



UNIVERSITY OF TARTU
Youth Academy



J. MOLNER



Vienijame Elementus, Stipriname Ryšius, Formuojame Rytojų!



30-oji Baltijos šalių chemijos olimpiada

Tartu, Estija, gegužės 4–6, 2024

Praktinė dalis

Dalyvio kodas:

--	--	--	--	--	--

Užduotis	1	2
Taškai		

Gegužės 4, 2024

Tartu, Estija



Praktinė užduotis nr. 1. Elektrocheminis vario nusodinimas: Faradėjaus dėsnio patikra.

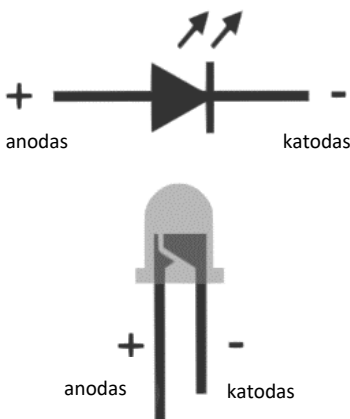
Ant darbo vietos stalo rasite:

- 1 multimetražą su laidų rinkiniu
- 4 jungimo laidus
- 2 šviesos diodus (LED): raudoną ir mėlyną
- 6 varinius strypelio formos elektrodus
- 2 AA baterijas ir baterijų laikiklį
- 1 cheminę stiklinę
- 1 polimerinių putų laikiklį elektrodams
- 1 kamštį

Ant bendro suolo rasite:

- 0.1 M CuSO_4 + 0.1 M H_2SO_4 elektrolitą ir 2 dengimo variu priedus
- 5000 ppm Cl^- pradinį tirpalą
- 10000 ppm PEG pradinį tirpalą
- Dejonizuoto vandens buteliukus
- Analitinės svarsykles

Teorinis kontekstas

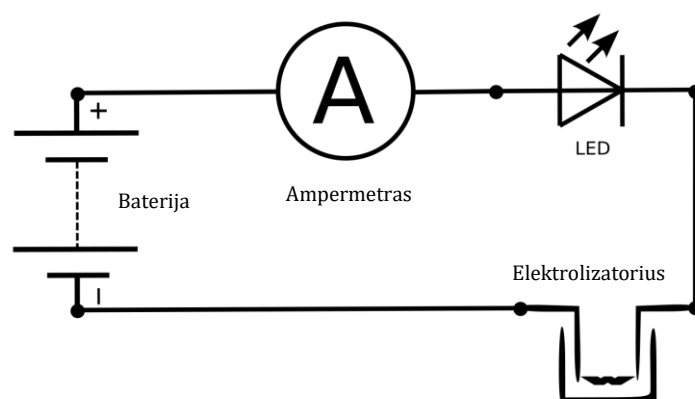


Cl^- jonas yra gerai žinomas *greitintojas* Damasko galvanizavime variu, kur naudojamas praskiestos HCl rūgšties pavidalu. PEG – polietilenglikolio polimeras, kurio vidutinė molekulinė masė 6000 Da, atlieka *slopintojo* vaidmenį galvanizavime variu. Derinant juos kartu galima pagerinti paviršių dengimo variu procesus.

Šviesos diodas (LED) – diodas, kuris per jį tekant elektros srovei elektros energiją verčia šviesos bangomis. Diodo skleidžiamos šviesos bangų energija yra proporcinga įtampos sumažėjimui (angl. voltage drop) srovei pratekant šviesos diodu. Pavyzdžiui, raudonos spalvos LED turi mažesnius įtampos kritimus nei mėlynos spalvos LED.

Eksperimentinė procedūra

Norint atlikti vario nusodinimą pirmiausia surenkama pateikta grandinė.



--	--	--	--	--	--

Kiekvienam elektrocheminio nusodinimo eksperimentui naudokite 50 cm^3 $0.1 \text{ M CuSO}_4 + 0.1 \text{ M H}_2\text{SO}_4$ elektrolito. Naudodamiesi kamščiu kiekvieną sykį nusodinimą vykdykite 900 sekundžių (15,0 minučių). Stebėkite multimetro rodmenis ir juos pasižymėkite. Prieš ir po kiekvieno vario nusodinimo pasverkite strypelius, atitinkančius jūsų katodą ir anodą. Po kiekvieno nusodinimo nuplaukite ir išdžiovinkite panaudotus elektrodus. Būkite atsargūs ir naudodamiesi popieriumi nenuvalykite trapius nusodinto vario sluoksnius. Svarbu pamatuoti tiek nusodinto, tiek ištirpusio vario kiekius. Atidžiai pasverkite elektrodus ir pasižymėkite svarstyklių rodmenis 4 skaičiais po kablelio (taško). Atkreipkite dėmesį, kad nors kiekvienam nusodinimui galite naudoti tą patį anodą, katodas kiekvieną kartą privalo būti pakeistas nauju.

