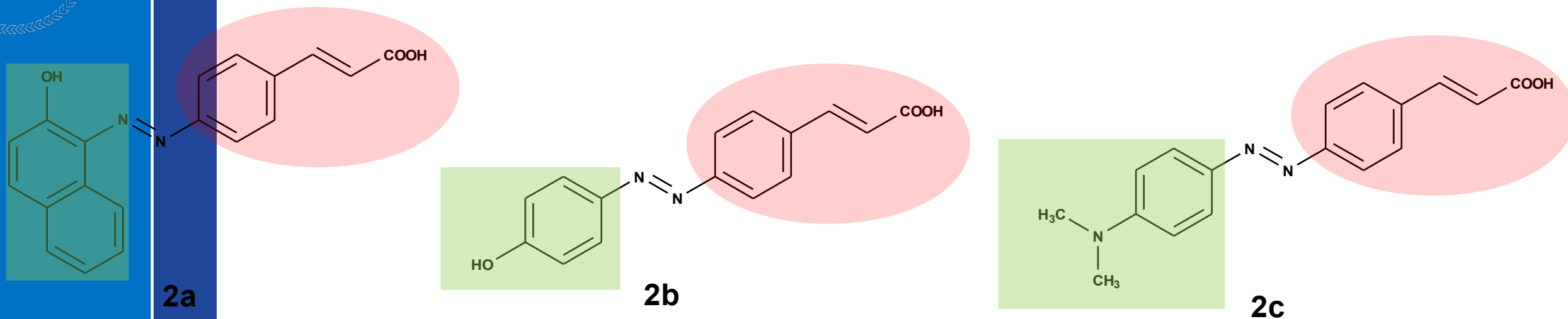
D – N = N – **A** (opšta struktura sintetizovanih azo boja)

- Azo boje na bazi benzoeeve kiseline:



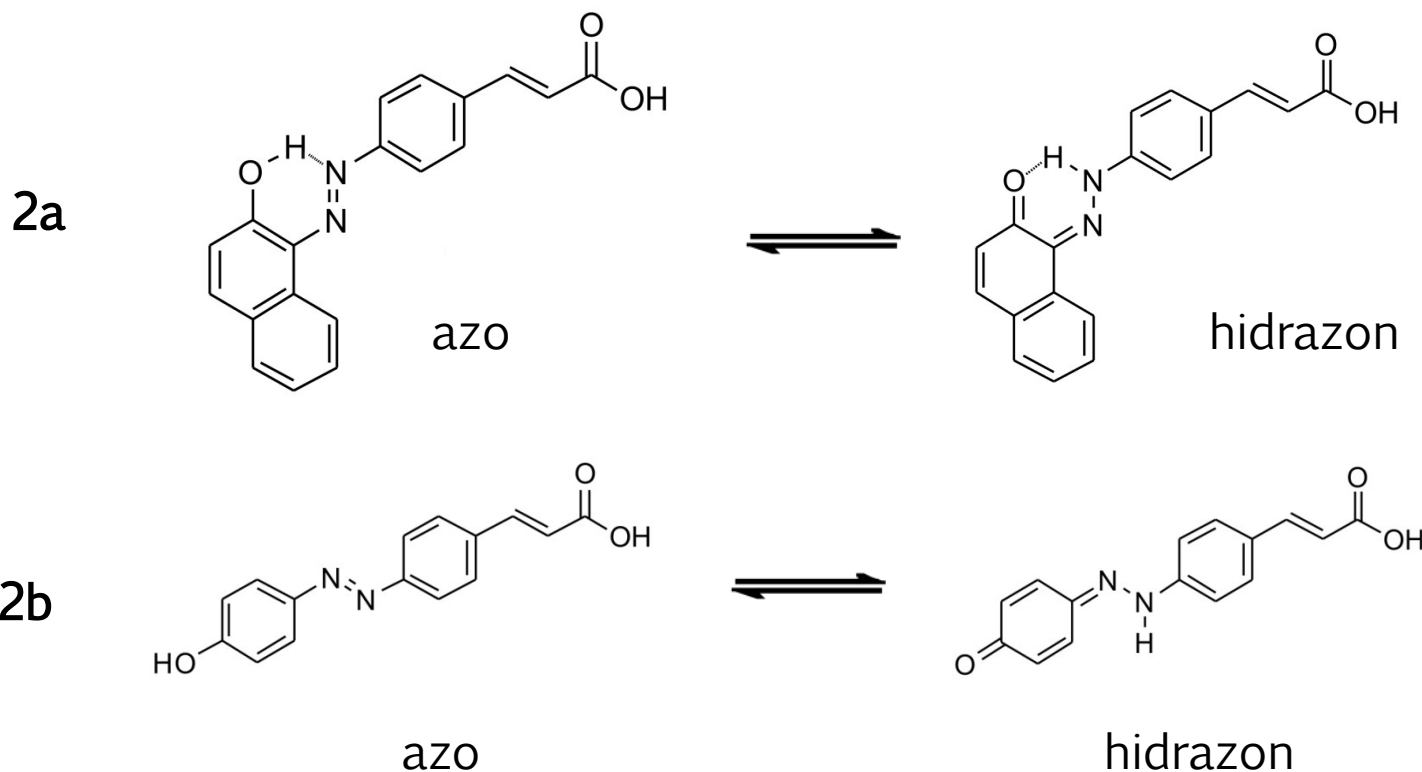
Shema 1. Strukturne formule sintetizovanih azo boja na bazi benzoeeve kiseline: **1a** - ((2-hidroksinaftalen-1-il)azo)-benzoeva kiselina; **1b** - (4-(4'-hidroksifenil)azo)benzoeva kiselina i **1c** - (4-(4'-N,N-dimetilaminofenil)azo)-benzoeva kiselina

