



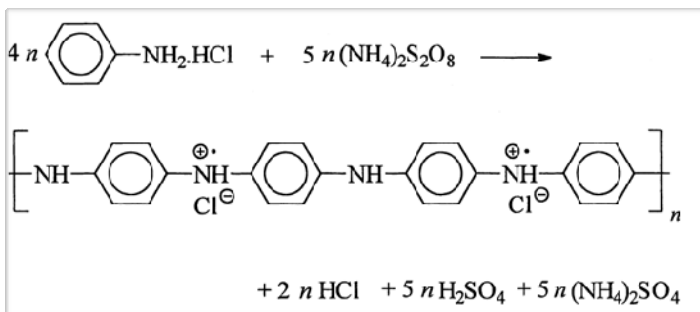
Предмет: **Физичка хемија макромолекула**

Вежба бр. 4. ПОЛИАНИЛИН КАО ПРОВОДНИК И рН ИНДИКАТОР

ЦИЉ ВЕЖБЕ

1. Синтетисати полианилин хидрохлорид (PANI·HCl) хемијском оксидативном полимеризацијом мономера анилина у раствору HCl (тј. полимеризацијом *in situ* формиране соли анилинијум хлорида), помоћу АПС као оксидационог средства (слика 1).
2. Направити рН индикаторске филмове PANI·HCl урањањем микроскопских стакала у реакциону смешу током полимеризације анилина.
3. Направити ПАНИ проводнике електричне струје од PANI·HCl на различитим подлогама: текстил, стакло и филтер папир. Направити проводну ПАНИ таблету пресовањем праха PANI·HCl под високим притисцима.
4. Тестирати ПАНИ проводнике и рН индикаторе.

Након синтезе у присуству HCl на ниским рН вредностима ($\text{pH} < 2$) ПАНИ је протонован и допиран хлоридним јонима. Овај полуоксидовани, допирани облик (емералдин со) је електропроводан. ПАНИ емералдин со може достићи вредности проводљивости које су упоредиве са проводљивошћу метала. Емералдин со се препознаје по зеленој боји. На слици 1 се види да је у киселој средини ПАНИ ланац због мањка електрона позитивно наелектрисан, а привучени хлоридни јони одржавају електронеутралност.

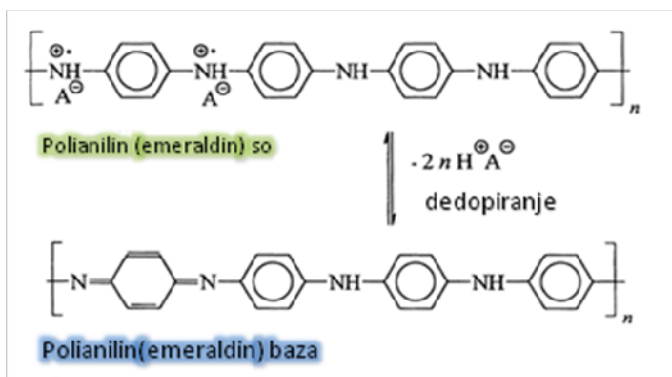


Слика 1. Реакција хемијске оксидативне полимеризације анилина помоћу АПС у воденом раствору HCl у својству допант киселине (тј. полимеризација *in situ* створеног анилинијум хлорида). Реакцијом настаје ПАНИ хидрохлорид.

У зависности од услова средине у којој се налази, синтетисани ПАНИ лако може прелазити из протонованог и допираног облика (емералдин со) у депротоновани и дедопирани облик (емералдин база) и обратно. Када се ПАНИ емералдин со урони у базни раствор, његова боја се мења из зелене у



плаву, јер прелази у базни облик. Емералдин база је неутрални макромолекул, јер је у базној средини отпустила вишак протона. Пошто не поседује позитивно наелектрисање за привлачење хлоридних ањона, депротоновани PANI је истовремено и дедопиран. Емералдин база у киселој средини поново прелази у емералдин со, процес допирања-дедопирања је реверзибилан (Слика 2).



Слика 2. Прелаз емералдин база - емералдин со.

ХЕМИКАЛИЈЕ, ПОСУЂЕ И ЛАБОРАТОРИЈСКИ ПРИБОР

Хемикалије: раствор 0,8 М HCl (aq), раствор 5×10^{-3} М H₂SO₄ (aq), амонијум пероксидисулфат (APS), анилин (течан, $\rho = 1,02 \text{ g/cm}^3$, $M_r = 93,13 \text{ g/mol}$), 35% или 37% HCl, апсолутни етанол, 0,1 М раствор H₂SO₄, 0,1 М раствор NaOH, чврст NaOH, дестилована вода

Посуђе: нормални суд од 50 ml (2 комада), градуисана лабораторијска чаша од 10 ml, 25 ml (3 комада), 100 ml и 150 ml, гуч боца од 500 ml, стаклени левак, пипета од 25 ml, пипета од $2 \pm 0.01 \text{ ml}$, стаклени штапић, Пастерова пипета, кашика и шпатула за одмеравање маса већих од 1 g и маса мањих од 1 g, 3 чаше од 75 ml.

Прибор: магнетна мешалица, магнет, вага на три децимале, сталак, клема, паус папир, филтер папир, пропипета, маказе, убрис, фломастер, жута диода, 2 AA батерије од по 1,5 V, уложак за батерије, три кабла са по две штипаљке, бакарна трака од 0,2 mm дебљине, мултимер, фен за косу, четкица за сликање, Petri šolja, olovka.



