
Nikola Čvorović

Određivanje zavisnosti provodnosti elektrolita od koncentracije i temperature

Ispitivana je zavisnost električne provodnosti elektrolita od koncentracije i temperature, tako što je posmatrana je provodnost rastvora plavog kamena (CuSO_4) od temperature za šest različitih koncentracija rastvora. Dobijena je linearna zavisnost za sve razmatrane koncentracije (u intervalu od $0.02\text{--}1.00\text{ mol/dm}^3$), što potvrđuje teorijska očekivanja.

Uvod

Električna provodnost je veličina obrnuto srazmerna električnom otporu. Ona zavisi od konkretnog elektrolita, temperature i koncentracije elektrolita u rastvoru.

Molekuli soli, kiselina i baza se sastoje od pozitivnih i negativnih jona koji su u molekulu zbog električnih sila koje ih povezuju. Molekuli rastvarača imaju veliki dipolni momenat. Prilikom rastvaranja, oni 'opkoljavaju' svaki molekul rastvorene supstance. Usled toga, veza između jona tog molekula oslabi do te mere da se pri sudaru sa drugim molekulima lako raskida. Tako nastaju slobodni joni u rastvoru elektrolita.

Ako nema električnog polja slobodni joni se u rastvoru kreću haotično. Kada se u rastvor stave dve elektrode spojene sa izvorom struje, obrazovaće se električno polje. Pod dejstvom ovog električnog polja slobodni joni počinju da se kreću ka elektrodama (pozitivni ka katodi, negativni ka anodi). Tako dolazi do pojave električne struje u elektrolitu.

Pri povećanju temperature rastvora brzina jona se povećava tako da veći broj jona stiže do elektrode za isto vreme. Za jačinu struje I važi (q – količina naelektrisanja, t – vreme). Ako je napon konstantan, a jačina struje veća, iz Omovog zakona ($I = U/R$, U – napon, R – otpor) sledi da se otpor smanjio, odnosno provodnost povećala. Povećanje brzine jona sa porastom temperature tumači se smanjenjem viskoznosti kao i dehidracijom jona (Šušić 1992), usled čega se smanjuje prečnik, a povećava njegova kinetička energija, a samim tim i brzina.

*Nikola Čvorović
(1982), Kruševac,
JNA, leptir 3/20,
učenik 1. razreda
Gimnazije u Kruševcu*

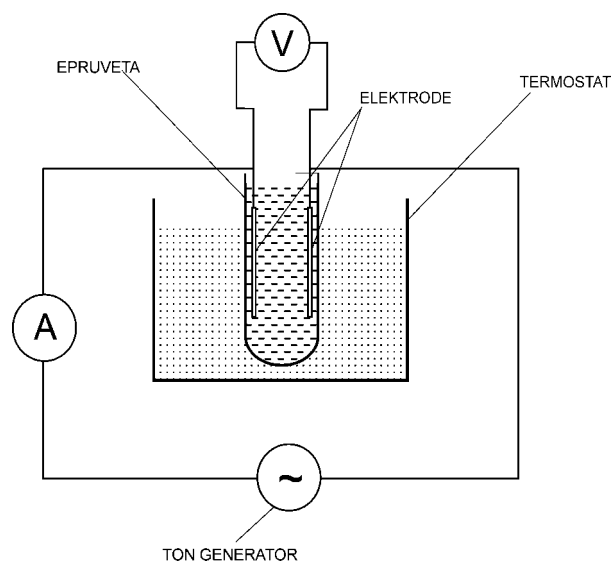
Sa povećanjem koncentracije elektrolita, povećava se broj slobodnih nosilaca naelektrisanja, a samim tim i jačina struje. Zaključujemo da se otpor smanjio, dakle provodnost se povećala.

Eksperiment

Aparatura

Aparatura se sastojala od epruvete, u kojoj su bile dve elektrode i rastvor plavog kamena. Epruveta se nalazila u termostatu. Elektrode su bile vezane paralelno sa ton generatorom i voltmetrom, a sve to bilo redno vezano sa ampermetrom. Temperatura rastvora merena je termometrom. Sonda termometra je napravljena tako da prima toplotu celom svojom dužinom. Jedan njen deo nije bio u rastvoru, što znači da nije merena samo temperatura rastvora već i okoline.

Šematski prikaz aparature dat je na slici 1.



