

# FIZIKALNA KEMIJA

## UVOD U PRAKTIKUM FIZIKALNE KEMIJE

- PRAVILA RADA U PRAKTIKUMU FIZIKALNE KEMIJE
  - GRAFIČKI PRIKAZI
  - VELIČINSKI RAČUN
- ZNANSTVENI NAČIN ZAPISIVANJA PODATAKA MJERENJA
  - ODREĐIVANJE FIZIKALNE VELIČINE

# ASISTENT:

- mag. educ. phys. et chem. Katarina Jerin
- [kjerin@chem.pmf.hr](mailto:kjerin@chem.pmf.hr)
- Zavod za fizikalnu kemiju, 2. kat (soba 221)

# Pravila rada u Praktikumumu fizikalne kemije

- Pribor: kuta, skripta, bilježnica A4 formata na kvadratiće, milimetarski papir, pisači pribor – plava kemijska olovka, ravnalo, ljepilo
- Kolokvij – usmeno
- Nema kašnjenja
- U slučaju izostanka – javiti se tehničarkama osobno: Mirjana Murat, Valentina Zagorec ili Đurđica Novogradec
- Izvještaj (referat) se piše za vrijeme izvođenja vježbe, a predaje se do kraja termina. Asistent pregledava referat na terminu vježbe i daje ocjenu.
- Predviđeno vrijeme trajanja vježbe: 4 sata
- Excell - potrebno je samo unijeti podatke i napraviti grafički prikaz i tablice

# Osnovni dijelovi referata

- **1) Naslov vježbe i datum izvođenja**
- **2) Zadatak** – zadatak je okvirno napisan u skripta, ali asistent zadaje konkretne uvjete pri kojima se vježba izvodi, npr. temperatura, koncentracija i sl.
- **3) Eksperimentalni dio i obrada podataka** (svi potrebni računi, tablice s eksperimentalnim podacima, slike (grfički prikazi), određivanje fizičkih veličina iz grafičkog prikaza)
  - Poželjno je pojedine dijelove odvojiti podnaslovima u manja poglavalja (npr. Ovisnost apsorbancije o duljini optičkog puta, Ovisnost apsorbancije o koncentraciji vodene otopine kalijeva permangata).

# Osnovni dijelovi referata

- **4) Rezultati (nisu zaključak)**

Zapisuje se samo traženi rezultat.

Potrebno je navesti uvjete pri kojima je određena fizička veličina i/ili metoda određivanja, u obliku smislene rečenice.

Usporediti iznos fizičke veličine s iznosom iste s teorijskim ili literaturnim iznosima.

Pripremljeno je nekoliko vodenih otopina  $\text{KMnO}_4$  različitih koncentracija.

U kiveti duljine optičkog puta **1 cm** pri temperaturi **25 °C** izmjerena je apsorbancija svake otopine pri valnoj duljini od **550 nm**.

Apsorbancija pojedinih otopina dana je 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.  $\theta = 25 \text{ °C}$ ,  $l = 1 \text{ cm}$

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

- **Ishodi:** Navesti i provjeriti Beer-Lambertov zakon na primjeru vodene otopine kalijeva permanganta, prikazati ovisnost fizičkih veličina na milimetarskom papiru, odrediti jednadžbu pravca koji prolazi kroz dvije (proizvoljne) točke, imenovati tablice i grafičke prikaze (slike) sukladno znanstvenom stilu standardnog jezika