- Azo boje na bazi cimetne kiseline:



*Shema 2. Strukturne formule sintetizovanih azo boja na bazi benzoeve kiseline: **2a** - ((2-hidroksinaftalen-1-il)azo)cimetna kiselina; **2b** - (4-(4'-hidroksifenil)azo)cimetna kiselina i **2c** - (4-(4'-N,N-dimetilaminofenil)azo)cimetna kiselina*

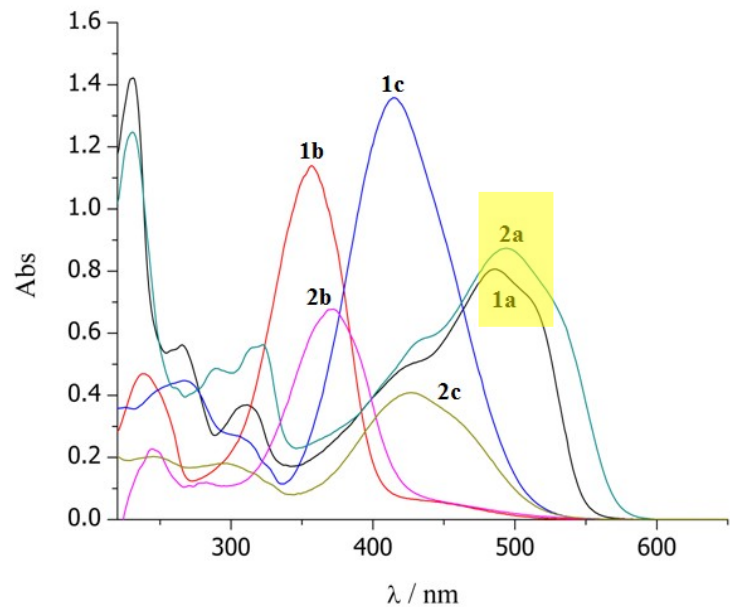
Tautomerizam i solvatohromizam azo boja



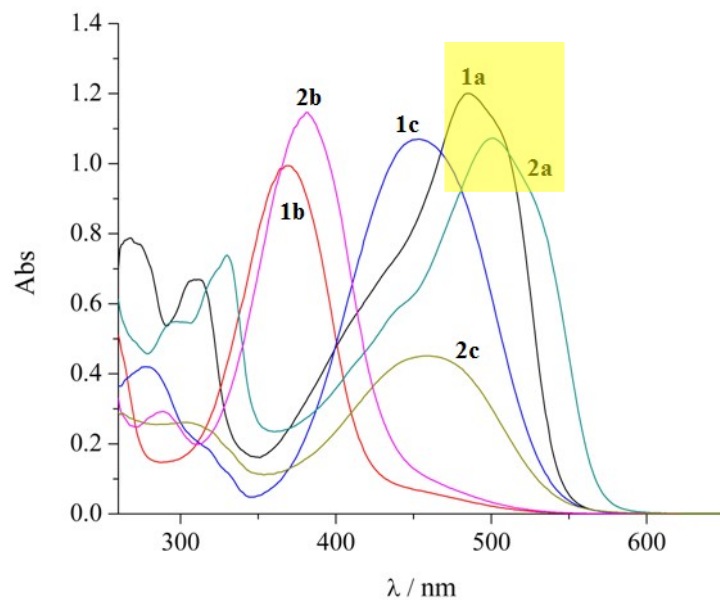
Shema 3. Prikaz tautomernih oblika molekula **2a** i **2b**
(slična shema se može prikazati za jedinjenja **1a** i **1b**)

Uticaj rastvarača:

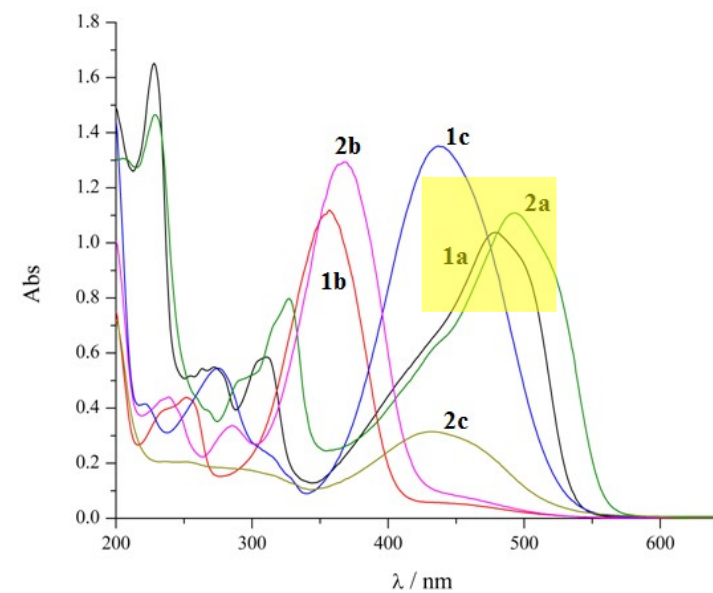
- Etanol
- Dimetilsulfoksid (DMSO)
- Acetonitril



a)

