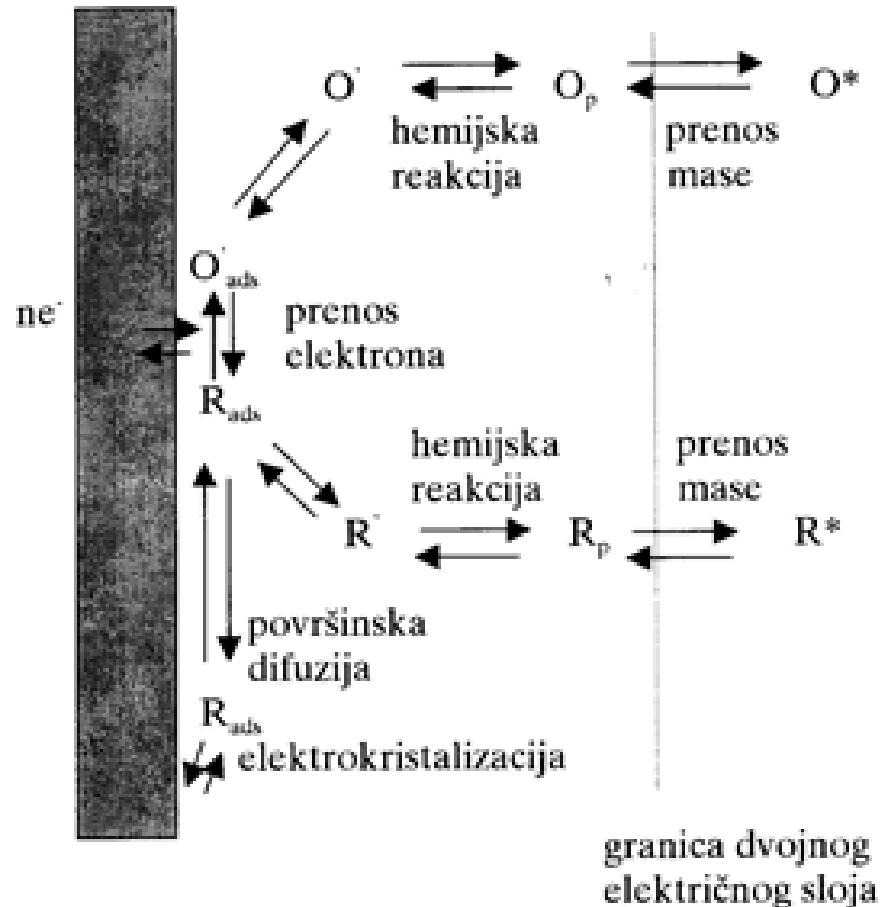


# Složeni elektrodni procesi, pregled; Kinetika vodonične elektrode

Predavanje 20, 12.05.2021.

**Udžbenik: S. Mentus, Elektrohemija, 2008, strane 213-226 + elektrokataliza (ne sve strane, samo po ispitnim pitanjima)**

# Priroda sporog stupnja elektrodnog procesa



- **Jednostavni elektrodnii procesi određeni**
  - Jednovremenim prenosom elektrona
  - Prenosom mase
  - Kombinacijom ova dva
- **Složeni elektrodnii procesi – spori stupanje je bilo šta drugo**

# Složeni elektrodni procesi

- Elektrodne reakcije sa višestepenim prenosom elektrona



- Elektrodne reakcije koje uključuju hemijske reakcije u rastvoru

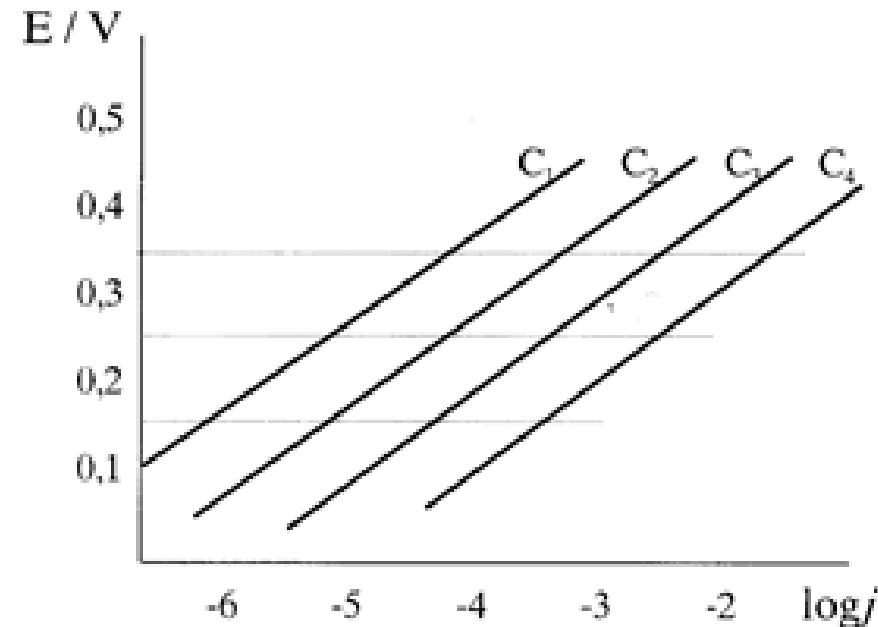
- Elektrodne reakcije koje uključuju brzu izmenu elektrona i sporu hemijsku reakciju u rastvoru
- Elektrodne reakcije koje uključuju spor stupanj izmene elektrona i brzu hemijsku reakciju u rastvoru; red elektrodne reakcije