## BEER-LAMBERTOV ZAKON

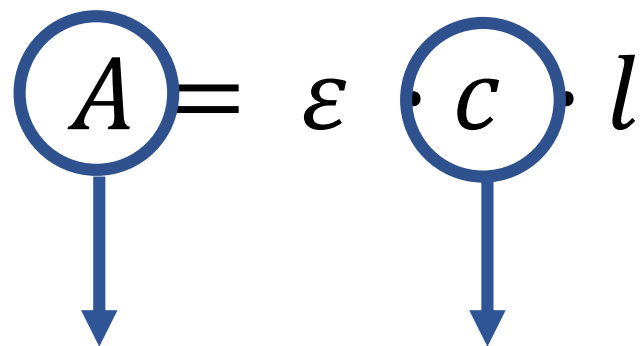
$$A = \varepsilon \cdot c \cdot l$$

$\text{mol}^{-1} \text{dm}^3 \text{cm}^{-1}$

$\text{mol dm}^{-3}$

$\text{cm}$

- **Odredite mjernu jedinicu apsorbancije**



Zavisna  
varijabla  
 $y$

Nezavisna  
varijabla  
 $x$

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

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

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

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

nagib  
pravca

**ILI**

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



# Izračun iznosa fizičkih veličina iz parametara jednadžbe pravca

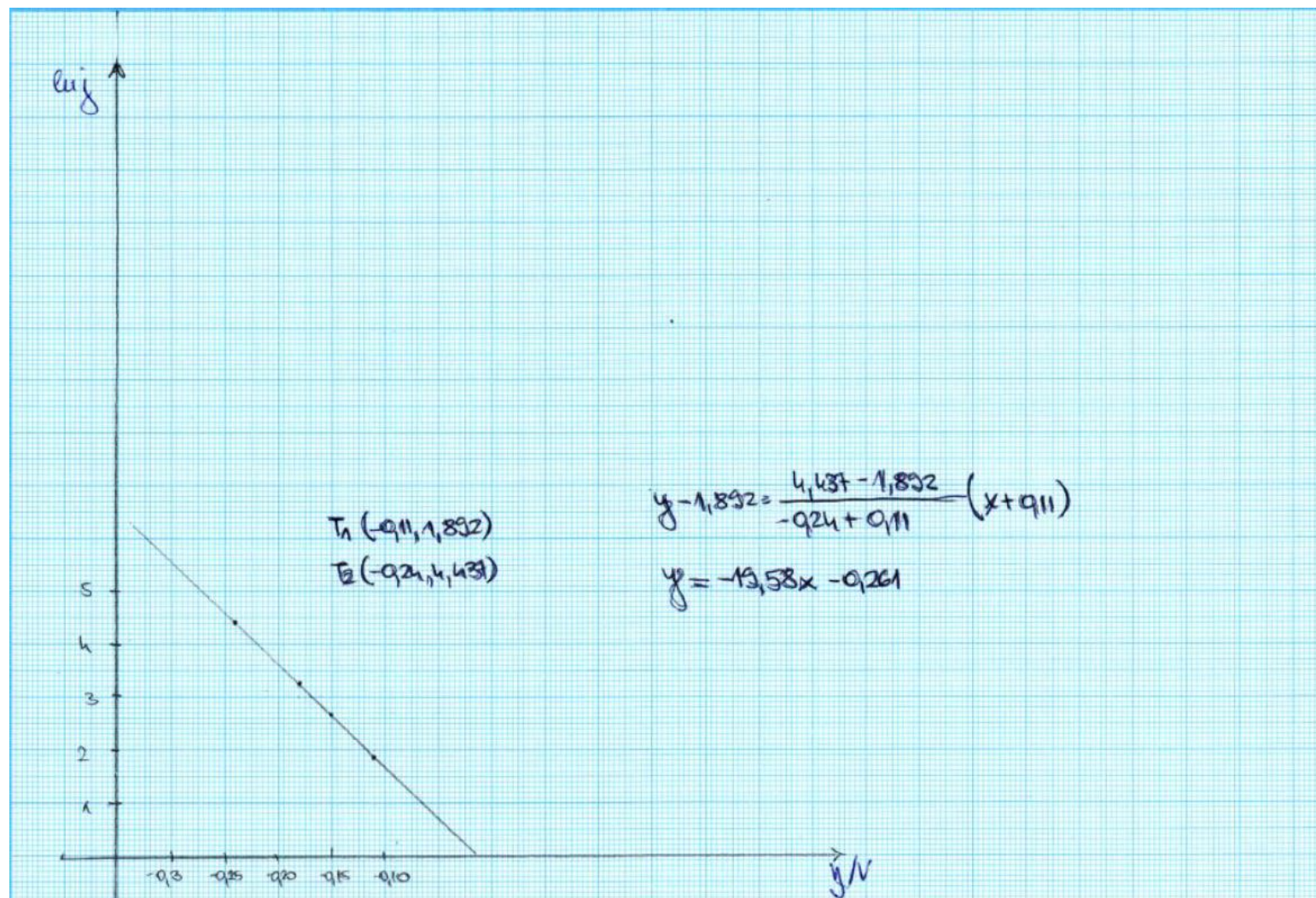
$$y = ax + b$$
$$y = 1992x + 0,0345$$
$$A = \varepsilon \cdot l \cdot c$$

