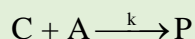
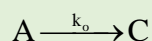


## AUTOKATALITIČKI MEHANIZAM OKSIDACIJE TARTARATNOG JODA VODONIK-PEROKSIDOM U PRISUSTVU KOBALTA KAO KATALIZATORA

### Teorijski deo

Proizvod nekog od stupnjeva složenog reakcionog mehanizma može se ponašati kao katalizator. Taj specifični oblik katalitičke reakcije se naziva autokataliza. Mehanizam jednostavne autokatalitičke reakcije se može prikazati na sledeći način:



U slučaju da koncentraciju supstance A u  $t = 0$  označimo sa  $a_0$ , koncentraciju intermedijerne katalitičke vrste u momentu  $t = 0$  označimo sa  $x_0$ , i koncentraciju intermedijerne katalitičke vrste u nekom trenutku  $t$  označimo sa  $x$ , brzina stvaranja proizvoda bi bila data sledećom jednačinom:

$$\frac{dx}{dt} = k(x_0 + x)(a_0 - x).$$

Posle integracije u uobičajenim granicama, dobija se sledeći izraz:

$$kt(a_0 - x_0) = \ln \left[ \frac{a_0(x_0 + x)}{x_0(a_0 - x)} \right].$$

Vremenski tok autokatalisane reakcije bi mogao da se prikaže relativnim koordinatama u sledećem obliku:

$$\gamma = \frac{\gamma_0(e^{(1+\gamma_0)\tau} - 1)}{1 + \gamma_0 e^{(1+\gamma_0)\tau}}$$

gde je:

$$\gamma_0 = x_0/a_0$$

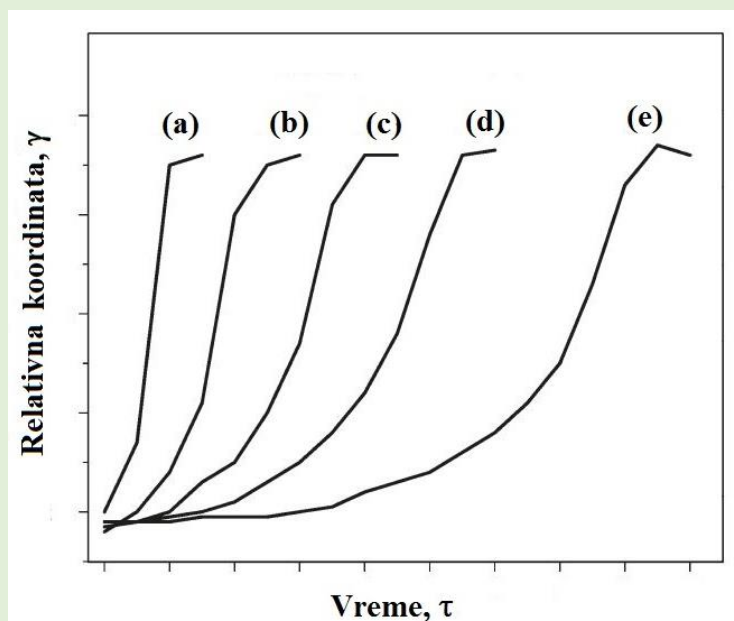
$$\tau = ka_0t$$

$$\gamma = x/a_0.$$

Na slici 1 je prikazan tok autokatalitičke reakcije za razne vrednosti parametra  $\gamma_0$ .

Za autokatalitičke reakcije je važno da u reakcionom sistemu na početku uvek postoji izvesna količina supstance koja je katalizator, odn. da  $x_0 \neq 0$ , jer se može desiti da, ukoliko je  $x_0 = 0$ , autokatalitički korak nikad ne započne.

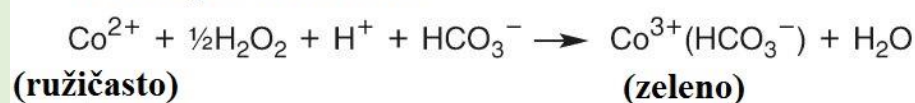
Autokatalitičke reakcije se relativno često sreću, a najpoznatiji primeri takvih reakcija su oscilatorne hemijske reakcije. Brojni su slučajevi ovih reakcija i u oksidoredukcionim procesima. Njihov značaj u industrijskim procesima se ogleda u tome što se brzina procesa može maksimalno povećati dodatkom optimalne količine autokatališuće vrste.



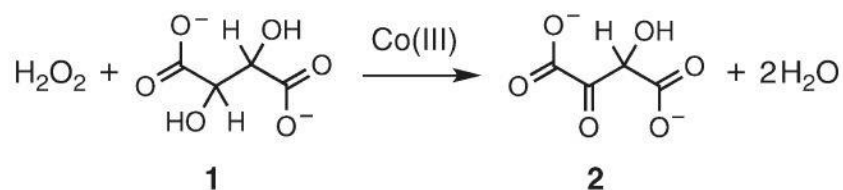
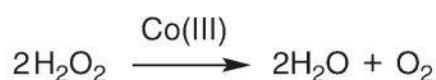
**Slika 1.** Kinetičke krive autokatalizovane reakcije u relativnim koordinatama, pri raznim vrednostima odnosa  $\gamma_0 = x_0/a_0$ , pri čemu je  $\gamma_{0,a} > \gamma_{0,b} > \gamma_{0,c} > \gamma_{0,d} > \gamma_{0,e}$ .