# Red elektrodne reakcije

$$j_a = nFk_a' K \prod_i C_i^{v_i} e^{\frac{\beta nFE}{RT}}$$

$$\log j_a = \text{konst.} + \sum v_i \log C_i + \frac{\beta nFE}{RT}$$

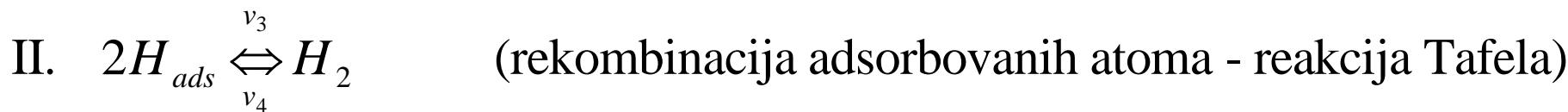
$$v_j = \left( \frac{d \log j}{d \log C_j} \right)_{C_{\text{nek}}, E}$$



# Elektrodne reakcije u kojima učestvuju adsorbovani intermedijeri - Kinetika elektrodne reakcije vodonične elektrode



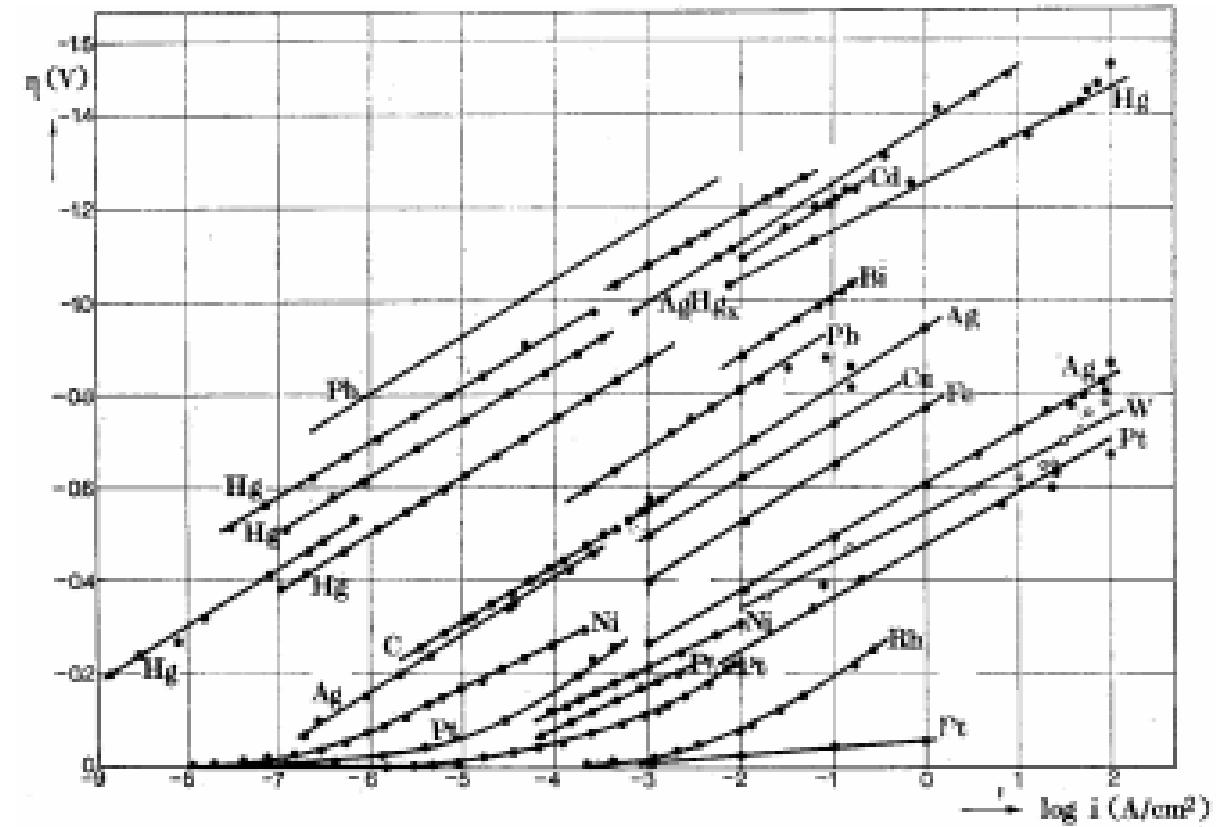
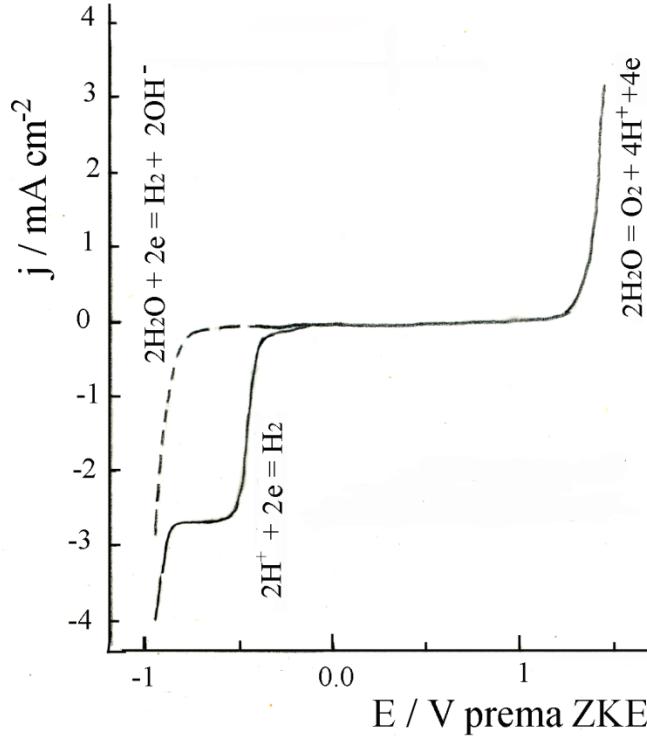
Adsorbovani atomi vodonika se uklanjaju uz nastanak molekula gasa po jednom od sledećih reakcionih stupnjeva:



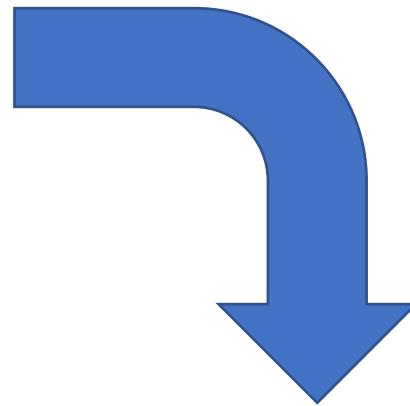
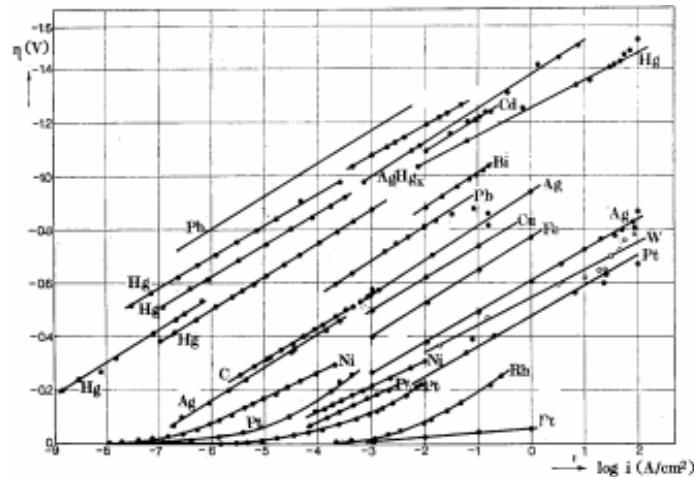
ili:



# Elektrodne reakcije u kojima učestvuju adsorbovani intermedijeri - Kinetika elektrodne reakcije vodonične elektrode



# Elektrodne reakcije u kojima učestvuju adsorbovani intermedijeri - Kinetika elektrodne reakcije vodonične elektrode



	Pt	Pd	Fe	Ni	Cd	Zn	Hg
$j_0$ , A/cm <sup>2</sup>	$10^{-3}$ - $10^{-4}$			$10^{-4}$ - $10^{-8}$			$10^{-12}$ - $10^{-14}$
$b_c$ , mV	30 - 120	30	120	120	120	120	114

# Elektrodne reakcije u kojima učestvuju adsorbovani intermedijeri - Kinetika elektrodne reakcije vodonične elektrode

## I. Reakcija Folmera kao spori stupanj

$$j_t = Fk_1 C_{H^+} (1-\theta) e^{-\frac{-(1-\beta)FE}{RT}}$$

Pokrivenost površine je jako mala

$$\ln j = \ln Fk_1 + \ln C_{H^+} - \frac{(1-\beta)FE}{RT}$$

Konstantna koncentracija H<sup>+</sup>



$$E = \text{const.} - \frac{2,3RT}{(1-\beta)F} \log j$$

Red reakcije po H<sup>+</sup>?

$$E = \text{const} - 0,12 \log j$$

# Elektrodne reakcije u kojima učestvuju adsorbovani intermedijeri - Kinetika elektrodne reakcije vodonične elektrode

## *II. Reakcija Tafela kao spori stupanj*

$$k_1 C_{H^+} (1 - \theta) e^{\frac{-(1-\beta)FE}{RT}} = k_2 \theta e^{\frac{\beta FE}{RT}}$$

Folmer u ravnoteži

$$\frac{\theta}{1 - \theta} = K C_{H^+} e^{-\frac{FE}{RT}}$$

Gibsova adsorpciona izoterma

# Elektrodne reakcije u kojima učestvuju adsorbovani intermedijeri - Kinetika elektrodne reakcije vodonične elektrode

## *II. Reakcija Tafela kao spori stupanj*

$$\frac{\theta}{1-\theta} = KC_{H^+} e^{-\frac{FE}{RT}}$$

Gibsova adsorpciona izoterma

Mala pokrivenost (kada?)