U izrazu BL zakona  
odsječak je nula

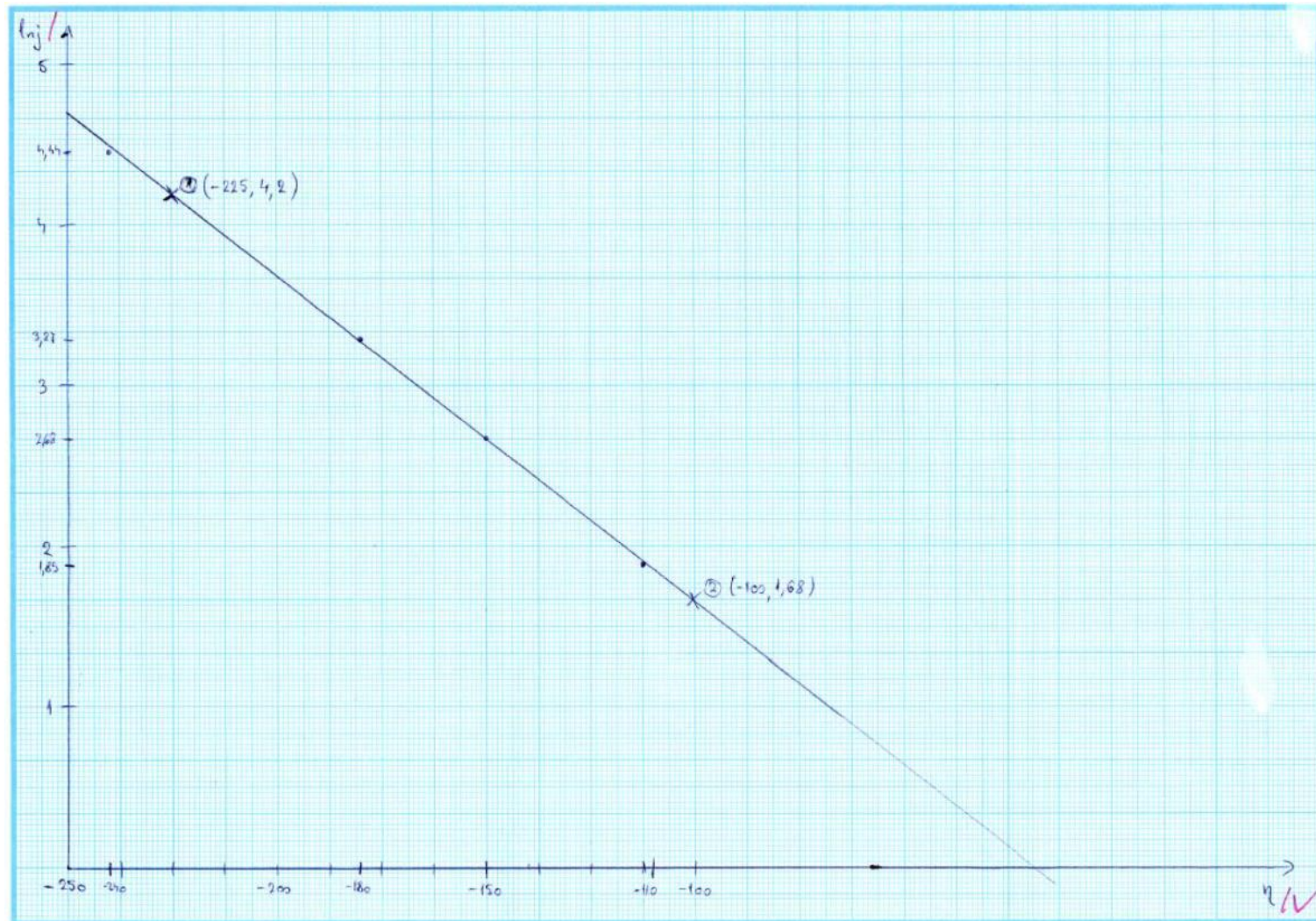
Vrijednost koja se dobije  
linearnom regresijom je  
ovdje eksperimentalna  
pogreška