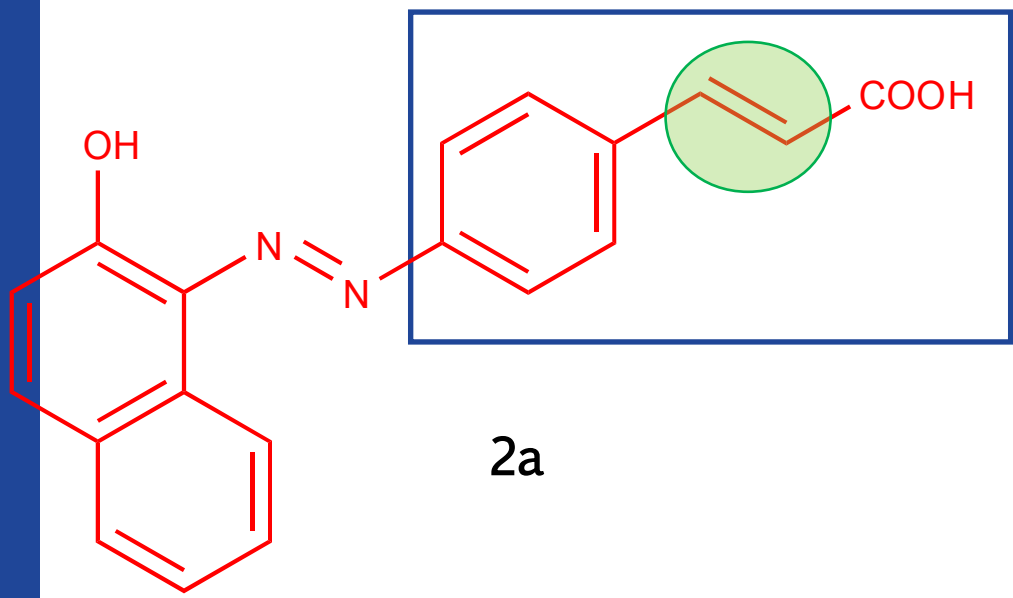
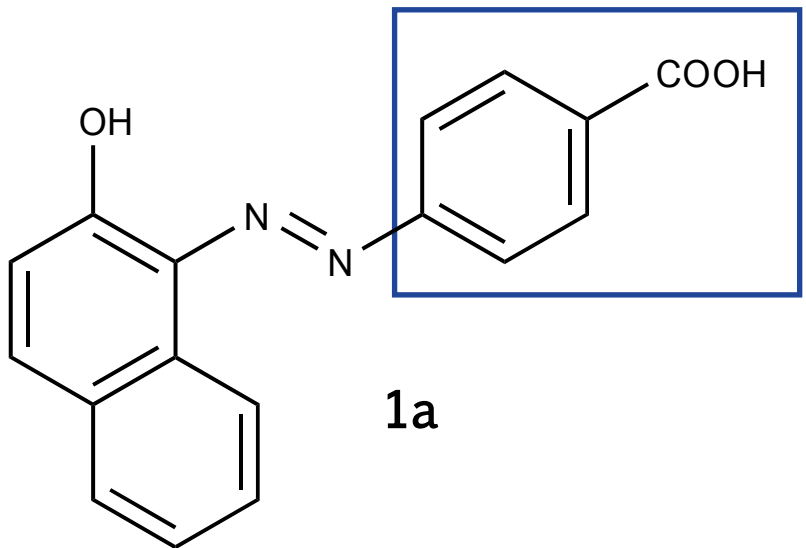
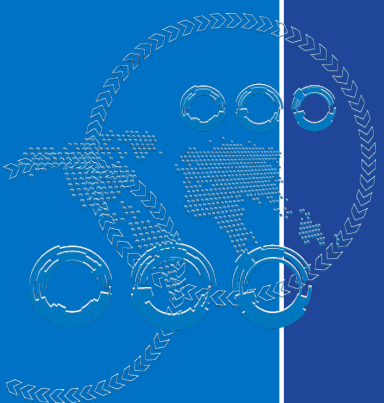


b)

