

# Osnove fizikalne kemije

## (Smjer: Molekularna biologija)

Uvod u Osnovni praktikum fizikalne  
kemije

Veličinski račun

✓ Asistenti:

Nikola Cindro, mag. chem.

e-mail: [ncindro@chem.pmf.hr](mailto:ncindro@chem.pmf.hr)

Zavod za fizikalnu kemiju, 2. kat (soba 208)

Jasmina Salopek, mag. chem.

e-mail: [jsalopek@chem.pmf.hr](mailto:jsalopek@chem.pmf.hr)

Zavod za fizikalnu kemiju, 2. kat (soba 220)

# MATERIJALI (predavanja, seminari, ostalo)

[http://www.pmf.unizg.hr/chem/zavodi/zfk/popis\\_kolegija](http://www.pmf.unizg.hr/chem/zavodi/zfk/popis_kolegija)

# Pravila u Praktikumumu fizikalne kemije

- Pribor: kuta, skripta, bilježnica A4 formata (po mogućnosti na kvadratiće), mm papir, kemijska olovka, ljepilo
- Kolokvij
- **Nema kašnjenja!**
- 1 nadoknada (bez potvrde o izostanku)
- Nakon izvedene vježbe, u praktikumu se piše referat (izvještaj) – ukupno predviđeno vrijeme za vježbu i izvještaj: 4 sata
- **Ne može se započeti nova vježba bez ocijenjenog referata prethodne vježbe!**

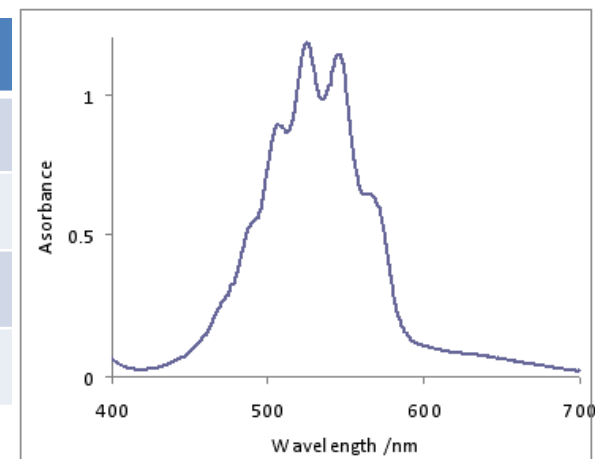
- Osnovni dijelovi referata:
  - naslov vježbe i datum izvođenja
  - zadatak (ne prepisati doslovno iz skripte – asistent u određenim vježbama treba zadati konkretne uvjete, npr. koncentracije)
  - eksperimentalni dio i obrada podataka (svi potrebni računi, tablice s eksp. podacima, slike (grafički prikaz), određivanje fizikalnih veličina iz grafičkog prikaza)
  - zaključak – samo traženi rezultati pri odgovarajućim uvjetima uz upotrebu odgovarajuće metode, komentari o mogućim pogreškama, usporedbe s teorijskim vrijednostima (ukoliko je moguće)

1. Pripremljeno je nekoliko vodenih otopina  $\text{KMnO}_4$  različitih koncentracija. U kiveti duljine optičkog puta 1 cm pri temperaturi  $25\text{ }^\circ\text{C}$  izmjerena je apsorbancija svake otopine pri valnoj duljini od 550 nm. Vrijednosti apsorbancija odgovarajućih otopina dane su u tablici 1. Odredite molarni apsorpcijski koeficijent  $\text{KMnO}_4$  pri 550 nm koristeći grafički prikaz **apsorbancije prema koncentraciji** i jednadžbu pravca kroz dvije točke.

Tablica 1. Ovisnost apsorbancije vodene otopine  $\text{KMnO}_4$  o koncentraciji pri valnoj duljini 550 nm.  $\theta = 25\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $l = 1\text{ cm}$



$c(\text{KMnO}_4)/\text{mol dm}^{-3}$	$A$
$2 \cdot 10^{-4}$	0,419
$4 \cdot 10^{-4}$	0,845
$6 \cdot 10^{-4}$	1,244
$8 \cdot 10^{-4}$	1,614



(SVRHA: upoznavanje s Beer-Lambertovim zakonom, grafički prikaz na mm papiru, određivanje jednadžbe pravca i račun odgovarajućih fizikalnih veličina iz parametara jednadžbe, ispravno imenovanje tablica i slika, mjerne jedinice)