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

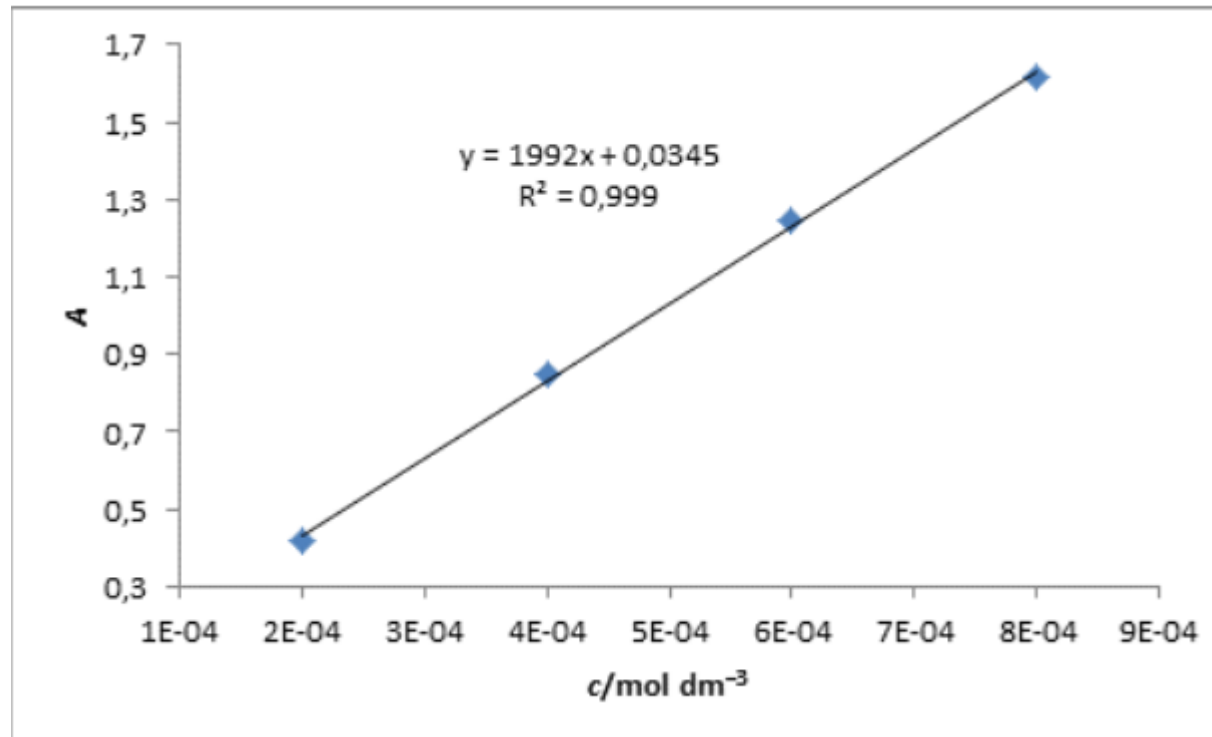
# Loša raspodjela na milimetarskom papiru