Reakcioni mehanizam oksidacije tartaratnog joda vodonik-peroksidom u prisustvu kobalta kao katalizatora je vrlo složen i može se prikazati preko sledećih reakcija:

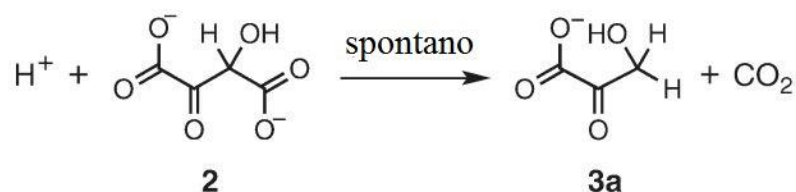
#### Građenje katalizatora:

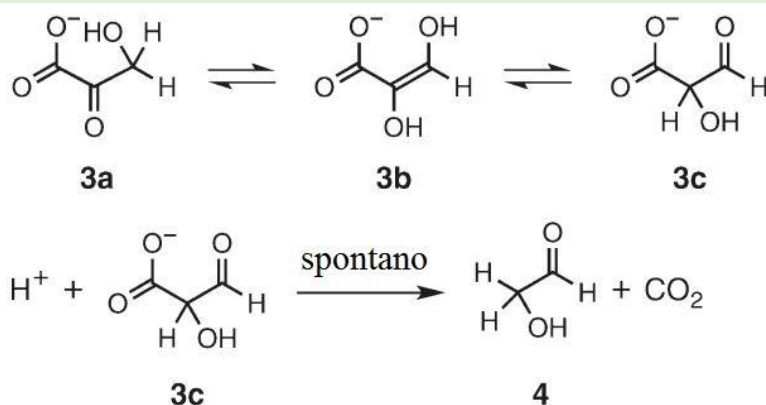
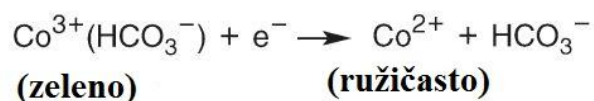
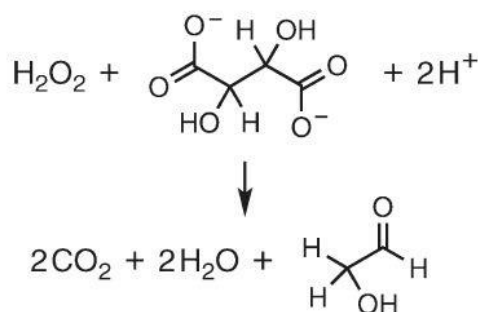


