



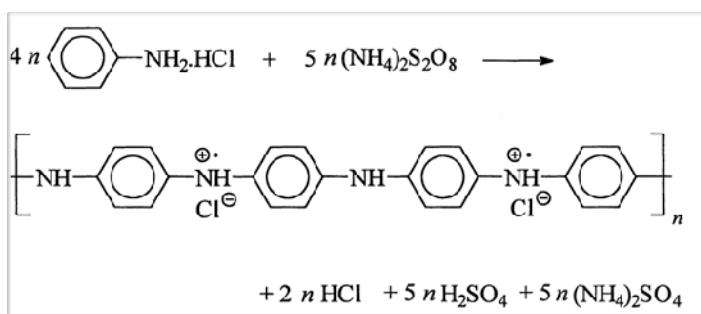
Predmet: **Fizička hemija makromolekula**

Vežba br. 3. POLIANILIN KAO PROVODNIK I pH INDIKATOR

CILJ VEŽBE

1. Sintetisati polianilin hidrohlorid (PANI·HCl) hemijskom oksidativnom polimerizacijom monomera anilina u rastvoru HCl (tj. polimerizacijom *in situ* formirane soli anilinjum hlorida), pomoću APS kao oksidacionog sredstva (slika 1).
2. Napraviti pH indikatorske filmove PANI·HCl uranjanjem mikroskopskih stakala u reakcionu smešu tokom polimerizacije anilina.
3. Napraviti PANI provodnike električne struje od PANI·HCl na različitim podlogama: tekstil, staklo i filter papir. Napraviti provodnu PANI tabletu presovanjem praha PANI·HCl pod visokim pritiscima.
4. Testirati PANI provodnike i pH indikatore.

Nakon sinteze u prisustvu HCl na niskim pH vrednostima ($\text{pH} < 2$) PANI je protonovan i dopiran hloridnim jonima. Ovaj poluoksidovani, dopirani oblik (emeraldin so) je elektroprovodan. PANI emeraldin so može dostići vrednosti provodljivosti koje su uporedive sa provodljivošću metala. Emeraldin so se prepoznaje po zelenoj boji. Na slici 1 se vidi da je u kiselj sredini PANI lanac pozitivno naelektrisan, a privučeni hloridni joni održavaju elektroneutralnost.

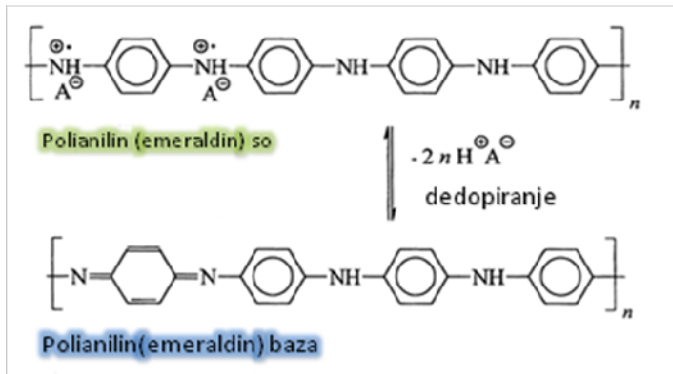


Slika 1. Reakcija hemijske oksidativne polimerizacije anilina pomoću APS u vodenom rastvoru HCl u svojstvu dopant kiseline (tj. polimerizacija *in situ* stvorenog anilinjum hlorida). Reakcijom nastaje PANI hidrohlorid.

U zavisnosti od uslova sredine u kojoj se nalazi, sintetisani PANI lako može prelaziti iz protonovanog i dopiranog oblika (emeraldin so) u deprotonovani i dedopirani oblik (emeraldin baza) i obratno. Kada se PANI emeraldin so uroni u bazni rastvor, njegova boja se menja iz zelene u plavu, jer prelazi u bazni oblik. Emeraldin baza je neutralni makromolekul, jer je u baznoj sredini otpustila višak protona. Pošto ne poseduje pozitivno naelektrisanje za privlačenje hloridnih anjona, deprotonovani PANI je istovremeno i dedopiran.



