

FAKULTET:

Školska godina

Odsjek:

**3. b) ODREĐIVANJE ELEKTROHEMIJSKOG
EKVIVALENTA BAKRA I ELEMENTARNOG
NAELEKTRISANJA ELEKTROLIZOM BAKAR-SULFATA**

Prezime i ime studenta

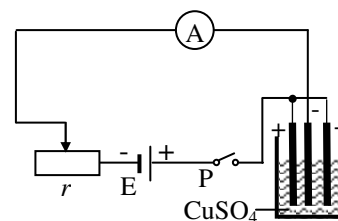
Datum rada

Ovjera vježbe

Zadatak vježbe: Odrediti elektrohemijski ekvivalent bakra
 Odrediti elementarno naelektrisanje

Aparatura: Elektrolitička kada sa 15% rastvorom bakarnog sulfata $CuSO_4$ u vodi, promjenjivi otpornik, ampermetar, prekidač, hronometar (štoperica), izvor stalne struje, precizna vaga

Teorijski uvod: Vodeni rastvori soli, baza i kiselina se ponašaju kao provodnici električne struje i nazivaju se elektroliti. U ovim rastvorima dolazi do elektrolitičke disocijacije, odnosno do razlaganja molekula na jone. Nastali joni (naelektrisani atomi ili grupe atoma) su nosioci elementarnog naelektrisanja. Pozitivno naelektrisani jon se naziva katjon, a negativno naelektrisan jon je anjon. U primjeru elektrolitičke disocijacije molekula $CuSO_4$ u vodi naelektrisanja se



Slika 1.

razdvajaju prema relaciji: $CuSO_4 \rightarrow Cu^{++} + SO_4^{--}$ (1)

odnosno, svaki jon nosi po dva elementarna naelektrisanja.

Da bi se u elektrolitu uspostavilo strujno kolo, potrebno je u elektrolit potopiti dvije elektrode (metalne ili ugljene ploče). Provodnicima se elektrode povezuju u strujno kolo. Elektroda vezana za pozitivni pol izvora se naziva anoda, a elektroda vezana za negativni pol je katoda. Prilikom uspostavljanja električnog polja među elektrodama dolazi do pokretanja jona. Tada se katjoni kreću prema katodi, a anjoni prema anodi. U dodiru sa elektrodama joni postaju električki neutralni. Tada joni mijenjaju svoje hemijske osobine i mogu nastupiti različiti hemijski procesi sa elektrodama i elektrolitom ili se neutralni joni talože na elektrodama, što je slučaj kod metala. Ova pojava se naziva elektroliza.

Ako se kroz kolo sa bakarnim elektrodama i vodenim rastvorom $CuSO_4$ uspostavi struja dolazi do elektrolize. Pozitivni joni bakra odlaze na katodu, neutrališu se i kao metalni bakar talože na katodi, odnosno: $Cu^{++} + 2e^- \rightarrow Cu$ (2)

Negativni joni SO_4^{--} se kreću prema anodi i nakon neutralizacije nastupa hemijska reakcija sa bakarnom anodom, gdje se obrazuje sulfat bakra koji odlazi u rastvor, kada se ponovno javlja disocijacija. Na taj način se obavlja transport bakra sa anode na katodu (anoda se troši, a masa katode raste), dok je koncentracija sulfata bakra u rastvoru ostala nepromijenjena.

U datom elektrolitu svi joni imaju isto naelektrisanje ze (z - hemijska valencija). Ako se sa n označi broj jona koji se u jedinici vremena natalože na elektrodi tada je jačina struje kroz elektrolit:

$$I = nze \quad (3)$$

Ako je μ masa jona, tada je $n\mu$ nataložena masa u jedinici vremena. U toku vremena t izdvaja se masa: $m = n\mu t$ (4)

Iz relacija (3) i (4) se dobiva: $m = \frac{\mu}{ze} It$ (5)

Veličina $\frac{\mu}{ze} = k$ je konstanta za dati nataloženi sastojak i naziva se elektrohemijski ekvivalent. Ona zavisi od prirode jona. Relacija (5) se može napisati u obliku:

$$m = kIt = kq \quad (6)$$

Relacija (6) predstavlja I Faradejev zakon elektrolize, koji glasi: Na elektrodama nataložene mase m su proporcionalne jačini struje I i vremenu proticanja t , odnosno proteklom naelektrisanju q .

Prema relaciji (6) elektrohemijski ekvivalent predstavlja masu sastojaka koju nataloži struja od 1 A u jedinici vremena: $k = \frac{m}{It}$ (7)

Ako je naelektrisanje jednog jona ze , tada je naelektrisanje koje n jona preda elektrodi:

$$q = nze \quad (8)$$

Nataložena masa na elektrodi se može izraziti kao:
$$m = n \cdot \frac{A}{N_A} \quad (9)$$

gdje je A atomska masa elementa, a N_A Avogadrov broj.

