

Fizikalna kemija

Uvod u laboratorijske vježbe
Osnovne informacije o polaganju ispita

prof. dr. sc. Lidija Jakobek Barron

• POPIS LABORATORIJSKIH VJEŽBI

- 1 termin
- ADSORPCIJA
- PROVODNOST ELEKTROLITA
- 2 termin
- KONDUKTOMETRIJSKA TITRACIJA
- POTENCIOMETRIJSKA TITRACIJA
- 3 termin
- KEMIJSKA KINETIKA – pokazna vježba
- NAPETOST POVRŠINE

- KOLORIMetriJA - online

Laboratorijske vježbe

1. TERMIN

• 1. Adsorpcija

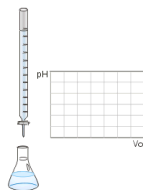
- Adsorpcija octene kiseline na aktivnom ugljenu



Pripreme se 4 otopine octene kiseline različitih koncentracija u odmjerne tikvice od 100 ml

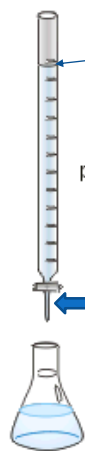


U reagens boce doda se 0,5 g aktivnog ugljena i 50 ml octene kiseline i ostavi se stajati 1.5 sat



Pripremljene otopine octene kiseline titiraju se s natrijevom lužinom 1 M uz indikator fenolftalein da se odredi točna koncentracija pripremljene octene kiseline

Titracija



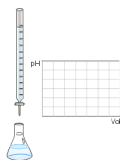
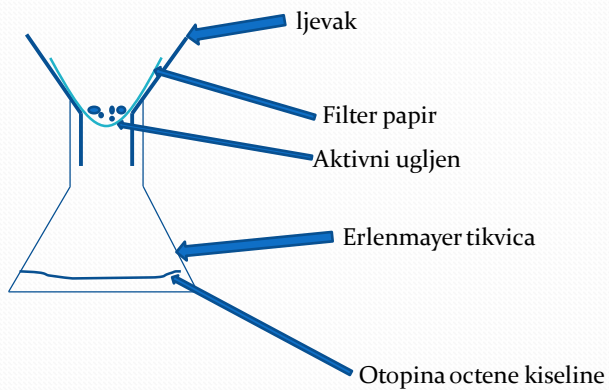
1 mol dm⁻³ NaOH

Polagano dodavati NaOH do pojave stalne ružičaste boje u otopini octene kiseline koja se nalazi u Erlenmayer tikvici

2-3 kapi fenolftaleina

10 ml octene kiseline

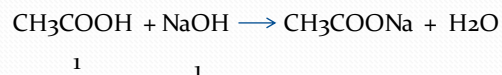
Nakon 1,5 sat adsorpcije, otopine octene kiseline filtriraju se kroz filter papir da se odvoji aktivni ugljen od octene kiseline



Filtrirane otopine octene kiseline titriraju se s 1M NaOH po istom postupku

Izračunaju se točne koncentracije pripremljenih otopina octene kiseline te otopina octene kiseline nakon adsorpcije u mol dm³

Izračun točne koncentracije CH₃COOH nakon titracije s NaOH



$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{NaOH})$$

$$c(\text{mol dm}^{-3}) = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{dm}^3)} \longrightarrow n = c \cdot V$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot f \cdot V(\text{NaOH})$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot f \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{CH}_3\text{COOH})}$$

Izračuna se količina adsorbirane octene kiseline po masi adsorbensa a

c_0 = početna koncentracija octene kiseline (mol dm^{-3})

c = koncentracija octene kiseline nakon adsorpcije (mol dm^{-3})

x = koncentracija adsorbirane octene kiseline ($\text{mmol}/100 \text{ cm}^3$)

m = masa aktivnog ugljena (g)

$$x = 100 (c_0 - c)$$

$$a = \frac{x}{m}$$

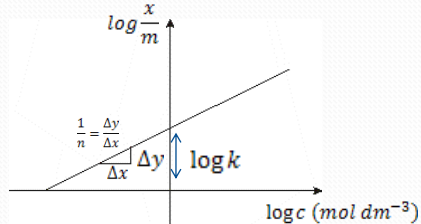
a = adsorbirana količina octene kiseline po masi adsorbensa (mmol g^{-1})