Slika 1.
Shema aparature.

Figure 1.
Experimental setup.

Ulogu termostata imala je plastična posuda u koju je sipana voda određene temperature. Voda u posudi je mešana da bi se temperatura termostata, a samim tim i rastvora u epruveti menjala što ravnomernije. Za merenje temperature rastvora korišćen je digitalni termometar tačnosti 0.1°C.

Merenje

U posudu je sipana voda čija je temperatura bila oko 80°C. Tako je temperatura rastvora (epruveta sa rastvorom je bila potopljena u vodu)

rasla do 60°C. Zatim je voda u posudi mešana da bi se temperatura rastvora izjednačila sa temperaturom spoljašnje sredine, a onda stavljan led u termostat. Na ovaj način ostvaren je opseg temperatura od 5 do 60°C. U tom rasponu merena je jačina struje na svakih 5°C. Korišćeno je šest koncentracija i to: 1, 0.5, 0.2, 0.1, 0.05, 0.02 mol/dm³. Kako se sa promenom temperature i koncentracije menjao otpor elektrolita, menjao se i napon koji pokazuje voltmetar. Zbog toga je napon regulisan na ton generatoru tako da za sve vreme merenja jačine struje voltmetar pokazuje 100 mV. Iz ovog (konstantnog) napona i izmerene jačine struje po Omovom zakonu nalazi se otpor i provodnost elektrolita.

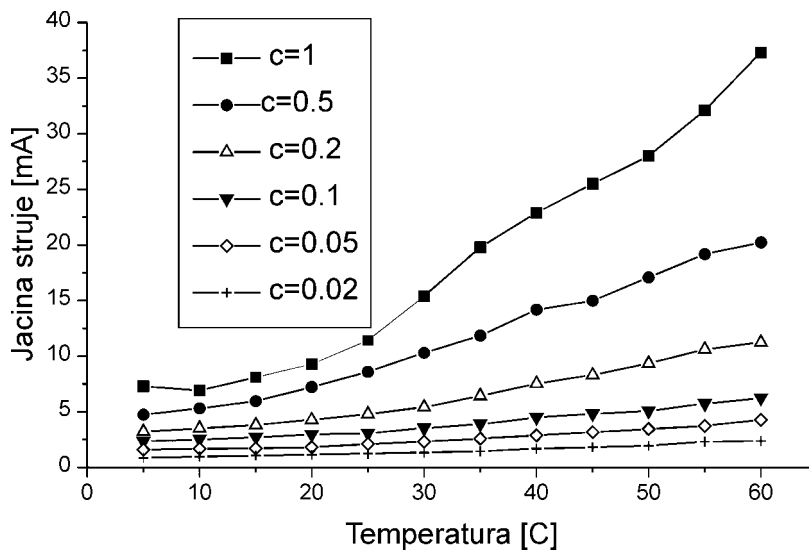
U eksperimentu je korišćena naizmjenična struja, jer bi, da se koristila jednosmerna, došlo do elektrolize. Usled izdvajanja jona na elektrodama promenila bi se koncentracija elektrolita, a površinski sloj elektroda oksidovao, što bi u velikoj meri uticalo na otpor. Struja frekvencije 1000 Hz se pokazala kao najpogodnija za merenje.

Rezultati i diskusija

Aparatura je bila takva da relativno male promene spoljašnjih uslova (temperatura, pritisak, vlažnost vazduha) nisu imale uticaja na rezultate. Osnovni problem koji je uticao na tačnost merenja je već pomenuto neslaganje dužine sonde termometra i epruvete. Jedan deo sonde nije bio u epruveti, a kako je ona osetljiva celom svojom dužinom, na rezultate je uticala i temperatura vazduha. Rezultati merenja su prikazani u tabeli 1.