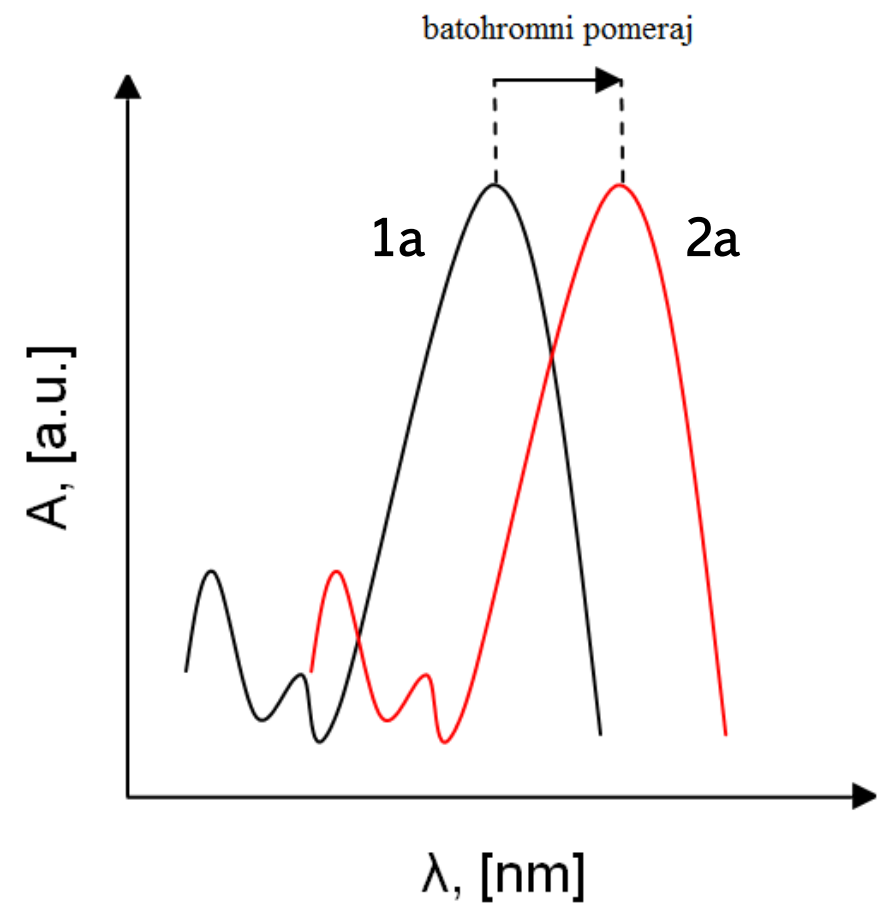


c)

Slika 1. Apsorpcione krive šest sintetizovanih azo boja u tri rastvarača: a) etanolu, b) DMSO-u i c) acetonitrilu



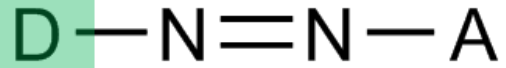
Produžena konjugacija



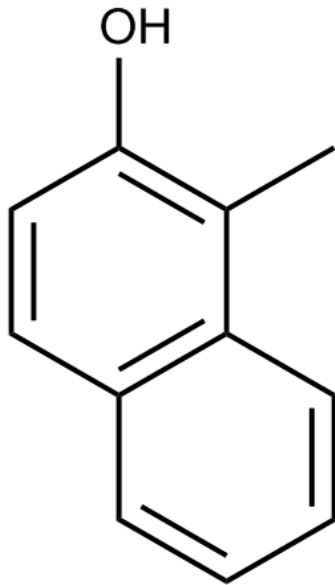
Slika 2. Opšti prikaz apsorpcionog dijagrama



Jačina elektron-donorske jedinice (grupe)

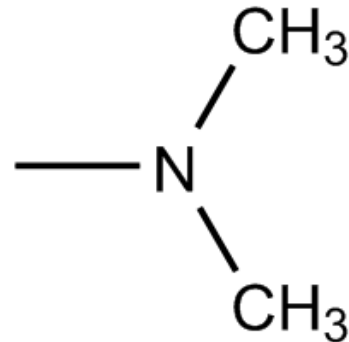


D :