#### Katalitički koraci:

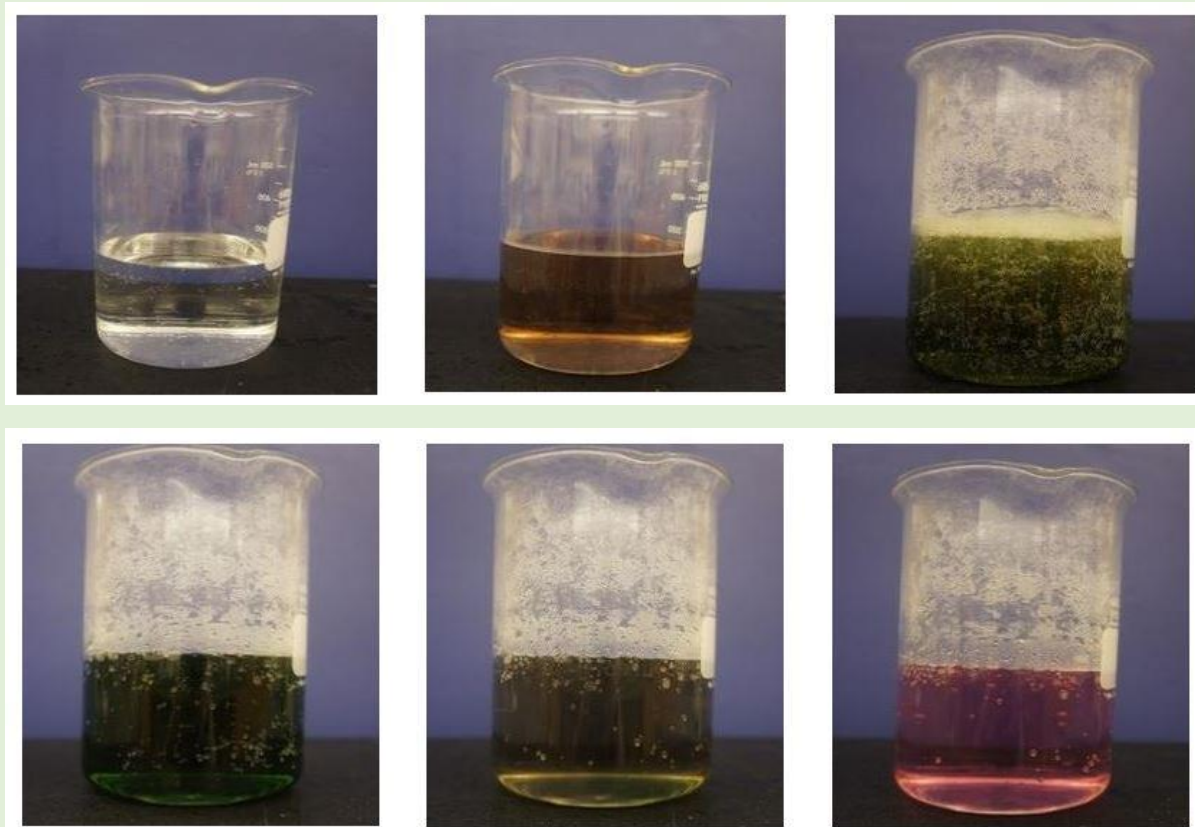


#### Građenje ugljenik (IV) - oksida



**Redukcija katalizatora:****Sumarna reakcija:**

Kada se u rastvoru kobalt javlja u obliku  $\text{Co}^{2+}$ , reakciona smeša će biti ružičaste boje. Kada je u rastvoru kobalt u obliku  $\text{Co}^{3+}$ , reakciona smeša će biti zelene boje. Na slici 2 su predstavljene promene u boji reakcionog rastvora tokom odvijanja reakcije. Rastvoreni  $\text{CO}_2$  predstavlja izvor bikarbonatnih jona koji su neophodni za proces građenja katalizatora. Međutim, dodatak natrijum-bikarbonata u reakcionu smešu povećava koncentraciju bikarbonatnih jona u rastvoru, što ubrzava proces formiranja katalizatora i samim tim ubrzava celokupnu reakciju.



**Slika 2.** Promene u boji reakcionog rastvora tokom odvijanja reakcije

**Eksperimentalni deo**

Za izvođenje ove eksperimentalne vežbe potrebne su sledeće hemikalije i pribor:

- kalijum natrijum tartarat tetrahidrat,
- kobalt (II)-hlorid heksahidrat,
- 30 % rastvor vodonik-peroksida,
- natrijum-bikarbonat,
- destilovana voda,
- 3 čaše od 250 ml,
- normalni sud od 50 ml,
- normalni sud od 250 ml,
- pipeta od 10 ml,
- pipeta od 25 ml,
- propipeta,

- menzura od 100 ml,
- mešalica,
- termometar,
- hronometar.

Pripremiti 250 ml 3% rastvora vodonik-peroksida. Pripremiti 50 ml 0,17 M rastvora kobalt (II)-hlorida.

a) 5 g kalijum natrijum tartarat tetrahidrata rastvoriti u 40 ml 3% rastvora vodonik-peroksida u čaši od 100 ml i staviti na mešalicu. Postaviti digitalni termometar u čašu. Dodati 5 ml 0,17 M rastvora kobalt (II)-hlorida. U trenutku kada je dodat rastvor kobalt (II)-hlorida uključiti hronometar. Beležiti temperaturu reakcione smeše na svakih 30 s uz stalno mešanje. Na početku eksperimenta temperatura će rasti, proći kroz maksimum i polako početi da opada. Merenje završiti dva minuta nakon što temperatura dostigne maksimalnu vrednost. Vizuelno pratiti promenu boje reakcione smeše.

b) 5 g kalijum natrijum tartarat tetrahidrata rastvoriti u 40 ml 3% rastvora vodonik-peroksida u čaši od 100 ml i staviti na mešalicu. Postaviti digitalni termometar u čašu. Dodati 35 mg natrijum-bikarbonata. Zatim dodati 5 ml 0,17 M rastvora kobalt (II)-hlorida. U trenutku kada je dodat rastvor kobalt (II)-hlorida uključiti hronometar. Beležiti temperaturu reakcione smeše na svakih 30 s uz stalno mešanje. Na početku eksperimenta temperatura će rasti, proći kroz maksimum i polako početi da opada. Merenje završiti dva minuta nakon što temperatura dostigne maksimalnu vrednost. Vizuelno pratiti promenu boje reakcione smeše.

Eksperiment pod b) ponoviti i za slučaj u kome se dodaje 100 mg natrijum-bikarbonata.

### **Obrada rezultata merenja**

Za sve vrednosti dodatih masa natrijum-bikarbonata (0 mg, 35 mg i 100 mg) tabelarno predstaviti dobijene rezultate ( $t$ ,  $T$ ) i nacrtati grafike  $T = f(t)$ . Prodiskutovati dobijene zavisnosti sa stanovišta kinetičkih krivih autokatalizovane reakcije. Prokomentarisati vizuelno zapažene promene boje reakcione smeše tokom odvijanja reakcije.