## BEER-LAMBERTOV ZAKON:

$$\textcircled{A} = \varepsilon \cdot l \cdot \textcircled{c}$$

↓  
mol<sup>-1</sup> dm<sup>3</sup> cm<sup>-1</sup>

↑  
cm

→ mol dm<sup>-3</sup>

A prema c





Zavisna  
varijabla, **y**

Nezavisna  
varijabla, **x**

Jednadžba pravca kroz 2 točke:

$$y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1)$$

Točka 1 ( $x_1, y_1$ )  ( $c_1, A_1$ )

Točka 2 ( $x_2, y_2$ )  ( $c_2, A_2$ )

Uvrštavanjem i sređivanjem izraza dobijemo jednadžbu oblika:

$$y = ax + b \quad \Rightarrow \quad \text{odsječak}$$

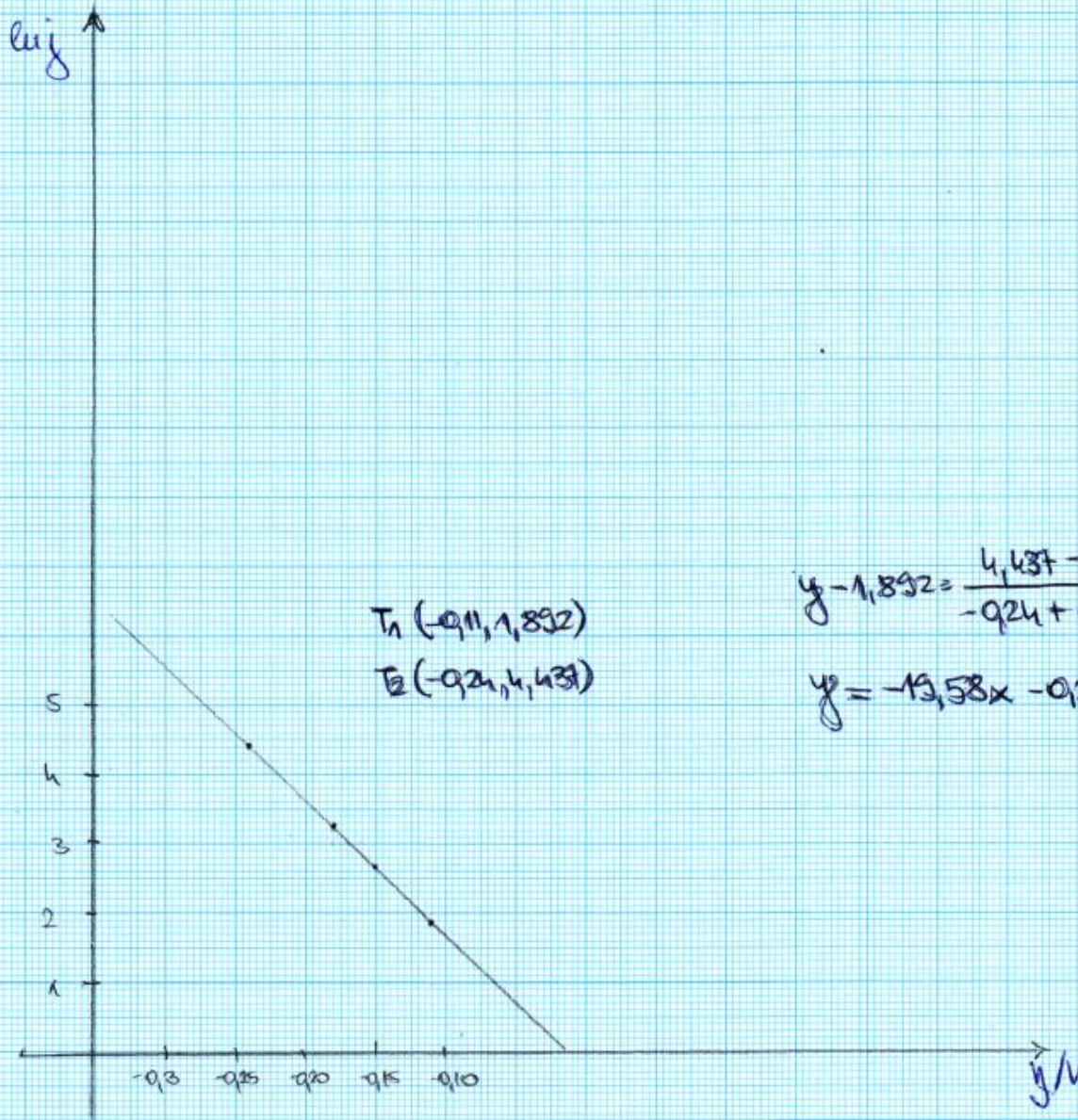


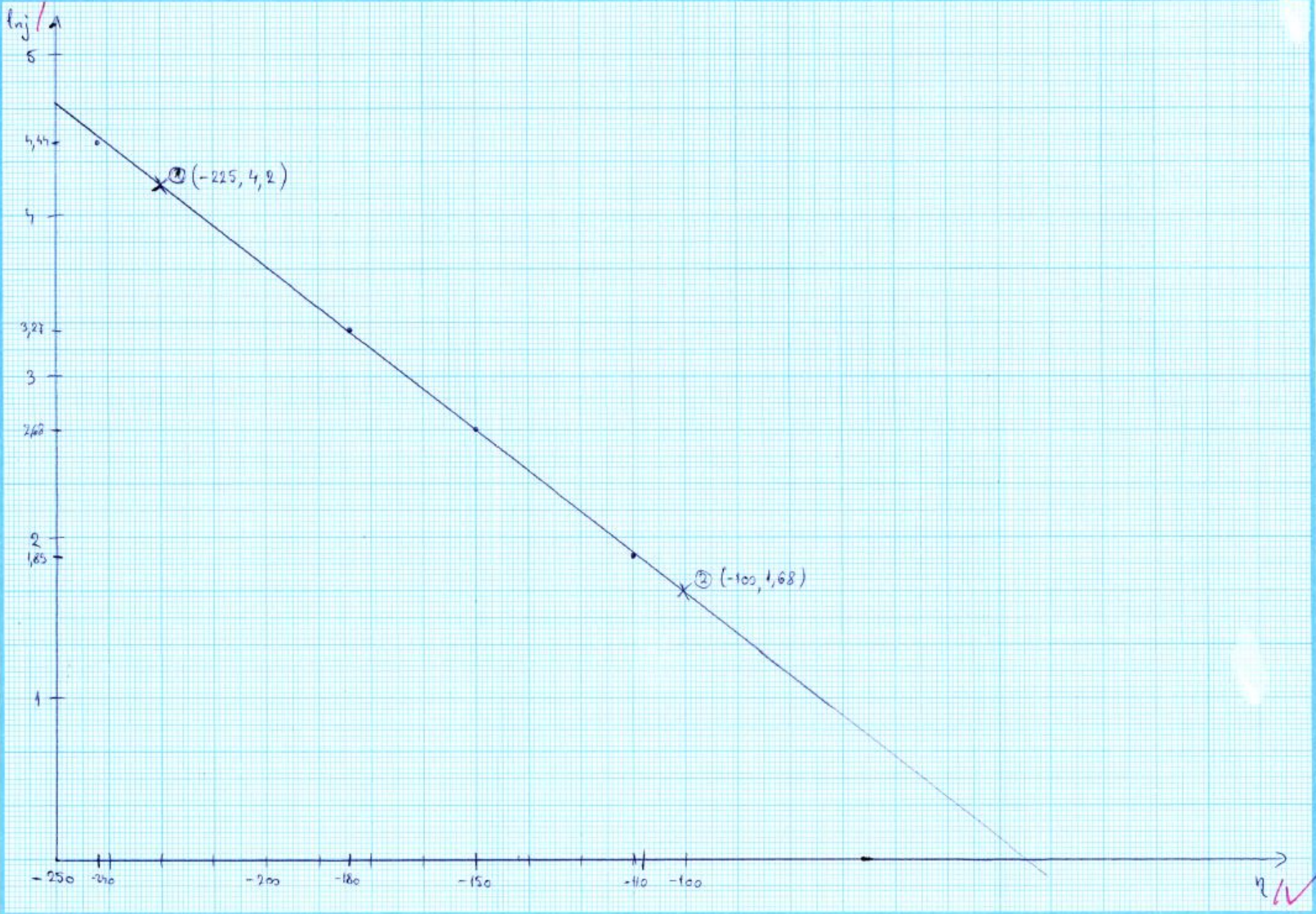
nagib  
pravca

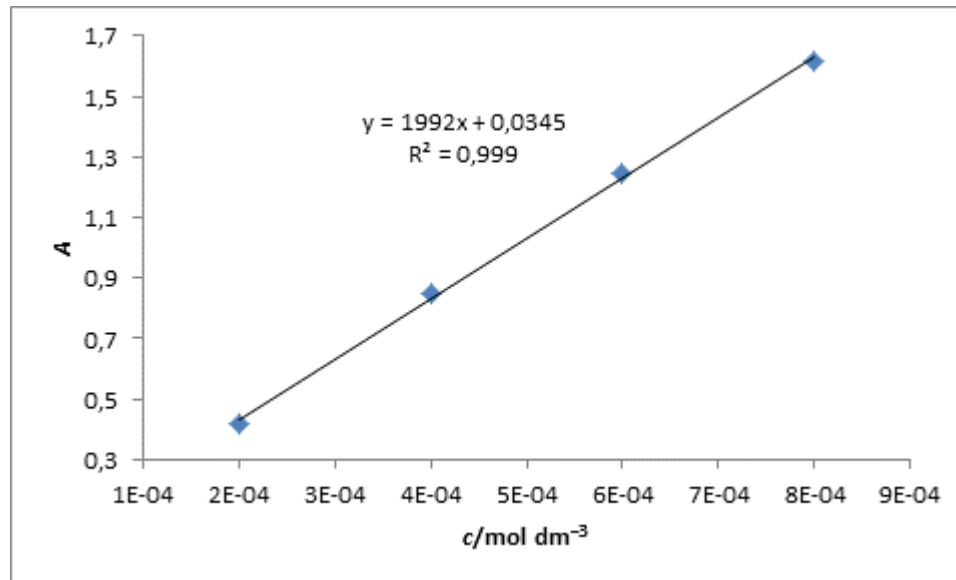
**ILI**

$$y = ax \quad \text{Pravac kroz ishodište}$$