- 1.** Atlikite du nusodinimus iš $0.1 \text{ M CuSO}_4 + 0.1 \text{ M H}_2\text{SO}_4$ elektrolito: vieną su raudonu, o kitą su mėlynu LED.
- 2.** Atlikite du nusodinimus iš $0.1 \text{ M CuSO}_4 + 0.1 \text{ M H}_2\text{SO}_4$ elektrolito: vieną su raudonu, o kitą su mėlynu LED šįkart naudodami Cl^- ir PEG. Į elektrolitą supilkite reikiamus kiekius pradinių priedų tirpalų, kad gautume elektrolite Cl^- koncentracija būtų 50 ppm, o PEG – 100 ppm.
 - a)** Naudodamiesi matavimų duomenis apskaičiuokite Faradėjaus efektyvumą vario nusodinimui kiekviename elektrocheminio nusodinimo eksperimente.
 - b)** Naudodamiesi matavimų duomenimis apskaičiuokite dalinius vario elektros srovės stiprius (angl. partial copper currents) ant katodo ir anodo.
 - c)** Kas nulėmė skirtumą tarp išmatuotų ir apskaičiuotų vario nusodinimo elektros srovės stiprių, jeigu Faradėjaus elektrolizės dėsnis galioja?
 - d)** Koks yra sinerginis elektrolito priedų efektas remiantis jūsų eksperimentiniais duomenimis?
 - e)** Nuspėkite, koks (didesnis ar mažesnis) vario kiekis bus nusodintas, jeigu bus naudojamas violetinės spalvos LED su dar didesniu įtampos kritimu.



Užduotis nr. 1. Atsakymų lapas

a) ir b)

Pridėtas pradinio Cl^- tirpalo tūris _____ cm^3

Pridėtas pradinio PEG tirpalo tūris _____ cm^3

1 nusodinimas be priedų, RAUDONAS LED

Katodo masė prieš _____ g Katodo masė po _____ g

Anodo masė prieš _____ g Anodo masė po _____ g

Faradėjaus efektyvumas _____ %

Katodo elektros srovės stipris _____ mA

Anodo elektros srovės stipris _____ mA

2 nusodinimas be priedų, MĖLYNAS LED

Katodo masė prieš _____ g Katodo masė po _____ g

Anodo masė prieš _____ g Anodo masė po _____ g

Faradėjaus efektyvumas _____ %

Katodo elektros srovės stipris (angl. cathode current) _____ mA

Anodo elektros srovės stipris (angl. anode current) _____ mA

1 nusodinimas su priedais, RAUDONAS LED

Katodo masė prieš _____ g Katodo masė po _____ g

Anodo masė prieš _____ g Anodo masė po _____ g

Faradėjaus efektyvumas _____ %

Katodo elektros srovės stipris _____ mA

Anodo elektros srovės stipris _____ mA

2 nusodinimas su priedais, MĖLYNAS LED

Katodo masė prieš _____ g Katodo masė po _____ g

Anodo masė prieš _____ g Anodo masė po _____ g

Faradėjaus efektyvumas _____ %

Katodo elektros srovės stipris _____ mA

Anodo elektros srovės stipris _____ mA

--	--	--	--	--	--

c) Skirtumą tarp išmatuotų ir apskaičiuotų vario nusodinimo elektros srovės stiprių lėmė (pasirinkite vieną atsakymą):

- LED įtampos kritimo problemos (angl. voltage drop).
- Aktyvus elektrodo paviršiaus plotas.
- Prastas sujungimas.
- Specifinės aplinkos oro sąlygos ir mėnulio fazė.

d) Sinerginis priedų efektas elektrocheminiam nusodinimui (pasirinkite vieną atsakymą):

- Pagreitėjimas.
- Slopinimas.
- Joks (nėra efekto).

e) Hipotetinis violetinio LED efektas vario nusodinimui (pasirinkite vieną atsakymą):

- Vario nusėdimo mažiau.
- Vario nusėdimo daugiau.
- Ant elektrodo nusėdimo violetinės spalvos varis.

--	--	--	--	--	--

Praktinė užduotis nr. 2. Jodometrinis Cu^{2+} jonų nustatymas tirpale.

Ivadas

Jodometrinis titravimas yra labai jautrus analizės metodas, nes net mažiausi I_2 pėdsakai gali būti aptikti naudojant krakmolo indikatorius, kuris sudaro ryškų tamsiai mėlynos-violetinės spalvos kompleksą su jodu. Kylant temperatūrai indikatoriaus jautrumas mažėja. Dėl šios priežasties, taip pat dėl I_2 lakumo, jodometrinis titravimas atliekamas tik šaltuose tirpaluose. Kadangi I_2 yra vidutinio stipraus oksidatorius, o I^- jonas yra vidutinio stiprumo reduktorius, jodometrija gali būti naudojama kiekybiniam tiek oksidatorių, tiek reduktorių nustatymui.