Emeraldin baza u kiseloj sredini ponovo prelazi u emeraldin so, proces dopiranja-dedopiranja je reverzibilan (Slika 2).



Slika 2. Prelaz emeraldin baza - emeraldin so.

HEMIKALIJE, POSUDE I LABORATORIJSKI PRIBOR

Hemikalije: rastvor 0,8 M HCl (aq), rastvor 5×10^{-3} M H₂SO₄ (aq), amonijum peroksidisulfat (APS), anilin (tečan, $\rho = 1,02 \text{ g/cm}^3$, $M_r = 93.13 \text{ g/mol}$), 35% ili 37% HCl, apsolutni etanol, 0,1 M rastvor H₂SO₄, 0,1 M раствор NaOH, čvrst NaOH, destilovana voda

Posude: normalni sud od 50 ml (2 komada), graduisana laboratorijska čaša od 10 ml, 25 ml (3 komada), 100 ml i 150 ml, guč boca od 500 ml, stakleni levak, pipeta od 25 ml, pipeta od 2 ± 0.01 ml, stakleni štapić, Pasterova pipeta, kašika i špatula za odmeravanje masa većih od 1g i masa manjih od 1 g, 3 čaše od 75 ml.

Pribor: magnetna mešalica, magnet, vaga na tri decimale, stalak, klema, paus papir, filter papir, propipeta, makaze, ubrus, flomaster, žuta dioda, 2 AA baterije od po 1,5 V, uložak za baterije, tri kabla sa po dve štipaljke, bakarna traka od 0,2 mm debljine, multimer, fen za kosu, četkica za slikanje, Petri šolja, olovka.



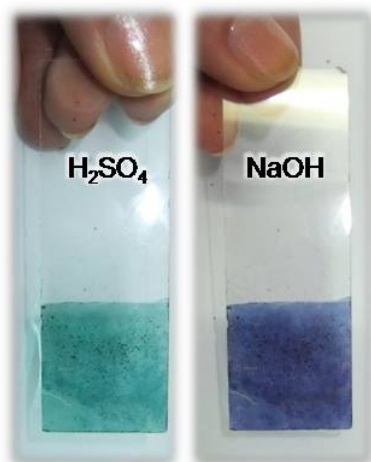
NAPOMENA: Za izvođenje ove vežbe neophodno je korišćenje rukavica i mantila. Polazne rastvore praviti u kapeli (digestoru). Svi sudovi u kojima je bio PANI ili anilin se obavezno na kraju rada peru najpre vodom i deterdžentom, a zatim hromsumpornom kiselinom u kapeli.





POSTUPAK

Formiranje PANI indikatora:



Neposredno pre početka sinteze PANI-HCl uronite mikroskopsko staklo u reakcionu smešu da bi se izdvojio PANI film na njoj. Film na pločici će biti zelene boje. Kada se pločica sa PANI-filmom uroni u rastvor 0,1 M NaOH, film na njoj dobija plavu boju, a kada se ona uroni u 0,1 M H₂SO₄, film je ponovo zelen (Slika 3). PANI u ovom slučaju igra ulogu pH indikatora.

Slika 3. PANI kao pH indikator nakon uranjanja u 0,1 M H₂SO₄, odnosno u 0,1 M NaOH.

Polimerizacija i ceđenje:

Postupak za sintezu PANI hidrohlorida iz 0,2 rastvora 0,2 M HCl je indentičan postupku u Reakciona smeša se cedi kroz filter papir na vlažan (Slika 4).