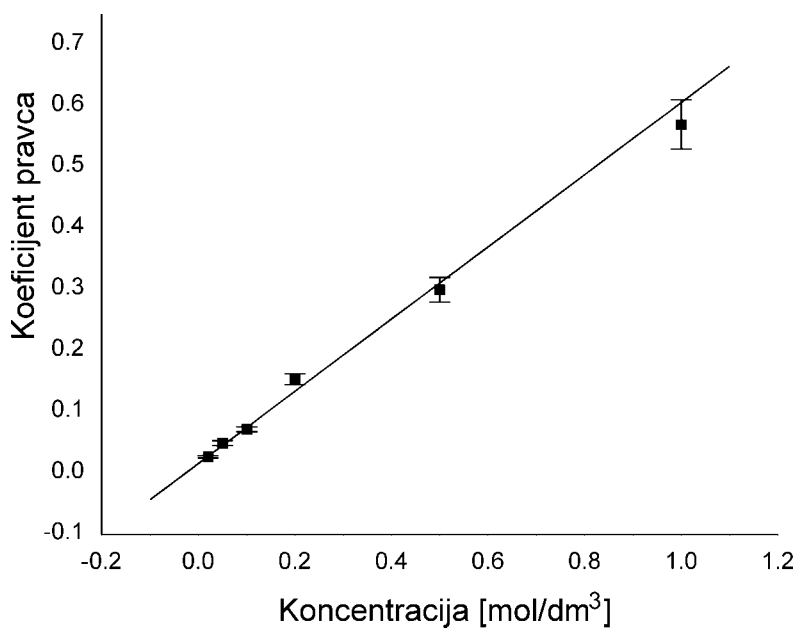
Tabela 1. Zavisnost jačine struje u [mA] kod temperature za razmatrane koncentracije rastvora

Temperatura [°C]	Koncentracija [g/mol]					
	1.00	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02
5	7.30	4.74	3.21	2.32	1.57	0.88
10	6.90	5.30	3.48	2.50	1.69	0.96
15	8.10	5.96	3.81	2.70	1.71	1.07
20	9.30	7.23	4.26	2.96	1.80	1.15
25	11.40	8.60	4.78	3.05	2.09	1.25
30	15.40	10.30	5.41	3.53	2.30	1.33
35	19.80	11.85	6.42	3.89	2.58	1.46
40	22.90	14.18	7.54	4.47	2.88	1.68
45	25.50	14.98	8.31	4.82	3.16	1.80
50	28.00	17.07	9.34	5.07	3.45	1.95
55	32.10	19.16	10.61	5.73	3.72	2.29
60	37.30	20.23	11.23	6.23	4.27	2.35



Slika 2.
Zavisnost jačine struje od temperature za razmatrane koncentracije.

Figure 2.
Current intensity vs. temperature for different concentrations.



Slika 3.
Zavisnost vrednosti koeficijenta pravca funkcije $I(T)$ (I – jačina struje, T – temperatura) od koncentracije.

Figure 3.
Dependence of the slope of the current intensity function of concentration.

Na osnovu ovih rezultata je dobijen grafik (slika 2).

Fitovanjem ovih grafika dobijeni su koeficijenti pravaca. Zatim je nacrtao grafik zavisnosti ovih koeficijenata od koncentracija (slika 3).

Sa prvog grafika vidimo da provodnost raste sa povećanjem temperature i koncentracije, što se i očekivalo. Primećujemo da zavisnost nije u potpunosti linearna, što može biti posledica neravnomernog hlađenja vode

i 'mešanja' temperature vazduha u ukupni rezultat. Sa grafika 2 vidimo da su koeficijenti pravaca sa grafika 1 linearno zavisni od koncentracije rastvora. To znači da zavisnost jačine struje od temperature može da se prikaže formulom $I = kT$, gde je k konstanta direktno zavisna od koncentracije rastvora plavog kamena po formuli $k = ac$ (c – koncentracija rastvora, $a = 0.59 \text{ A dm}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ za plavi kamen.

Literatura

- Vučić, V. 1984. *Osnovna merenja u fizici*. Beograd: Naučna knjiga.
- Raspopović M., Božin S., Danilović E. 1994. *Fizika*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- Šušić, M. 1992. *Osnovi elektrohemije i elektrohemijske analize*. Beograd: Univerzitet u Beogradu – Fakultet za fizičku hemiju.

Nikola Čvorović

Dependence of the Electric Conductivity of Electrolyte on Temperature and Concentration

Dependence of the electric conductivity of an electrolyte on its temperature and concentration was measured. The method was demonstrated on 6 different CuSO_4 water solution concentrations. As expected, a linear dependence of conductivity on temperature was observed. In addition to this, the slope of the conductivity vs. temperature graph was observed to be directly proportional to the solution concentration. The small deviations from the linear law can be explained by the heterogenous cooling of the solution and the contact of the temperature measuring sonde with the air.