Slika 1. Ovisnost apsorbancije vodene otopine  $\text{KMnO}_4$  o koncentraciji pri valnoj duljini 550 nm.  $\theta = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $l = 1 \text{ cm}$ .

**III** (ako su pripadajući podatci detaljno opisani u tablici)

Slika 1. Podatci prema tablici 1.

# Izračun vrijednosti fizikalnih veličina iz parametara jednadžbe pravca

$$y = ax + b$$
$$y = 1992x + 0,0345$$
$$A = \varepsilon \cdot l \cdot c$$

U izrazu BL zakona  
odsječak je nula

Vrijednost koja se dobije  
linearnom regresijom je  
ovdje eksperimentalna  
pogreška

$$\varepsilon \cdot l = 1992 \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3$$

Još jedan način zapisa vrijednosti fizikalnih veličina u tablici ili na osima kod grafičkog prikaza:

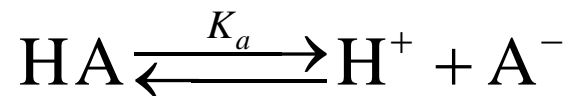
$10^4 \cdot c(\text{KMnO}_4)/\text{mol dm}^{-3}$
2
4
6
8

→ preglednije, ALI voditi računa o stvarnim vrijednostima fizikalnih veličina

umjesto

$c(\text{KMnO}_4)/\text{mol dm}^{-3}$
$2 \cdot 10^{-4}$
$4 \cdot 10^{-4}$
$6 \cdot 10^{-4}$
$8 \cdot 10^{-4}$

2. Izračunajte volumene vodenih otopina **octene kiseline** i **natrijeva acetata** koje trebate pomiješati u odmjernoj tikvici od 25 mL tako da **pH** dobivenog pufera bude **5**. Koncentracije ishodnih otopina octene kiseline i natrijeva acetata su jednake i iznose **0,1 mol dm<sup>-3</sup>**. Konstanta ionizacije ( $K_a$ ) octene kiseline pri 25 °C iznosi **1,754·10<sup>-5</sup> mol dm<sup>-3</sup>**