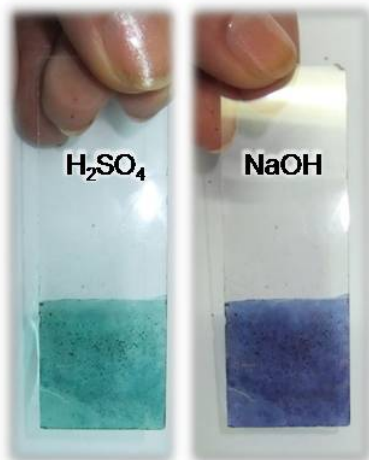
НАПОМЕНА: За извођење ове вежбе неопходно је коришћење рукавица и мантила. Полазне растворе правити у капели (дигестору). Сви судови у којима је био ПАНИ или анилин се обавезно на крају рада перу најпре водом и детерџентом, а затим хромсумпорном киселином у капели.





ПОСТУПАК

Формирање ПАНИ индикатора:



Непосредно пре почетка синтезе PANI-HCl уроните микроскопско стакло у реакциону смешу да би се издвојио ПАНИ филм на њој. Филм на плочици ће бити зелене боје. Када се плочица са ПАНИ-филмом урони у раствор 0,1 М NaOH, филм на њој добија плаву боју, а када се она урони у 0,1 М H₂SO₄, филм је поново зелен (Слика 3). ПАНИ у овом случају игра улогу рН индикатора.

Слика 3. ПАНИ као pH индикатор након урањања у 0,1 М H₂SO₄, односно у 0,1 М NaOH.

Полимеризација и цеђење:

Поступак за синтезу ПАНИ хидрохлорида из 0,2 М анилина и 0,25 М АПС из воденог раствора 0,2 М HCl је индентичан поступку у вежби 1 (ознака **PANI-HCl-0.2**).

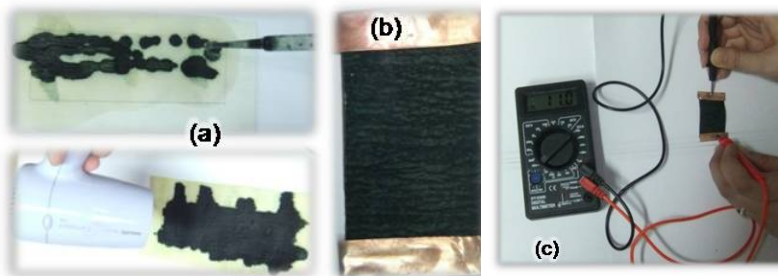
Реакциона смеша се цеди кроз филтер папир на стакленом левку. Талог мора да остане влажан (Слика 4).



Слика 4: Талог PANI-HCl

Проводник од ПАНИ на филтер папиру:

На филтер папиру нацртајте правоугаоник. Полако капалицом нанесите реакциону смешу по површини нацртаног правоугаоника. Слој нанесеног полианилина не сме бити сувише дебео како не би испуцао током сушења. Прекиди на филму онемогућавају протицање електричне струје. Исеците траку величине 6 × 3 cm тако да ПАНИ филм на њој буде без оштећења. Феном осушити ПАНИ филм (Слика 5a). Добро причврстите бакарне траке за два паралелна краја филтер папира са ПАНИ слојем како би имале добар контакт са ПАНИ слојем (Слика 5b). Када електроде мултимера прислоните на бакарне траке приказаће се вредност отпора на екрану у омима. (Слика 5c).



Слика 5. Припрема ПАНИ проводника на подлози од филтер папира.

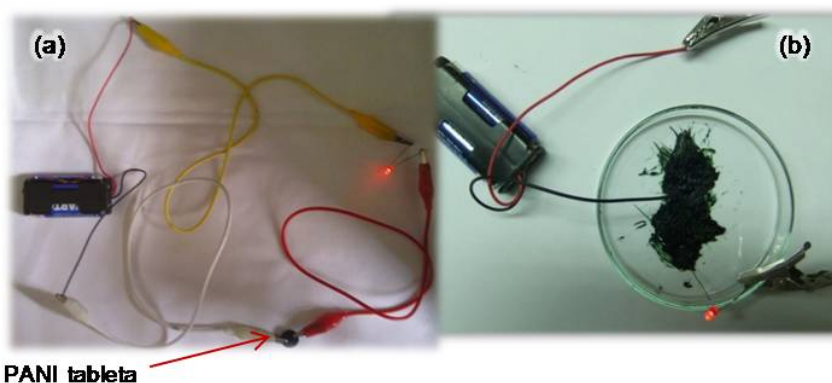


ПАНИ таблета као проводник електричне струје:

Повежите ПАНИ таблету у коло једносмерне струје са батеријом и диодом као на слици 6а. Пошто је ПАНИ проводник електричне струје, диода ће светлети.

Проводник од ПАНИ на петри шољи и платну:

Четкицом нанесите талог са филтер папира на петри шољу и платно. Један извод држача за батерије забодите на један крај талоба ПАНИ, док други извод треба да повежете са диодом преко кабла са штипаљкама („алигаторкама”). Диоду пободите на супротни крај талоба од дела талоба у који је забоден извод држача за батерије (Слика 6б). Неопходно је да талог буде влажан због доброг контакта.



Слика 6. Повезивање ПАНИ проводника (у виду слоја и таблете) у коло једносмерне струје.