Pokrivenost bliska jedinici (kada?)

$$\theta \approx KC_{H^+} e^{-\frac{FE}{RT}}$$

# Elektrodne reakcije u kojima učestvuju adsorbovani intermedijeri - Kinetika elektrodne reakcije vodonične elektrode

## II. Reakcija Tafela kao spori stupanj

Mala pokrivenost (kada?)

$$\theta \approx KC_{H^+} e^{-\frac{FE}{RT}}$$

$$j = 2Fv_3 = 2Fk_3\theta^2 = \underbrace{2Fk_3K'}_{K'} C_{H^+}^2 \cdot e^{\frac{-2FE}{RT}}$$

Red reakcije po H<sup>+</sup>?

$$E = \frac{2,3RT}{2F} \log K' - \frac{2,3RT}{F} pH - \frac{2,3RT}{2F} \log j$$

$$E = \text{const.} - 0,03 \cdot \log j$$

# Elektrodne reakcije u kojima učestvuju adsorbovani intermedijeri - Kinetika elektrodne reakcije vodonične elektrode

## *II. Reakcija Tafela kao spori stupanj*

Pokrivenost bliska jedinici (kada?)

$$j = 2FV_3$$

$$\frac{dE}{d \log j} = \infty$$

Granična reakcionala struja

Red reakcije po H+??????

# Elektrodne reakcije u kojima učestvuju adsorbovani intermedijeri - Kinetika elektrodne reakcije vodonične elektrode

## ***III. Reakcija Hejrovskog kao spori stupanj***

$$j_c = 2Fk_5C_{H^+}\theta e^{\frac{-(1-\beta)FE}{RT}}$$

a)  $\theta$  malo (blizu, ali ne i 0)

$$\theta \approx KC_{H^+}e^{\frac{FE}{RT}}$$

$$j_c = 2Fk_5KC_{H^+}^2e^{\frac{-(1-\beta)FE}{RT}}$$

$$\frac{dE}{d \log j} = -\frac{2,3RT}{(2-\beta)F}$$

-0,04 V Tafelov nabib

A red reakcije po H<sup>+</sup> je...?

b)  $\theta \approx 1$

$$j_c = 2Fk_5C_{H^+}e^{\frac{-(1-\beta)FE}{RT}}$$

$$\frac{dE}{d \log j} = -\frac{2,3RT}{(1-\beta)F}$$

-0,120 V Tafelov nabib

A red reakcije po H<sup>+</sup> je...?

# Za vežbu

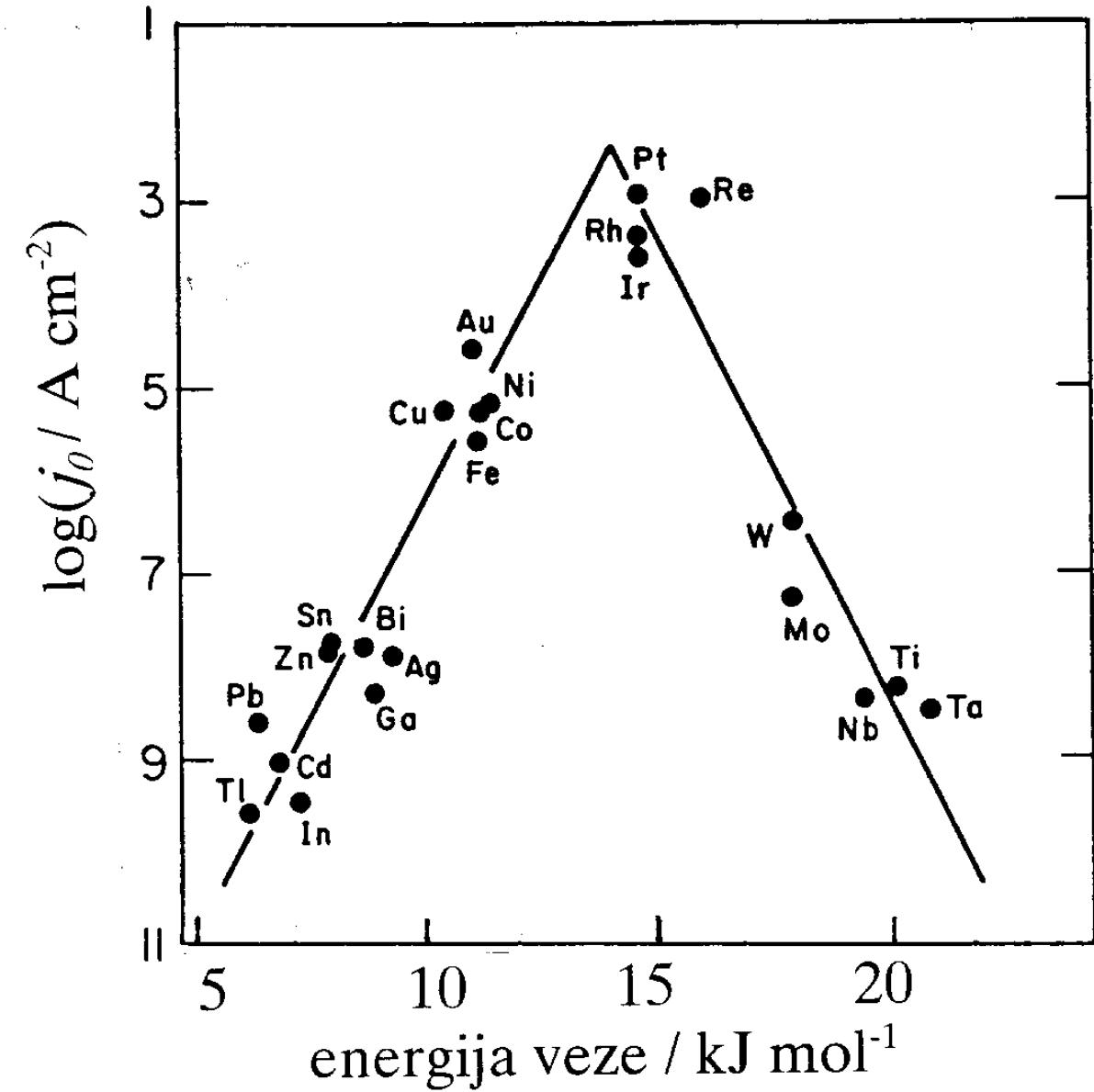
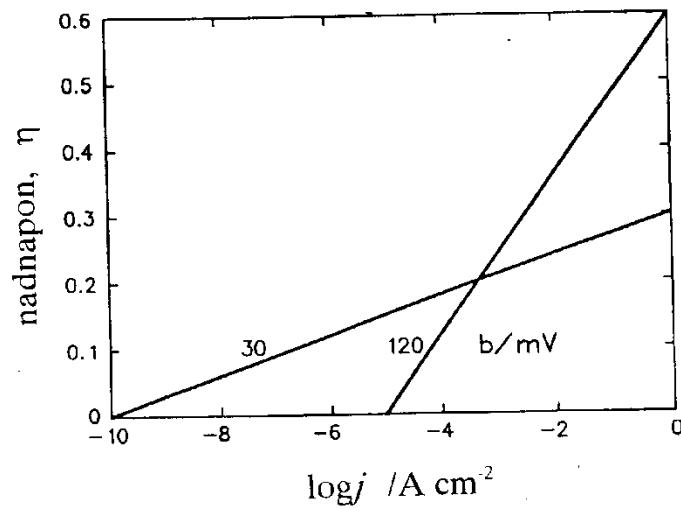
	Folmer	Tafel	Hejrovski			
	Mala pokrivenost	Velika pokrivenost	Mala pokrivenost	Velika pokrivenost	Mala pokrivenost	Velika pokrivenost
Tafelov nagib						
Red reakcije po H <sup>+</sup>						

