

VEŽBA 1

PRAVLJENJE RASTVORA

Unutrašnjost ćelije je ispunjena rastvorom različitih biopolimera, kao što su: proteini, nukleinske kiseline, polisaharidi, kao i malih organskih molekula i elektrolita. Kompleksni biohemski procesi razgradnje i sinteze biomolekula se najčešće delom odvijaju u vodenoj sredini. Voda kao univerzalni rastvarač, svojom specifičnom strukturu umnogome određuje strukturu, a samim tim i funkciju biomolekula. Voda i vodeni rastvori dakle, predstavljaju osnov za funkcionisanje živih sistema.

Vodeni rastvori imaju široku primenu u svakodnevnoj medicinskoj praksi. Tako npr. postoji čitav niz različitih rastvora za infuziju, kao što su: rastvori ugljenih hidrata i elektrolita, rastvori aminokiselina, osmotski diuretici, plazma ekspanderi itd. Infuzioni rastvori mogu biti različitog sastava, kao npr: fiziološki rastvor (9 g/L NaCl), fiziološki rastvor sa glukozom, rastvori ugljenih hidrata i elektrolita koji služe za unos tečnosti i energije, Hartmanov rastvor (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , laktat) i Ringerov rastvor (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} i Cl^-).

Rastvori su homogeni, energetski stabilni disperzni sistemi, koji se sastoje od rastvarača i rastvorene supstance.

Po dimenzijama rastvorenih čestica rastvori mogu biti: **pravi**, čije su čestice rastvorene do veličine jona ili molekula, (dimenzije rastvorenih čestica < 1 nm) i **koloidni**, čije čestice mogu biti agregati manjih molekula ili makromolekuli dimenzija 1–100 nm. Emulzije i suspenzije predstavljaju **grubo-disperzne sisteme**, u kojima su dimenzije čestica >100 nm.

Sadržaj rastvorene supstance u rastvoru se može izraziti kao:

1. **Molarnost; količinska koncentracija** – Predstavlja količinu rastvorene supstance u jedinici zapremine rastvora, $c = \frac{n}{V}$ ($\frac{\text{mol}}{\text{L}}$, $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$)¹

¹ U medicini se koristi mol/L

2. Molalnost – Predstavlja količinu rastvorene supstance u jedinici mase rastvarača,

$$b = \frac{n(\text{rastvorenih supstanci})}{m(\text{rastvarača})} \left(\frac{\text{mol}}{\text{kg}} \right)$$

3. Masena koncentracija – Predstavlja masu rastvorene supstance u jedinici zapremine rastvora, $\gamma = \frac{m}{V}$ ($\frac{\text{kg}}{\text{L}}$, $\frac{\text{g}}{\text{L}}$)

4. Masena frakcija, maseni udio, – Predstavlja odnos mase rastvorene supstance i ukupne mase rastvora, $W_A = \frac{m_A}{\sum m_i}$

5. Molska frakcija, količinska frakcija, – Predstavlja odnos količine rastvorene

$$\text{supstance ili rastvarača i količine svih supstanci u rastvoru, } \chi = \frac{n_A}{\sum n_A}$$

6. Osmolarnost predstavlja broj molova osmotski aktivnih čestica (osmola) u jedinici zapremine, odnosno koncentraciju osmotski aktivnih čestica i izražava se u osmol/L. Broj osmola izračunava se kao: $n \times i$, gde je i Van't Hoffov korekcioni faktor, koji se definiše kao: i = aktuelni broj čestica u rastvoru nakon disocijacije / ukupno unet broj čestica. i zavisi od koncentracije elektrolita i uvek je veće od 1, a za rastvore neelektrolita $i=1$.

Tako se u rastvoru neelektrolita (npr. glukoze) koncentracije 0,1 mol/L nalazi 0,1 osmol/L, dok se u rastvoru elektrolita NaCl iste koncentracije, za koji je $i=1,85$ nalazi 0,185 osmol/L ($c = 0,1 \times 1,85 = 0,185$ osmol/L).

PRAVLJENJE RASTVORA ODREĐENE KONCENTRACIJE

Rastvori se mogu pripremiti direktnim odmeravanjem čvrstih supstanci i rastvaranjem u potrebnoj zapremini odgovarajućeg rastvarača. Međutim, u hemijskim i biohemijskim laboratorijama rastvori se mnogo češće prave polazeći od već pripremljenog, koncentrovanog rastvora (stock) jednostavnim razblaživanjem. U biohemiji se obično koriste supstance visoke čistoće i voda visokog kvaliteta (destilovana,

dejonizovana, bidestilovana). Za izvođenje biohemijskih eksperimenata i tragovi nečistoća u supstancama, od kojih se priprema rastvor, mogu biti kritični.

1) Pravljenje rastvora odmeravanjem čvrste supstance

Primer

Koliko je grama glukoze potrebno za pripremanje 250 mL rastvora koncentracije 0,05 mol/L (M_r glukoze – 180)? Izračunati masenu koncentraciju rastvora.