1a / 2a

>



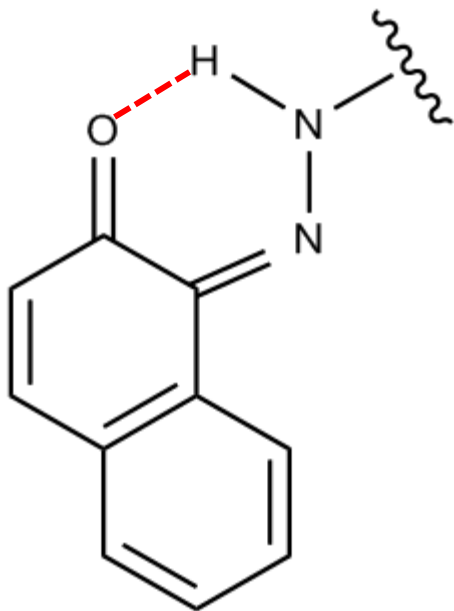
1c / 2c

>

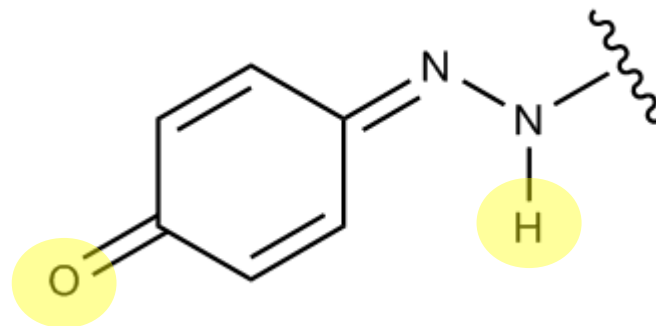


1b / 2b

Intramolekulska stabilnost



1a / 2a



1b / 2b

Određivanje fotonaponskih karakteristika

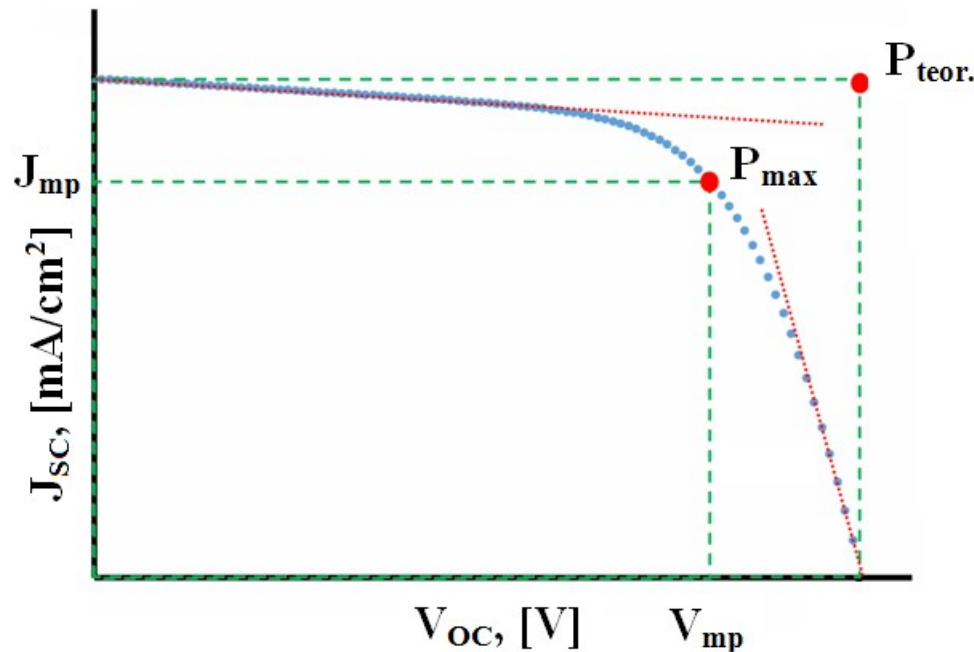
- › Osram Vitalux (halogen lamp, 120V/300 W)
- › AM 1.5 (100 mW/cm²)
- › A = 0,25 cm²