# Elektrokataliza

Šta je katalitički efekat?

Šta je elektrokatalitički efekat?

Kako poređimo različite elektrokatalizatore?



Kao i u životu, u elektrokatalizi je bitno da sve bude balansirano!!!!

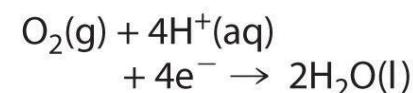
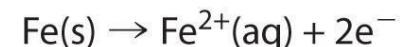
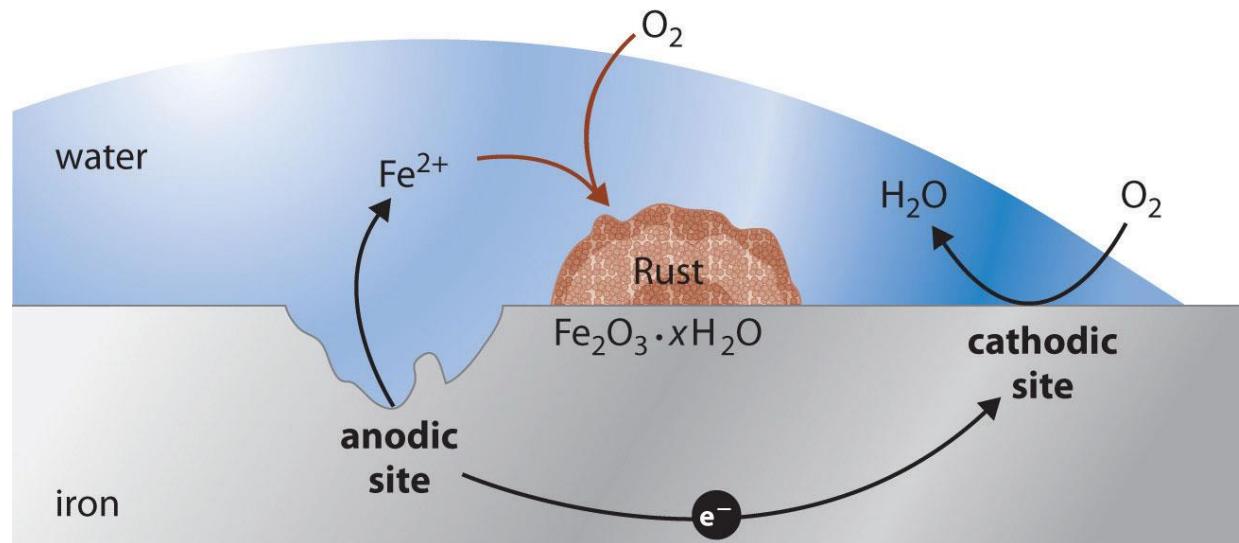
# Elektrohemijski aspekti korozije

Predavanje 21, 12.05.2021.