# Dobra raspodjela na milimetarskom papiru



# Naziv slike

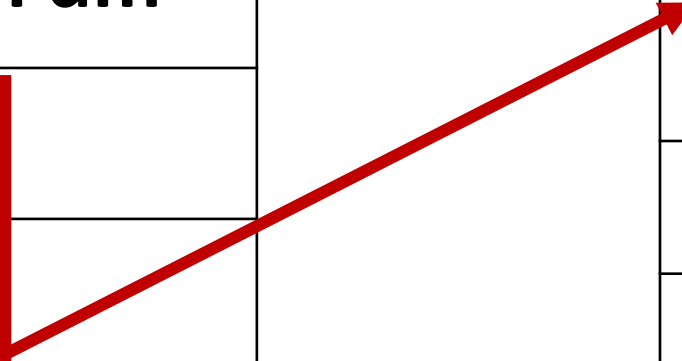


Slika 1. Ovisnost apsorbancije vodene otopine kalijeva permangnata o koncentraciji pri valnoj duljini.  $\theta = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $l = 1 \text{ cm}$ .

# Tablice

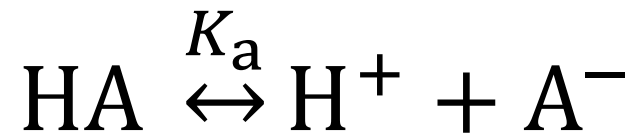
$c(\text{KMnO}_4)/\text{mol dm}^{-3}$
$2 \cdot 10^{-4}$
$4 \cdot 10^{-4}$
$6 \cdot 10^{-4}$
$8 \cdot 10^{-4}$

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



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  $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ . Konstanta ionizacije ( $K_a$ ) octene kiseline pri  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  iznosi  $1,754 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$



# Henderson-Hasselbalch jednadžba

$$pK_a = \text{pH} - \log \frac{[A^-]}{[HA]} \rightarrow \text{Ravnotežne koncentracije u smjesi (puferu)}$$

$$[A^-] = [A^-]_{\text{kiselina}} + [A^-]_{\text{sol}} \approx [A^-]_{\text{sol}} \approx [\text{CH}_3\text{COONa}]_{\text{kon}}$$

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

$$[HA] \approx [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{kon}}$$

# Mjerenje elektromotivnosti/određivanje pH

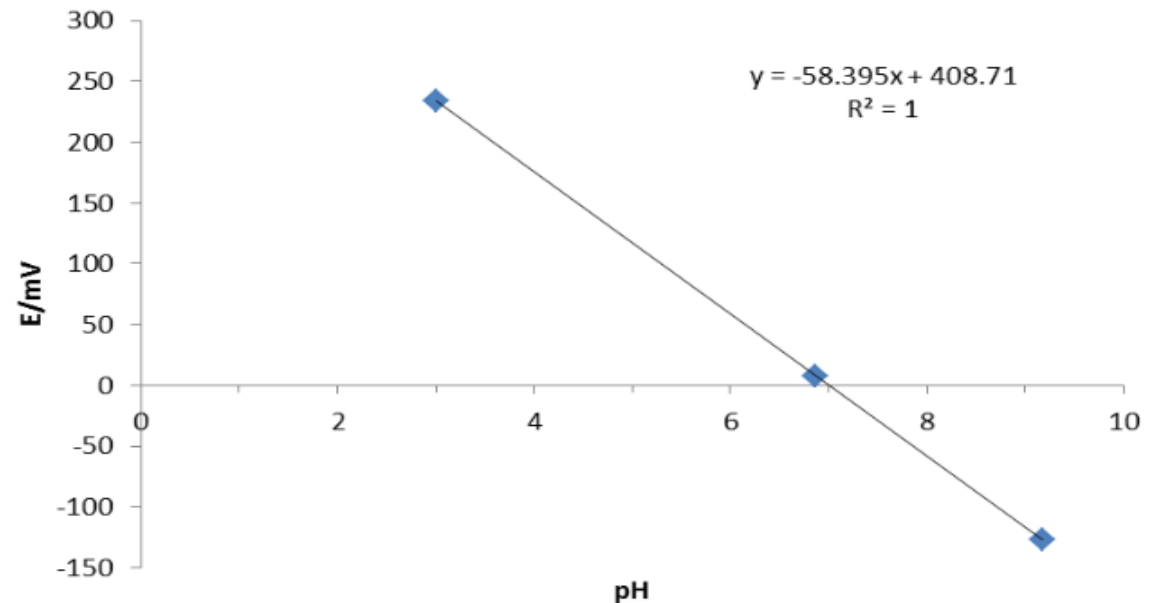
- Staklena + referentna elektroda
- Baždarenje (kalibracija) staklene elektrode – standardni puferi