Darbo principas

Vario (II) druskos reaguoja su jodido jonais išsiskiriant jodui. Susidaręs jodas nutitruojamas natrio tiosulfato tirpalu.

Cheminiai reagentai

- ✓ CuSO_4 tirpalas
- ✓ KI druska
- ✓ koncentruota sieros rūgštis
- ✓ distiliuotas vanduo
- ✓ mol/dm³ natrio tiosulfato ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) tirpalas
- ✓ 1% krakmolo tirpalas

Individuali įranga eksperimentams atlikti

- ✓ biuretė
- ✓ pipetės siurbtuvas
- ✓ cheminė stiklinė
- ✓ kūginė (Erlenmejerio) kolba (tūris 200–300 cm³)
- ✓ šlifoto stiklo kamštelis kūginei (Erlenmejerio) kolbai
- ✓ laboratorinis stovas, spaustukas ir jo laikiklis
- ✓ svėrimo popierius
- ✓ distiliuoto vandens buteliukas
- ✓ 25 cm³ volumetrinė pipetė
- ✓ mėgintuvėlių stovas + 1 sugraduotas kūginis mėgintuvėlis
- ✓ krakmolo tirpalas buteliuke su lašintuvu
- ✓ matavimo cilindras

Bendra įranga

- ✓ koncentruotos sieros rūgšties tirpalo buteliukai su lašintuvais
- ✓ svarstyklės
- ✓ plastikinis buteliukas, pripildytas žinomos koncentracijos natrio tiosulfato $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ tirpalu

--	--	--	--	--	--

Darbo eiga

1. Naudojantis volumetrine pipete paimama $25,00 \text{ cm}^3$ CuSO_4 tirpalo ir išleidžiama į kūginę (Erlenmejerio) kolbą.
2. Matavimo cilindru pamatuojama 25 cm^3 distiliuoto vandens ir supilama į kolbą.
3. Naudojantis sugraduotu kūginiu mėgintuvėliu įpilama 5 cm^3 koncentruotos sieros rūgšties tirpalo.
4. Pasveriamas $0,7 \text{ g}$ kieto KI ir suberiama į kūginėje kolboje esantį tirpalą (spalva pakinta iš šviesiai mėlynos į rudą). Tirpalas išmaišomas purtant.
5. Tirpalas titruojamas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ tirpalu, kol jo spalva pakinta į šviesiai geltoną.
6. Kai pasiekiamas šviesiai geltona tirpalo spalva, įlašinami 3 lašai 1% krakmolo tirpalo.
7. Tirpalas toliau titruojamas natrio tiosulfato tirpalu, kol jo spalva pasikeičia į balkšvai rožinę.
8. Eksperimentas kartojamas, kol gaunami trys rezultatai, besiskiriantys mažiau nei $0,05 \text{ cm}^3$.
9. Užpildomas atsakymų lapas.

Patarimai:

- Atidžiai nuspręskite, kuriuos indus plausite distiliuotu vandeniu, o kuriuos – atitinkamo reagentu tirpalu.
- Laboratorijoje viso darbo metu chalatas ir apsauginiai akiniai privalomi!
- Pradėdami darbą pažymėkite savo indus spalvikliu, kad darbo metu nesumaišytumėte jų su kitų dalyvių indais.

--	--	--	--	--	--



Paveikslėlis. Pipetės siurbtuvas.

--	--	--	--	--	--

Praktinė užduotis nr. 2. Atsakymų lapas

a) Parašykite vidutinį $25,00 \text{ cm}^3$ mėginio titravimui sunaudoto natrio tiosulfato tirpalo tūrį. Atsakymą pateikite 4 reikšminiais skaitmenimis.

b) Apskaičiuokite vario jonų koncentraciją (M) CuSO_4 tirpale. Atsakymą pateikite 4 reikšminiais skaitmenimis.

$c(\text{Cu}^{2+}) = \dots\dots\dots \text{M}$

c) Kiek gramų $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ buvo ištirpinta ruošiant $100,0 \text{ cm}^3$ CuSO_4 tirpalo? Atsakymą pateikite 4 reikšminiais skaitmenimis.

$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \dots\dots\dots \text{g}$

d) Parašykite išlygintą vario (II) jonų reakcijos su jodido jonais joninę reakcijos lygtį.

e) Parašykite išlygintą jodo reakcijos su tiosulfato jonais joninę lygtį.