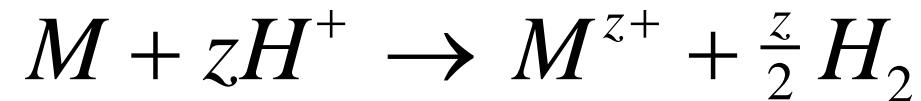
**Udžbenik: S. Mentus, Elektrohemija, 2008, strane 247-251 (preporučuje se da proučite i deo koji se odnosi na anodno formiranje oksidnih filmova)**

# Korozija

- Korozija je hemijska transformacija metala u svoje soli ili okside pod uticajem okolne sredine elektrolitičkog karaktera.



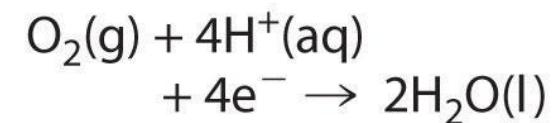
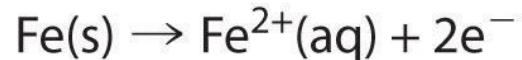
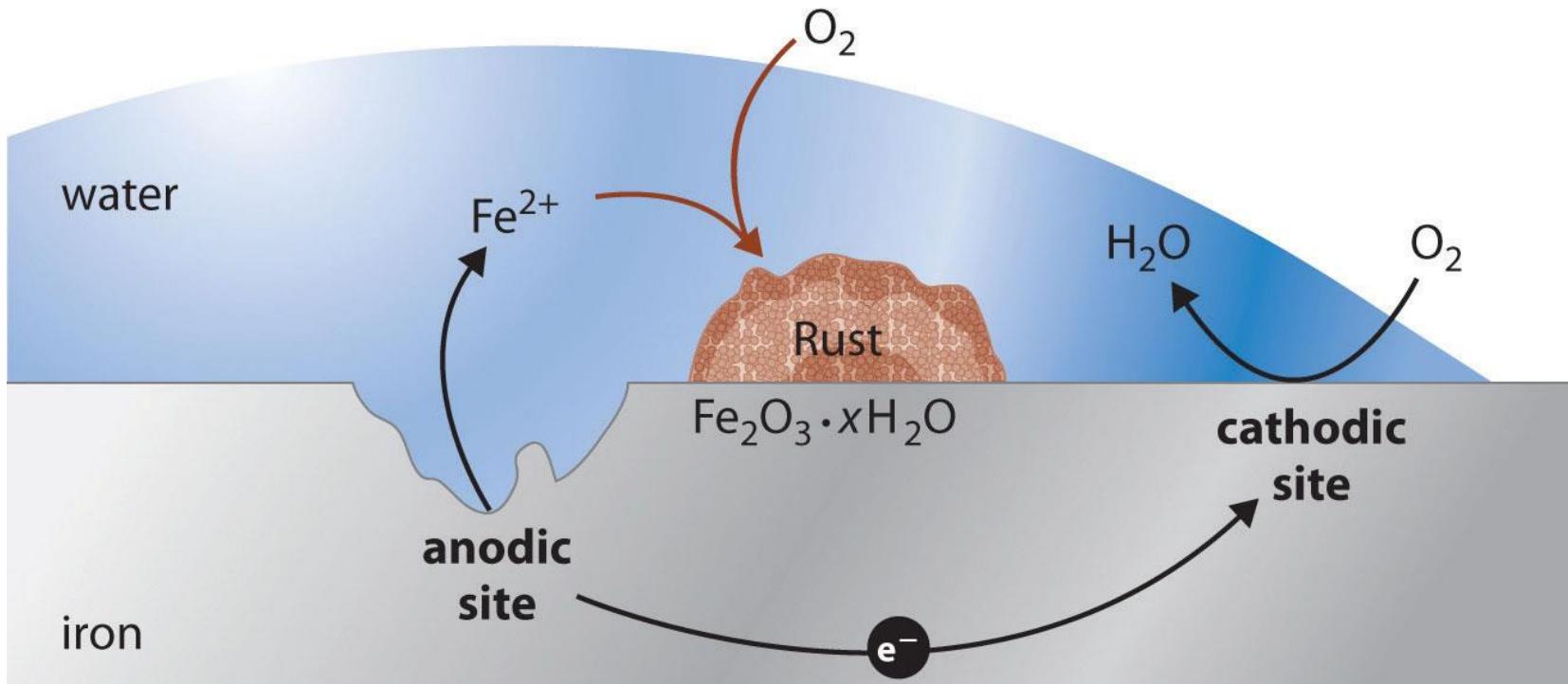
# Vodonična i kiseonična korozija (podela po timu katodne reakcije)