Reakcije u otopinama kiselina i  
odgovarajućih soli

## Henderson-Hasselbalch rovnice

$$\text{p}K_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$[\text{A}^-] = [\text{A}^-]_{\text{kyselina}} + [\text{A}^-]_{\text{sol}} \approx [\text{A}^-]_{\text{sol}} \approx [\text{MA}]_{\text{tot}}$$

$$[\text{A}^-]_{\text{kyselina}} \ll [\text{A}^-]_{\text{sol}}$$

$$[\text{HA}] \approx [\text{HA}]_{\text{tot}}$$

# Mjerenje pH

- Staklena + referentna elektroda
- Baždarenje (kalibracija) staklene elektrode - standardni puferi

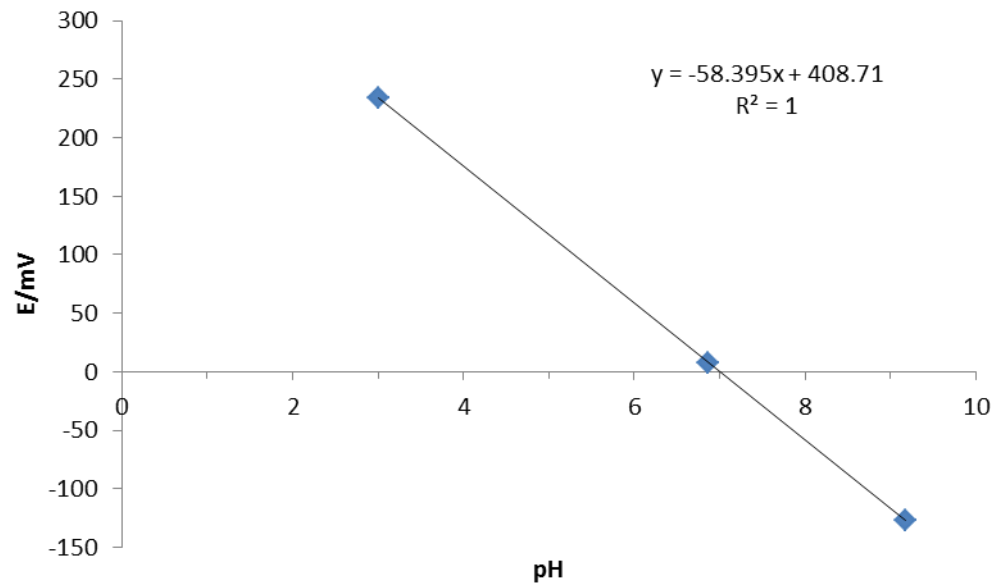
$$E_{MF} = E^{\ominus} - E_{ref} - \frac{RT \ln 10}{F} \text{pH}$$

0,0592 V pri 25 °C



$E_{MF}$  vs. pH

Nernstov nagib  
– eksperimentalno  
obično nešto manja  
vrijednost





# Vodljivost elektrolita

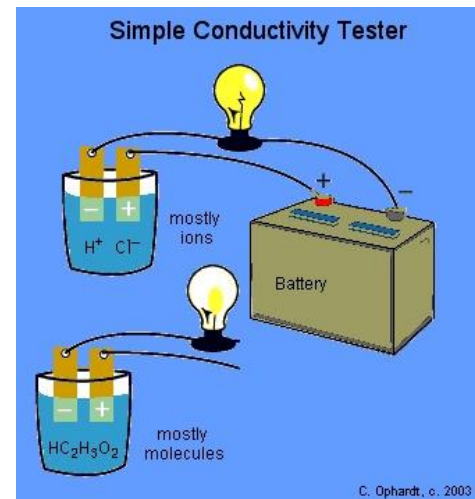
- Veličine: otpor ( $R$ ), vodljivost ( $G$ ), provodnost ( $\kappa$ ), molarna provodnost ( $\Lambda$ )



$$s \leftarrow G = \frac{1}{R} \quad \kappa = K_{cell} \cdot G$$

$\Omega$  (ohm)  $cm^{-1}$

$$\Lambda = \frac{\kappa}{c}$$



Kohlraushov zakon (jaki elektroliti)

$$\Lambda = \Lambda_{\infty} - b\sqrt{c} \quad mol^{1/2} dm^{-3/2}$$

$S cm^2 mol^{-1}$   $S cm^2 mol^{-3/2} dm^{3/2}$

Ostwaldov zakon (slabi elektroliti)

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{\Lambda_{\infty}} + \frac{\kappa}{\Lambda_{\infty}^2 K_i} \rightarrow S cm^{-1}$$