Crtaju se Freundlichova i Langmuirova adsorpcijska izoterma

Odrede se konstante te dvije izoterme

Freundlich $\log \frac{x}{m} = \frac{1}{n} \log c + \log k$

$$y = ax + b$$

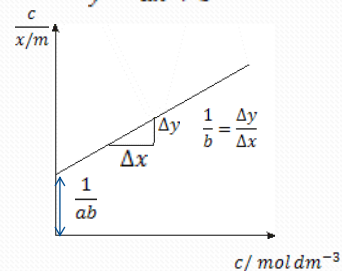


-iz dijagrama se dobije k i $1/n$ (konstante Freundlichove adsorpcijske izoterme)
-napiše se jednačba Freundlichove izoterme s dobivenim konstantama

$$a = kc^{\frac{1}{n}}$$

Langmuir $\frac{c}{x/m} = c \frac{1}{b} + \frac{1}{ab}$

$$y = ax + b$$



-iz dijagrama se dobije a i b (konstante Langmuirove adsorpcijske izoterme)
-napiše se jednačba Langmuirove izoterme s dobivenim konstantama

$$\frac{c}{x/m} = \frac{1}{ab} + \frac{c}{b}$$

• 2. Provodnost elektrolita



Pripremi se zadana koncentracija elektrolita u odmjernu tikvicu od 500 ml (stock otopina)

Od stock otopine elektrolita, razrjeđenjem se pripreme 4 otopine niže koncentracije u odmjerne tikvice od 50 ml

c_1 = koncentracija stock otopine (mol dm^{-3})

V_1 = volumen stock otopine koji se dodaje u odmjernu tikvicu od 50 ml da se dobije zadana manja koncentracija (ml)

c_2 = zadana manja koncentracija otopine elektrolita (mol dm^{-3})

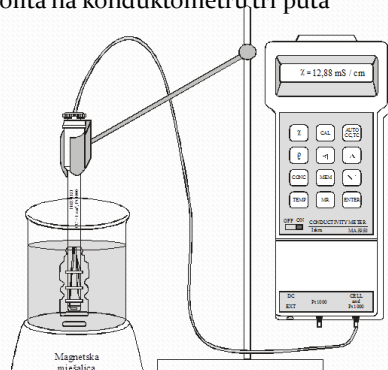
V_2 = volumen zadane manje koncentracije elektrolita (to je zapravo V odmjerne tikvice u koju se priprema otopina niže koncentracije)

$$c_1 V_1 = c_2 V_2$$

$$V_1 = \frac{c_2 V_2}{c_1}$$

Izračunati V_1 stock otopine otpipetira se u odmjernu tikvicu od 50 ml i nadopuni destiliranom vodom do markice

Na konduktometru se izmjeri električna provodnost (κ) i električna otpornost (ρ) svake otopine elektrolita na konduktometru tri puta



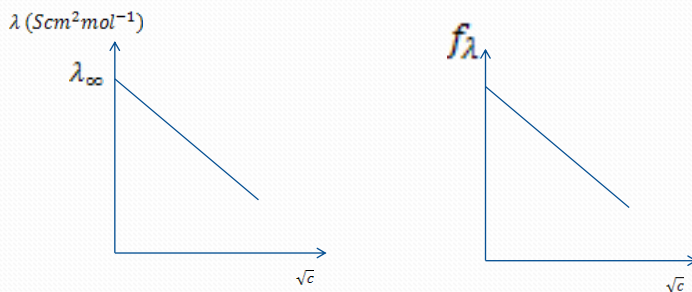
Računa se molarna provodnost (λ) te koeficijent provodnosti (f_λ) za jaki elektrolit

$$\lambda (\text{S cm}^2 \text{mol}^{-1}) = 1000 \frac{\kappa (\text{S cm}^{-1})}{c (\text{mol dm}^{-3})}$$

$$f_\lambda = \frac{\lambda}{\lambda_\infty}$$

λ_∞ molarna provodnost pri beskonačnom razrjeđenju (očita se iz tablica)