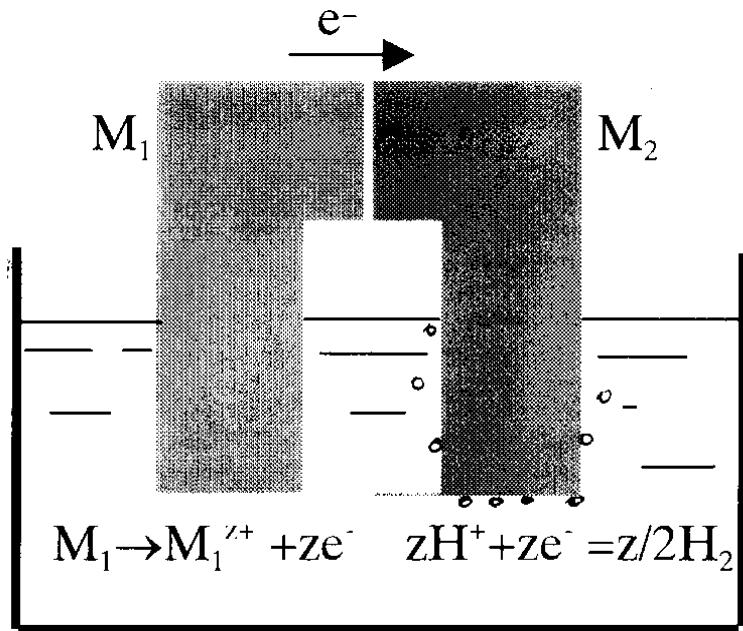
# Vodonična i kiseonična korozija (podela po timu katodne reakcije)



# Koji je ovo tip korozije



# Termodinamika i kinetika procesa korozije



Korozija po modelu  
galvanskog elementa

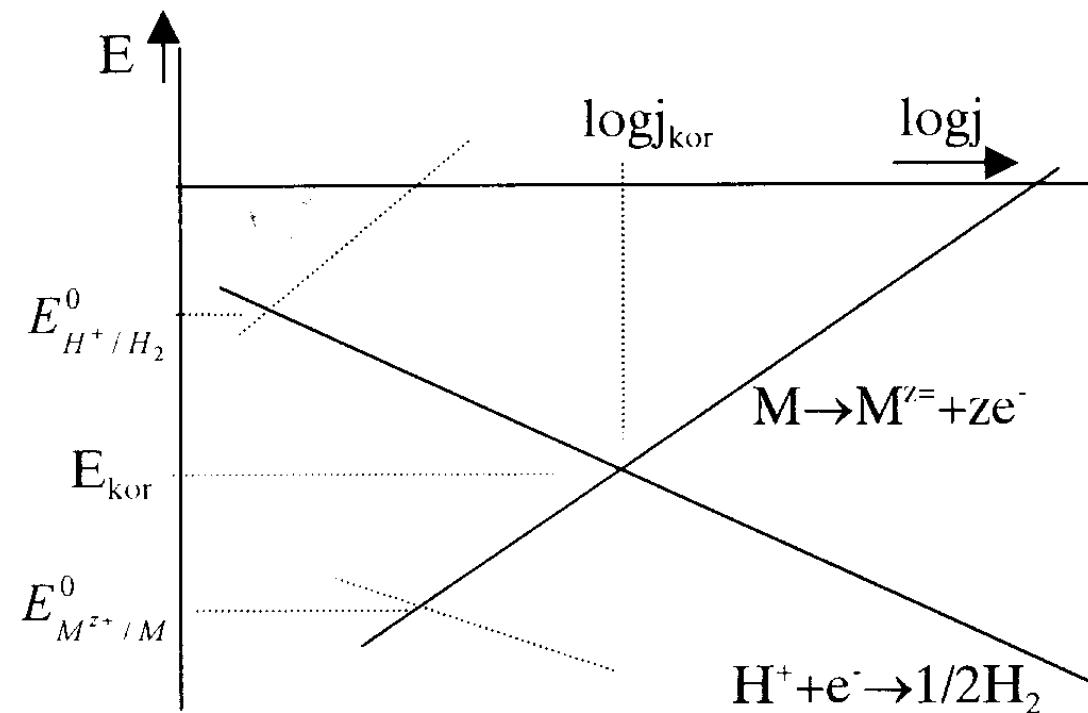
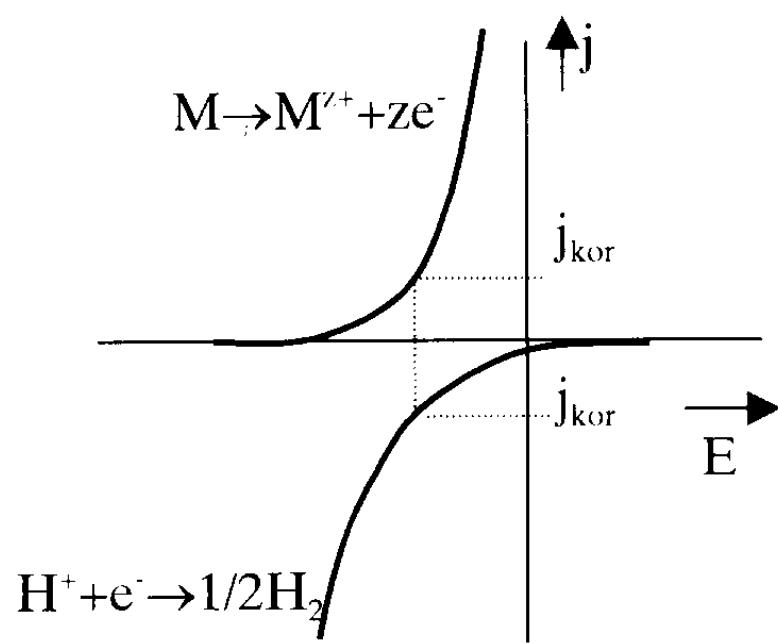
$$E_{M/M^{z+}} = E^0_{M/M^{z+}} + \frac{RT}{zF} \ln a_{M^{z+}}$$