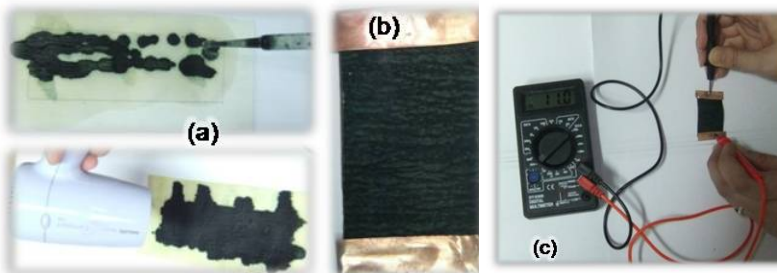
M anilina i 0,25 M APS iz vodenog vežbi 1 (oznaka **PANI-HCl-0.2**).

staklenom levku. Talog mora da ostane

Slika 4: Talog PANI-HCl

Provodnik od PANI na filter papiru:

Na filter papiru nacrtajte pravougaonik. Polako kapalicom nanesite reakcionu smešu po površini nacrtanog pravougaonika. Sloj nanešenog polianilina ne sme biti suviše debeo kako ne bi ispucao tokom sušenja. Prekidi na filmu onemogućavaju proticanje električne struje. Isecite traku veličine 6 × 3 cm tako da PANI film na njoj bude bez oštećenja. Fenom osušiti PANI film (Slika 5a). Dobro pričvrstite bakarne trake za dva paralelna kraja filter papira sa PANI slojem kako bi imale dobar kontakt sa PANI slojem (Slika 5b). Kada elektrode multimetra prislonite na bakarne trake prikazaće se vrednost otpora na ekranu u omima. (Slika





Универзитет у Београду
**ФАКУЛТЕТ ЗА
ФИЗИЧКУ ХЕМИЈУ**
www.ffh.bg.ac.rs

Студентски трг 12-16, п. пр. 47, 11158 Београд 118, ПAK 105305 // тел +381 11 2635-545, тел/факс +381 11 2187-133, ffh@ffh.bg.ac.rs

5c).

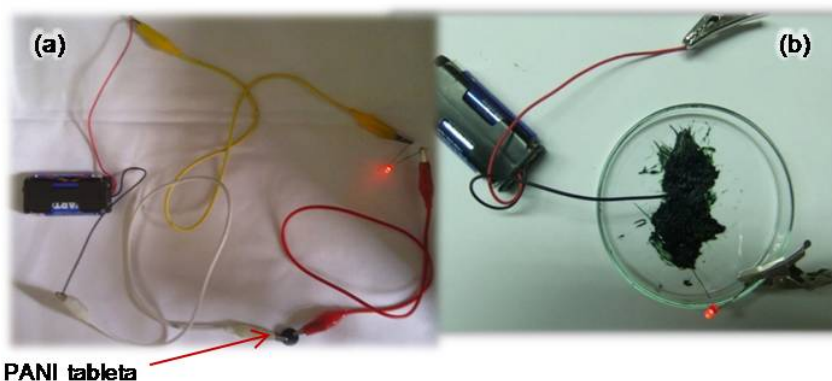
Slika 5. Priprema PANI provodnika na podlozi od filter papira.

PANI tableta kao provodnik električne struje:

Povežite PANI tabletu u kolo jednosmerne struje sa baterijom i diodom kao na slici 6a. Pošto je PANI provodnik električne struje, dioda će svetleti.

Provodnik od PANI na petri šolji i platnu:

Četkicom nanosite talog sa filter papira na petri šolji i platno. Jedan izvod držača za baterije zabodite na jedan kraj taloga PANI, dok drugi izvod treba da povežete sa diodom preko kabla sa štipaljkaма („aligatorkama’’). Diodu pobodite na suprotni kraj taloga od dela taloga u koji je zaboden izvod držača za baterije (Slika 6b). Neophodno je da talog bude vlažan zbog dobrog kontakta.



Slika 6. Povezivanje PANI provodnika (u vidu sloja i tablete) u kolo jednosmerne struje.