- Faktor punjenja (fill factor)

$$ff = \frac{J_{mp} \times V_{mp}}{J_{sc} \times V_{oc}}$$

- Efikasnost konverzije upadne svetlosti u struju

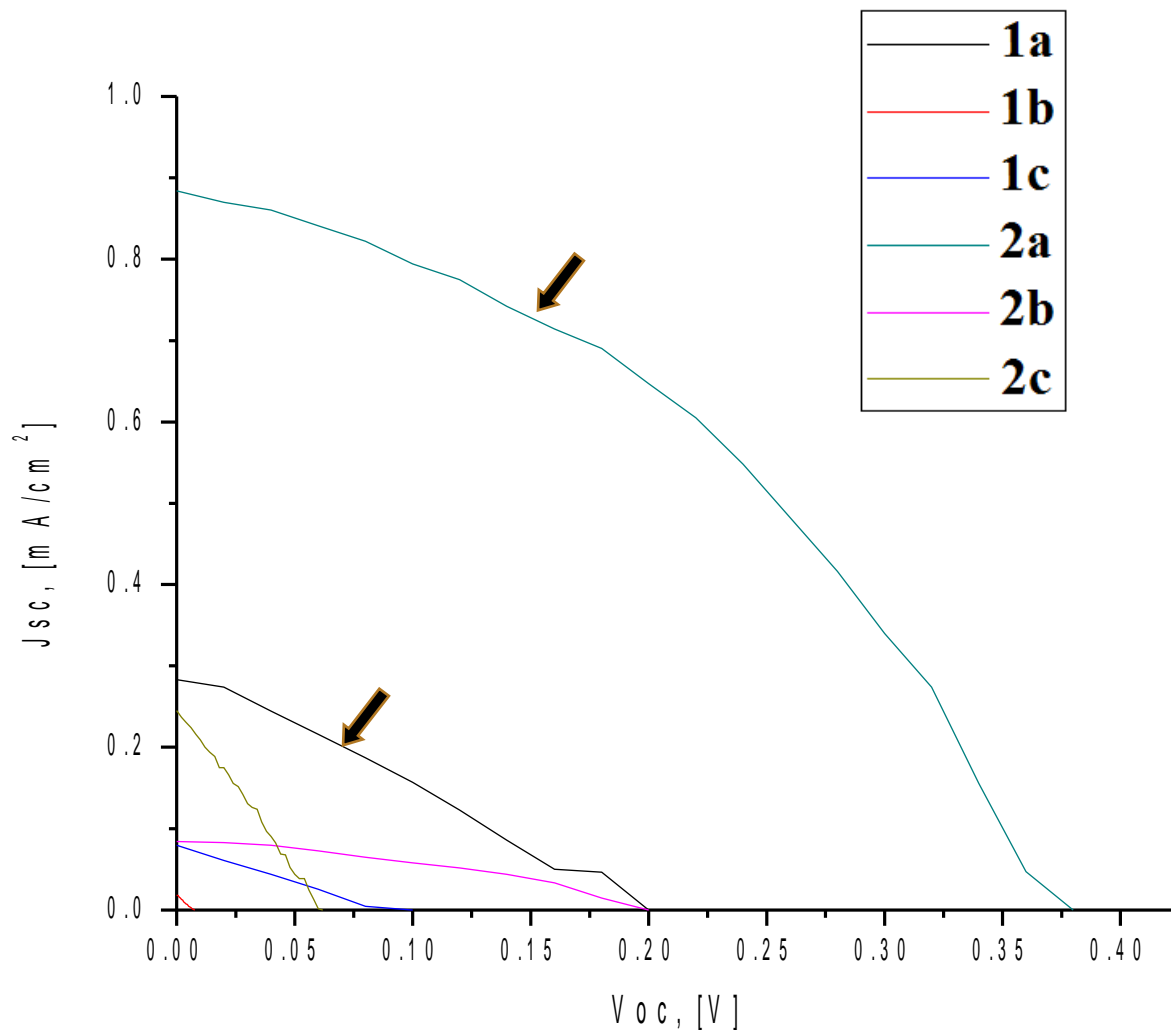
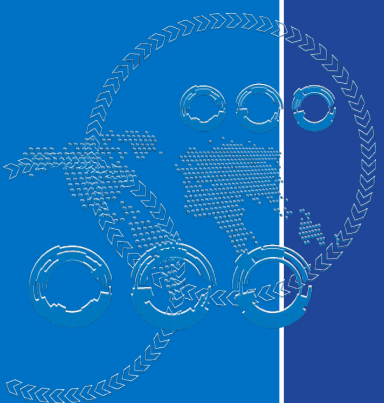
$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{J_{sc} \times V_{oc} \times ff}{P_{in}}$$