$$E_{H_2/H^+} = E^0_{H_2/H^+} + \frac{RT}{2F} \ln \frac{a_{H^=}}{p_{H_2}}$$

U kratkom spoju

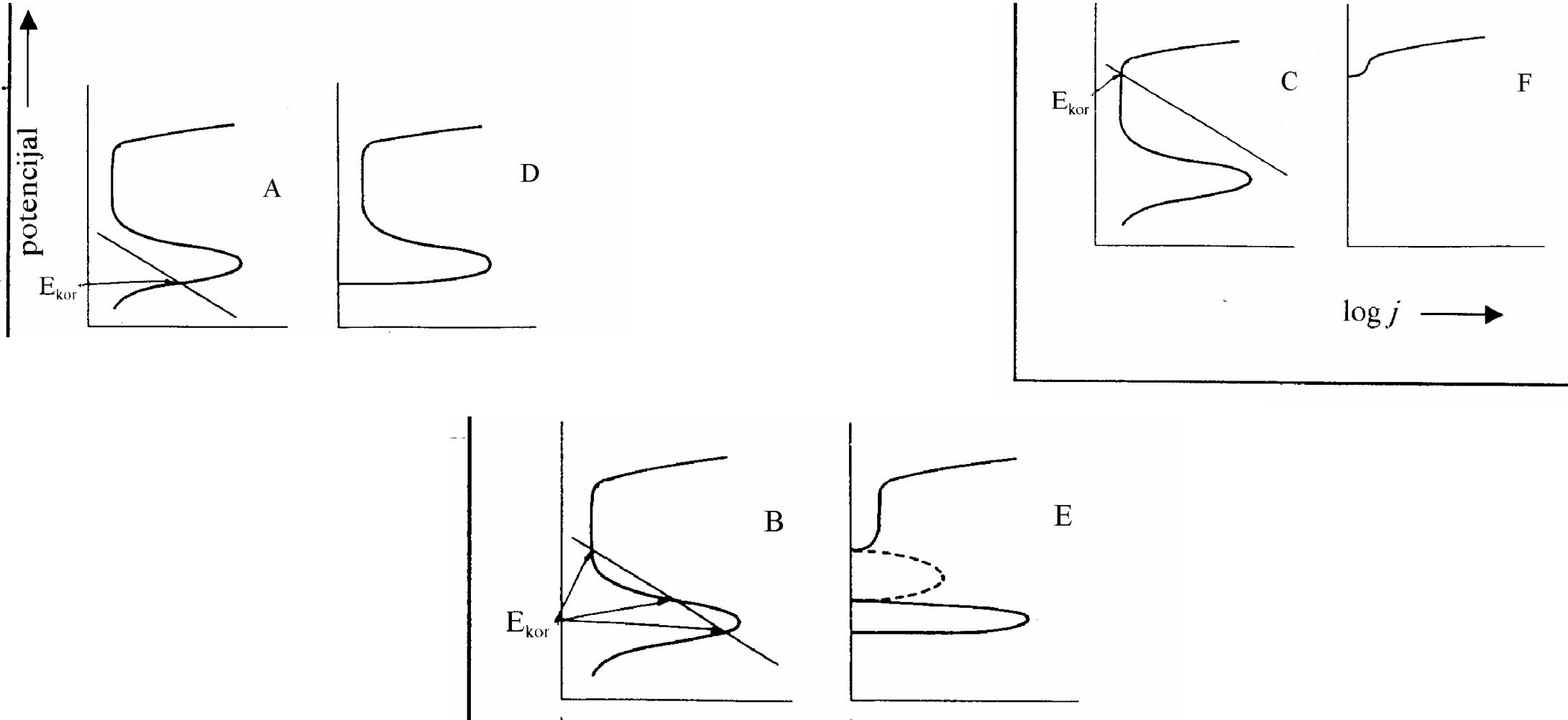
# Termodinamika i kinetika procesa korozije

## Koroziona struja i korozioni potencijal



Termodinamika zavisi od ravnotežnih potencijala anodne i katodne reakcije. Kisoenična korozija je uvek TD povoljnija  
Kinetika takođe zavisi od EMS hipotetičkog glavnaskog elementa u kom ramatramo koroziju.

# Realni I-E dijagrami metala u korodirajućoj sredini



# Korisni linkovi

- [https://chem.libretexts.org/Courses/Saint Mary's College%2C Notre Dame%2C IN/CHEM 122-02 \(Under Construction\)/4%3A Electrochemistry/4.1%3A Electrochemistry/Corrosion](https://chem.libretexts.org/Courses/Saint_Mary's_College%2C_Notre_Dame%2C_IN/CHEM_122-02_(Under_Construction)/4%3A_Electrochemistry/4.1%3A_Electrochemistry/Corrosion)