Grafički se prikaže ovisnost



2 termin

• 3. Konduktometrijska titracija



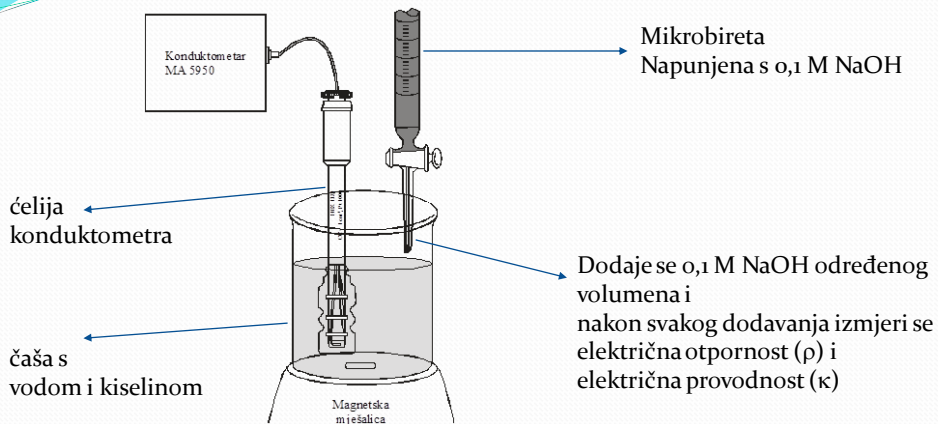
Pripremi se otopina kloridne kiseline zadane koncentracije u odmjernu tikvicu od 100 ml



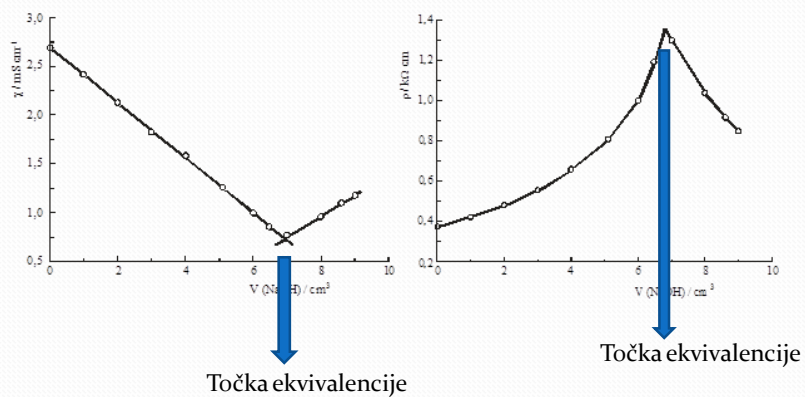
U čašu se stavi 500 ml destilirane vode i 25 ml pripremljene kiseline

- titrira se s NaOH ($0,1 \text{ mol dm}^{-3}$) dodavajući određene volumene NaOH (0,5 ili 1 ml - točan volumen bit će dan na vježbama)
- mjeri se otpornost (ρ) i provodnost (κ) na konduktometru nakon svakog dodavanja NaOH
- otpornost (ρ) raste pa pada
- provodnost (κ) pada pa raste

Prikaz konduktometrijske titracije



Crtaju se dijagrami ovisnosti κ o $V(\text{NaOH})$ te ρ o $V(\text{NaOH})$



Računa se točna koncentracija kloridne kiseline pomoću utrošene otopine NaOH u točki ekvivalencije

Izračun točne koncentracije HCl nakon titracije s NaOH



1 1

$$n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH})$$

$$c(\text{mol dm}^{-3}) = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{dm}^3)} \longrightarrow n = c \cdot V$$

$$c(\text{HCl}) \cdot f \cdot V(\text{HCl}) = c(\text{NaOH}) \cdot f \cdot V(\text{NaOH})$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot f \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{HCl})}$$

4. Potenciometrijska titracija



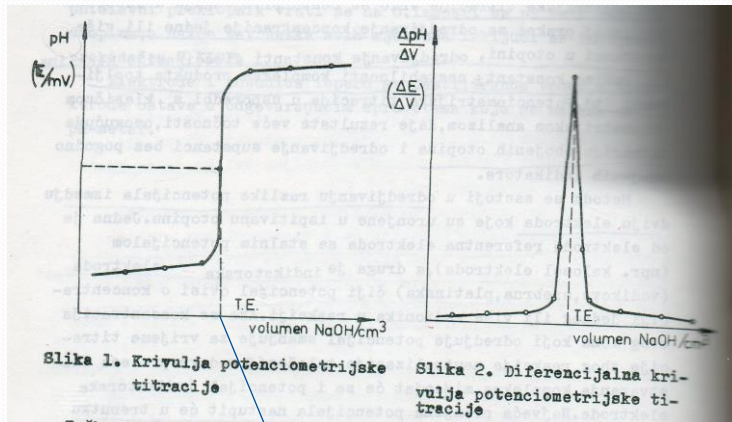
Pripremi se otopina kloridne kiseline zadane koncentracije u odmjernu tikvicu od 100 ml