J_{mp} – generisana gustina struje za maksimalnu snagu DSSC
 V_{mp} – napon za maksimalnu snagu DSSC

$$P_{in} = 100 \text{ mW/cm}^2$$

Slika 3. Opšti dijagram zavisnosti JSC - VOC



JSC – gustina struje kratkog spoja
VOC – napon otvorenog kola

Slika 4. Dijagram zavisnosti eksperimentalno dobijenih vrednosti JSC – VOC šest ispitivanih azo boja

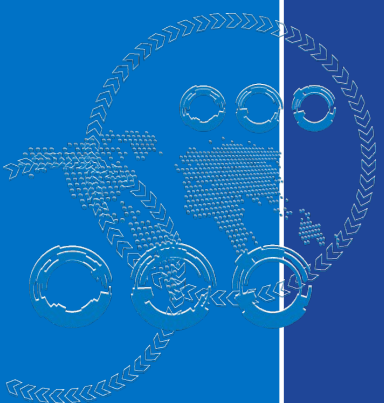


Tabela 1. Izračunate vrednosti ff i \ddot{u} šest sintetizovanih azo boja

<i>Jedinjenje</i>	<i>ff</i>	<i>\ddot{u} [%]</i>
1a	0,28	0,016
1b	0,22	$3,1E-5$
1c	0,22	0,0018
2a	0,40	0,14
2b	0,37	0,062
2c	0,28	0,0043

ZAKLJUČAK

- Sintetizovano je šest monoazo jedinjenja na bazi benzoeve (**1a-c**) i cimetine kiseline (**2a-c**);
- Produženjem konjugacionog niza, pri zameni benzoeve, cimetnom kiselinom u molekulu, dolazi do pomeranja apsorpcionih maksimuma molekula ka većim talasnim dužinama u UV spektru (batochromni pomeraj);
- Sličan efekat ima i uvođenje različitih elektron-donorskih funkcionalnih grupa, pri čemu se 2-hidroksinaftalenska jedinica pokazala boljom elektron-donorskom grupom od *N,N*-dimetilamino- i hidroksilne grupe;
- Hidrazon tautomer jedinjenja **1a** i **2a** dominira u odnosu na azo tautomer u sva tri rastvora; zahvaljujući tom u ovim jedinjenjima se javlja dodatna intramolekulska stabilnost koja utiče na to da ova jedinjenja imaju bolje fotonaponske i apsorpcione karakteristike u odnosu na ostala jedinjenja iz obe sintetizovane serije;
- Produženje konjugacionog niza, u kombinaciji sa intramolekulskom stabilnošću i elektron-donorskim efektom određene funkcionalne grupe, rezultira generisanju većih količina struje jedinjenja **2a-c**, samim tim i boljem odzivu solarnih ćelija senzitiviziranim ovim azo bojama nakon osvetljavanja, tj. boljim vrednostima efikasnosti konverzije upadne svetlosti u struju (η), u odnosu na jedinjenja **1a-c**