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

0,0592 V pri 25 °C

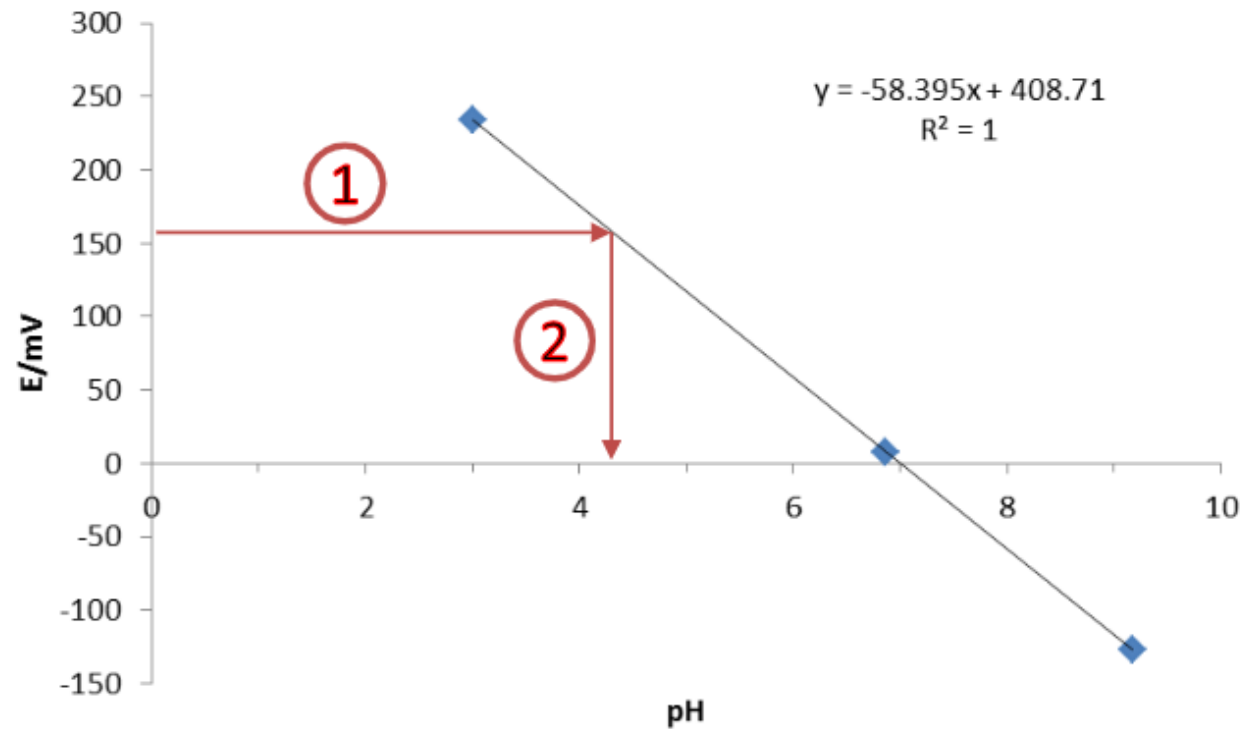
$E_{\text{MF}}$  vs. pH

Nernstov nagib  
Eksperimentalno:  
(-  $\alpha \cdot RT \ln 10$ )/F





Cilj vježbe je grafičko/računsko određivanje pH vrijednosti pripremljenog pufera na temelju izmjerene elektromotivnosti, a ne obrnuto!



# Vodljivost elektrolita

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

$$S \leftarrow G = \frac{1}{R} \quad \kappa = K_{cell} \cdot G \quad \Lambda = \frac{\kappa}{c}$$

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

Kohlraushov zakon (jaki elektroliti)

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

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

Ostwaldov zakon (slabi elektroliti)

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