U čašu se stavi 100 ml destilirane vode i 25 ml pripremljene kiseline

Titrira se s NaOH ($0,1 \text{ mol dm}^{-3}$) po istom postupku kao i kod konduktometrijske titracije, samo što se u ovoj titraciji mjeri pH na pH metru nakon svakog dodavanja NaOH
-pH raste

Računa se točna koncentracija kloridne kiseline pomoću utrošene otopine NaOH u točki ekvivalencije (odredi se grafički)



→ Točka ekvivalencije

Izračun točne koncentracije HCl nakon titracije s NaOH



1 1

$$n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH})$$

$$c(\text{mol dm}^{-3}) = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{dm}^3)} \longrightarrow n = c \cdot V$$

$$c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = c(\text{NaOH}) \cdot f \cdot V(\text{NaOH})$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot f \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{HCl})}$$

3. termin

5. Kemijska kinetika

- Inverzija saharoze
- Reakcija hidrolize saharoze na glukozu i fruktozu



Pripremi se zadana otopina saharoze u odmjernu tikvicu



U laboratorijsku čašu se stavi saharoza (50 ml) i voda (koliko je zadan volumen kiseline) (bit će zadano na vježbama)

Izmjeri se kut zakretanja linearno polarizirane svjetlosti (polarimetar)

 α_0


U laboratorijsku čašu se stavi saharoza (50 ml) i kiselina (zadani volumen) (bit će zadano na Vježbama)

Mjeri se kut zakretanja linearno polarizirane svjetlosti u periodu 40 minuta (polarimetar) svakih 5 minuta

 α_t

Čaša s kiselinom i saharozom se zagrije na 60 °C

Mjeri se kut zakretanja linearno polarizirane svjetlosti (polarimetar)

 α_∞

Izračuna se konstanta brzine reakcije (k_1) nakon svakog perioda vremena u kojem je izvršeno mjerenje

$$k_{1, \text{računski}} = \frac{2,303}{t} \log \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}$$

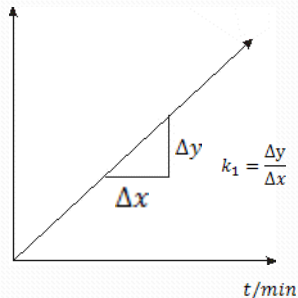
Izračuna se srednja vrijednost konstante $k_{1, \text{računski}}$

Izračuna se vrijeme polureakcije ($t_{1/2}$)

$$t_{\frac{1}{2}, \text{računski}} = \frac{0,693}{k_1}$$

Nacrtaju se dijagrami

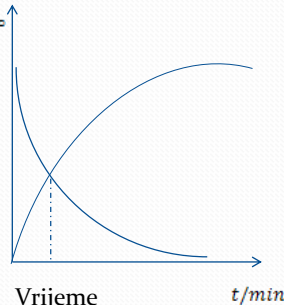
$$2.303 \log \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}$$



k_1 , grafički predstavlja nagib pravca

$$\alpha_0 - \alpha_t$$

$$\alpha_t - \alpha_\infty$$



Vrijeme polureakcije

Vrijeme polureakcije $t_{1/2}$, grafički je sjecište dvije krivulje

Usporede se vrijednosti dobivene računski i grafički

Odredi se kojeg je reda reakcija

• 6. Napetost površine

Pripreme se otopine detergenta prema zadatku

Mjeri se gustoća otopina detergenta i standardne tekućine (voda)

Određivanje gustoće piknometrom

- izvaži se suh piknometar (m_p)
- piknometar se napuni vodom te izvaži (m_{p,H_2O})
- piknometar se napuni otopinom detergenta i izvaži ($m_{p,detergent}$)

$$m_{H_2O} = m_{p,H_2O} - m_p$$

$$m_{detergent} = m_{p,detergent} - m_p$$

Gustoća otopine detergenta → izračuna se

$$V_{voda} = V_{otopina}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad V = \frac{m}{\rho}$$