Iz količinske koncentracije 0,05 mol/L izračunava se broj molova glukoze u 250 mL rastvora:

1000 mL rastvora sadrži 0,05 mola

250 mL rastvora sadrži 0,0125 mola

Masa 0,0125 mola glukoze izračunava se iz mase 1 mola glukoze (180 g):

1 mol glukoze je 180 g

0,0125 mola glukoze je 2,25 g $m=2,25$ g glukoze

Potrebno je izmeriti 2,25 g glukoze, rastvoriti u vodi i preneti u normalni sud od 250 mL

Masena koncentracija datog rastvora se izračunava iz sledeće formule:

$$\gamma = c \times M = 0,05 \times 180 = 9 \text{ g/L}$$

Supstance za pravljenje rastvora:

Glukoza (M_r -180)

KMnO₄ (M_r -158)

NaCl (M_r -58,5)

Postupak

Kada se pravi rastvor odmeravanjem čvrste supstance potrebno je čvrstu supstancu prethodno usitniti u porcelanskom avanu (da bi se njeno rastvaranje ubrzalo), a zatim se izračunata masa supstance odmeri u čaši. Za odmeravanje supstance koristi se tehnička ili analitička vaga. Odmerena supstanca se rastvori u malo vode i pažljivo prenese (niz štapić kroz levak) u normalni sud. Čaša se ispira više puta sa dest. vodom, pažljivo prenosi u normalni sud, niz štapić (kvantitativno prenošenje) i normalni sud pažljivo dopuni dest. vodom do obeležene crte. Normalni sud se zatvori i promučka, da bi rastvor bio homogen.

2) Pravljenje rastvora razblaživanjem postojećeg rastvora poznate koncentracije

Polazni rastvori:

Glukoza – 0,5 mol/L i 1 mol/L

NaCl – 1,5 mol/L

Primer 1.

Napraviti 50 mL rastvora glukoze koncentracije 5 mmol/L polazeći od rastvora koncentracije 0,5 mol/L.

Za 50 mL rastvora glukoze koncentracije 5 mmol/L je potrebno $0,05 \text{ L} \times 5 \text{ mmol/L} = 0,25 \text{ mmol}$

Polazni rastvor je koncentracije 0,5 mol/L = 500 mmol/L. Izračunatih 0,25 mmol glukoze, koliko je potrebno za pravljenje rastvora koncentracije 5 mmol/L se nalazi u:

$$1000 : 500 = x : 0,25$$

$$x = 0,5 \text{ mL} = 500 \mu\text{L} \text{ polaznog rastvora koncentracije } 0,5 \text{ mol/L.}$$

Potrebna zapremina se može izračunati i korišćenjem obrasca: $c_1 \times V_1 = c_2 \times V_2$, gde oznaka 1 u indeksu odgovara rastvoru koji treba napraviti (u datom primeru $c_1 = 5 \text{ mmol/L}$ i $V_1 = 50 \text{ mL}$) a oznaka 2 u indeksu, polaznom rastvoru ($c_2 = 0,5 \text{ mol/L}$ tj. 500 mmol/L , V_2 – nepoznato). Nepoznata (potrebna) zapremina je $V_2 = (c_1 \times V_1) : c_2$, i u datom primeru je $V_2 = (5 \text{ mmol/L} \times 50 \text{ mL}) : 500$ i iznosi $0,5 \text{ mL}$ tj. $500 \mu\text{L}$.

Postupak

Automatskom pipetom se odmeri $500 \mu\text{L}$ polaznog rastvora direktno u pripremljeni normalni sud i dopuni dest. vodom do crte. Zatim se normalni sud zatvori i promućka, da bi se dobio homogen rastvor.

Polazni rastvori:

Glukoza – 0,05 mol/L i 5 g/L

KMnO₄ – 0,3 mol/L i 5 g/L

NaCl – 1,5 mol/L i 9 g/L

Primer 2.

Koliko je potrebno milititara rastvora NaCl koncentracije $\gamma = 11,7 \text{ g/L}$ da se napravi 250 mL rastvora koncentracije $c = 0,01 \text{ mol/L}$? (Na–23; Cl–35,5)

Izračunava se količina supstance (broj molova) koja se nalazi u zapremini od 250 mL rastvora koncentracije $c = 0,01 \text{ mol/L}$:

1000 mL rastvora sadrži 0,01 mol

250 mL rastvora sadrži 0,0025 mol

Zatim se izračunava masa potrebnih 0,0025 mol:

1 mol NaCl ima 58,5 g

0,0025 mola NaCl je 0,15 g

Da bi se pripremilo 250 mL rastvora $c = 0,01 \text{ mol/L}$ polazeći od rastvora $\gamma = 11,7 \text{ g/L}$ treba odmeriti zapreminu u kojoj se nalazi 0,15 g NaCl:

1000 mL rastvora sadrži 11,7 g

x mL rastvora sadrži 0,15 g

x = 12,5 mL NaCl

Postupak

U biretu pomoću levka sipati "stock" rastvor, skloniti levak i podesiti nivo rastvora u bireti, najbolje do nekog celog podeoka (slika 3). Biretom se odmeri određena zapremina rastvora direktno u pripremljeni normalni sud i dopuni dest. vodom do crte. Zatim se normalni sud zatvori i promućka, da bi se dobio homogen rastvor.



Slika 3: Očitavanje birete: Schelbach-ova (uočiti položaj tačke nastale kao presek plave trake u odnosu na podeoke na bireti) i Mohr-ova bireta (položaj donjeg nivoa rastvora u odnosu na podeoke na bireti).

Za sva potrebna izračunavanja pri pripremanju rastvora, danas mogu da se koriste gotovi softverski paketi, čije su adrese dostupne na internetu, npr:

<http://www.topshareware.com/Chemical-Reagent-Calculator-download-17295.htm>

Literatura:

- Bloomfield M.M., Stephens L.J., **Chemistry and the Living Organism** (sixth edition)
John Wiley and Sons, New York, 1996
- Dražić A., Dimitrijević N., Vujović Z., Karadžić I., Šljivar-Broćić S, **Priručnik za vežbe iz hemije**, Conit, Beograd, 2001