Iz relacija (8) i (9) se dobiva:
$$m = \frac{q}{ze} \cdot \frac{A}{N_A} \xrightarrow{(6)} k = \frac{1}{N_A e} \cdot \frac{A}{z} \quad (10)$$

Elementarno naelektrisanje je, prema relaciji (10), određeno izrazom:

$$e = \frac{1}{N_A \cdot k} \cdot \frac{A}{Z} \quad (11)$$

Bakar je dvovalentan ($z = 2$); atomska masa bakra: $A = 63,54 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$; $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Postupak mjerenja: Povezati elemente prema slici. Bakarnu elektrodu (katodu) očistiti brusnim (šmirgl) papirom, oprati vodom i osušiti na struji toplog vazduha. Osušenu katodu izmjeriti na vagi i zapisati masu katode m_1 . Elektrodu staviti u rastvor, tako da preko ampermetra i otpornika bude spojena za negativni pol akumulatora ili ispravljača. Prekidačem P zatvoriti strujno kolo i istovremeno pustiti u rad hronometar (štopericu), a pomoću otpornika podesiti jačinu struje. U toku rada paziti da struja bude uvijek iste jačine, što se postiže pomoću promjenjivog otpornika. Nakon proteklih 10-15 minuta isključiti kolo (otvoriti prekidač P), izvaditi katodu iz kade, isprati je vodom, osušiti i izmjeriti na vagi masu katode m_2 . Razlika masa m_1 i m_2 , daje nataloženu masu na katodi, m . Sve podatke upisati u tabelu i mjerenje ponoviti još dva puta. Na osnovu dobivenih podataka izračunati elektrohemijski ekvivalent bakra i elementarno naelektrisanje.

Napomena: Prilikom rada sa elektrodom potrebno je obratiti pažnju da se ne čisti rukom, niti da se nataložene površine hvataju rukom. Pomoću promjenjivog otpornika se podešava jačina struje u kolu, ali na takvu vrijednost da gustina struje ne prelazi vrijednost od 200 A/m^2 uronjene površine katode,

odnosno:
$$I_{\max} = 20 \frac{\text{mA}}{\text{cm}^2} \cdot 2S,$$

gdje je S površina jedne strane dijela katode koji je potopljen u elektrolit (u cm^2).

Rezultati mjerenja

Maksimalna apsolutna greška u određivanju mase elektrode: $\Delta m =$

Maksimalna apsolutna greška u određivanju vremena: $\Delta t =$

Maksimalna apsolutna greška u određivanju jačine struje: $\Delta I =$

Redni broj	m_1 (10^{-3} kg)	m_2 (10^{-3} kg)	m (10^{-3} kg)	I (A)	t (s)	k (10^{-6} kg/C)	e (10^{-19} C)
1.							
2.							
3.							

Obrada rezultata mjerenja

Na osnovu dobivenih vrijednosti izračunati elektrohemijski ekvivalent bakra i elementarno naelektrisanje za svako mjerenje i podatke upisati u tabelu.

Koristeći izračunate vrijednosti u svakom mjerenju izračunati **srednju vrijednost** elektrohemijskog ekvivalenta bakra:

$$\bar{k} = \frac{\sum_{i=1}^N k_i}{N} =$$

Maksimalna relativna greška u svakom mjerenju se računa po formuli:

$$\delta_k = \frac{2\Delta m}{m} + \frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta t}{t}$$

Maksimalna apsolutna greška u svakom mjerenju se računa po formuli:

$$\Delta k = \delta_k \cdot k$$

Srednja vrijednost apsolutne greške u određivanju elektrohemijskog ekvivalenta bakra je:

$$\Delta k = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta k_i}{N} =$$

Vrijednost elektrohemijskog ekvivalenta bakra dobivena u ovom eksperimentu je:

$$k = \bar{k} \pm \Delta k =$$

Apsolutno i relativno odstupanje od tablične vrijednosti

Tablična vrijednost elektrohemijskog ekvivalenta bakra je:

$$k_T =$$

Apsolutno odstupanje našeg rezultata mjerenja od tačne (tablične) vrijednosti:

$$\Delta k = |\bar{k} - k_T| =$$

Relativno odstupanje rezultata mjerenja od tablične vrijednosti:

$$\delta_{k\%} = \frac{\Delta k}{k_T} \cdot 100\% =$$

Koristeći izračunate vrijednosti u svakom mjerenju izračunati **srednju vrijednost** elementarnog naelektrisanja:

$$\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^N e_i}{N} =$$

Maksimalna relativna greška u svakom mjerenju se računa po formuli:

$$\delta_e = \frac{\Delta k}{k} = \delta_k$$

Maksimalna apsolutna greška u svakom mjerenju se računa po formuli:

$$\Delta e = \delta_e \cdot e$$

Srednja vrijednost apsolutne greške u određivanju elektrohemijskog ekvivalenta bakra je:

$$\overline{\Delta e} = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta e_i}{N} =$$

Vrijednost elektrohemijskog ekvivalenta bakra dobivena u ovom eksperimentu je:

$$e = \bar{e} \pm \overline{\Delta e} =$$

Apsolutno i relativno odstupanje od tablične vrijednosti

Tablična vrijednost elektrohemijskog ekvivalenta bakra je:

$$e_T =$$

Apsolutno odstupanje našeg rezultata mjerenja od tačne (tablične) vrijednosti:

$$\Delta e = |\bar{e} - e_T| =$$

Relativno odstupanje rezultata mjerenja od tablične vrijednosti:

$$\delta_{e\%} = \frac{\Delta e}{e_T} \cdot 100\% =$$