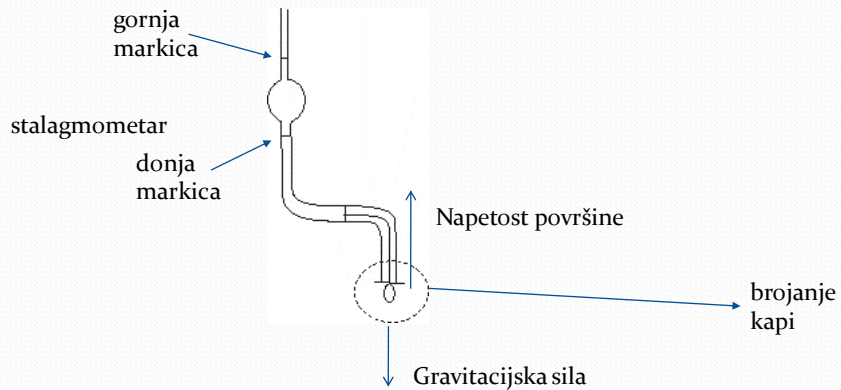
$$\frac{m_{voda}}{\rho_{voda}} = \frac{m_{otopina}}{\rho_{otopina}}$$

$$\rho_{otopina} = \frac{\rho_{voda}}{m_{voda}} m_{otopina}$$



Stalagmometar

- stalagmometar se napuni vodom do gornje markice (vrh cijevi stalagmometra drži se prstom)
- voda se ispušta do donje markice te se broje kapi u određenom volumenu
- isto se ponovi za sve otopine detergenta



Izračuna se napetost površine otopina detergenta

$$\sigma_2 = \sigma_1 \frac{b_1 \rho_2}{b_2 \rho_1}$$

Napetost površine
otopine detergenta

σ_2 = napetost površine otopine detergenta

σ_1 = napetost površine vode

b_2 = broj kapi otopine detergenta

b_1 = broj kapi vode

ρ_2 = gustoća otopine detergenta

ρ_1 = gustoća vode

Grafički se prikaže ovisnost napetosti površine o koncentraciji otopine detergenta

7. Kolorimetrija - online



Pripreme se otopine modre galice tako da se u epruvetu doda zadani volumen koncentrirane otopine modre galice i dopuni se s destiliranom vodom do 10 ml

Pripremljene otopine se promućkaju

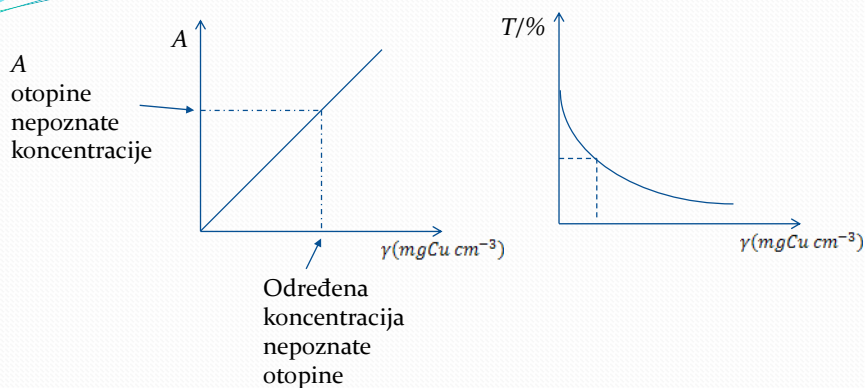
To su zapravo otopine poznatih koncentracija
potrebno izračunati pripravljene koncentracije (mg Cu cm^{-3})

Mjeri se apsorbancija (A) i transmitancija (T)
svake otopine poznate koncentracije dva puta
na spektrofotometru

Izračuna se srednja vrijednost A i T

Izmjeri se A i T otopine modre galice
nepoznate koncentracije

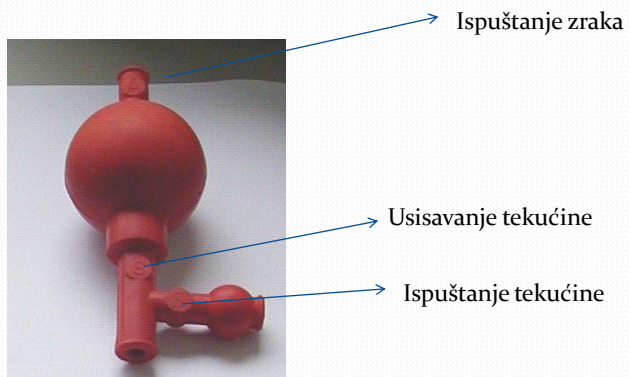
Crta se kalibracijska krivulja



Iz kalibracijske krivulje se odredi točna koncentracija otopine modre galice
za koju nije bila poznata koncentracija

Sigurnost u laboratoriju

Propipeta



Pipeta



Pipeta s propipetom



Zaštitne naočale




Zaštitne rukavice



Računanje-priprava otopina

- Iz koncentrirane otopine pripremiti otopinu odgovarajuće (zadane) koncentracije
- Račun
- Pravilna priprava otopine

Podaci na boci	zadano
$Mr(\text{kiseline})$ g mol ⁻¹	Koncentracija - c (mol dm ⁻³)
$\omega(\text{kiseline})$ %	Volumen - V (dm ³)
$\rho(\text{kiseline})$ g cm ⁻³	



Izračunati količinu tvari (mol) koja odgovara zadanoj koncentraciji kiseline

$$c(\text{mol dm}^{-3}) = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{dm}^3)} \longrightarrow n = c \cdot V$$

Izračunati masu tvari koja odgovara zadanoj koncentraciji kiseline

$$n(\text{mol}) = \frac{m(\text{g})}{Mr(\text{gmol}^{-1})} \longrightarrow m = n \cdot Mr$$

Pošto kiselina u originalnoj boci nije 100%-tna, izračunati masu (36,2) %-tne kiseline

$$\omega_A = \frac{m_A}{m_A + m_B} \longrightarrow m_A + m_B = \frac{m_A}{\omega} \quad m(36.2\% \text{ kiseline}) = \frac{m(\text{čiste kiseline})}{\omega}$$

Izračunati volumen (36.2 %-tne kiseline koji je potrebno otpipetirati u odmjernu tikvicu zadanog volumena da bi se dobila zadana koncentracija

$$\rho(\text{gcm}^{-3}) = \frac{m(\text{g})}{V(\text{cm}^3)} \longrightarrow V(\text{cm}^3) = \frac{m(\text{g})}{\rho(\text{gcm}^{-3})}$$

Primjer:

Izračunajte koji volumen koncentrirane kloridne kiseline trebate otpipetirati u odmjernu tikvicu od 100 ml, da bi dobili koncentraciju $0.018 \text{ mol dm}^{-3}$?

Podaci

$$M_r = 36.46 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\omega = 36.2\% = 0.362$$

$$\rho = 1.18 \text{ g cm}^{-3}$$

$$c = 0.018 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$V = 100 \text{ cm}^3$$

Rješenje: 0.15 cm^3

Pravilna priprava vodene otopine kiseline od koncentrirane otopine kiseline



Dosipavanje destilirane vode do oznake **3**

Pipetiranje izračunatog volumena kiseline **2**

Destilirana voda **1**

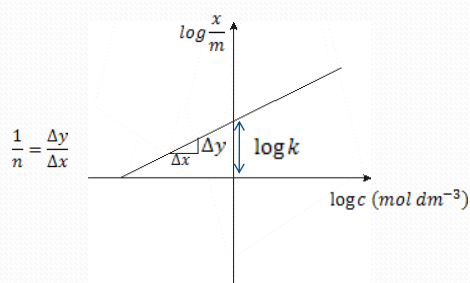
~~V u K~~

K u V ✓ pravilno

Izvješće s vježbi

- Pravilno pisanje dnevnika
- Pravilno crtanje i pisanje podataka u Tablice
- Pravilno crtanje dijagrama

Pravilno crtanje dijagrama



-odabir vrijednosti koje će se prikazati u dijagramu
 -ishodište - ne mora biti o, ovisno o tome što se želi prikazati

Ukoliko je moguće, promatranu funkciju se "linearizira" radi lakšeg grafičkog prikaza

$$a = kc^{\frac{1}{n}} \quad a=x/m$$

$$\log x/m = \log k + 1/n \log c$$

$$y=b + ax$$

