

Vježba 13. Otopine – množinska koncentracija

Uvod:

Koncentracija je skupni naziv za veličine koje određuju sastav neke smjese. Smjese mogu biti plinovite, tekuće i čvrste. Tekuće i čvrste mogu biti homogene i heterogene. Homogene tekuće i čvrste smjese nazivamo još i otopinama.

Kod otopina razlikujemo otapalo i otopljenu tvar. Pod otopljenom tvari podrazumijevamo plinovite, tekuće i čvrste tvari otopljene u otapalu. Općenito se smatra da otopina sadrži više otapala, a manje otopljenih tvari. Otapalo također može biti i smjesa.

Za svakodnevni rad u laboratoriju najzanimljivije su tzv. vodene otopine, jer se voda najčešće upotrebljava kao otapalo. U vodi su topljive skoro sve soli, neke više, neke manje te većina anorganskih kiselina i baza. Sve tvari ipak nisu topljive u vodi, pa smo često prisiljeni uzimati i druga otapala, na primjer, etanol, benzen, kloroform, petroleter itd.

Za sve vrste laboratorijskog rada nužno je poznavati koncentraciju smjesa, odnosno otopina. Fizikalne veličine kojima se opisuje koncentracija otopina dane su u slijedećoj tablici.

Tablica 13.1. Fizikalne veličine koncentracije

Fizikalna veličina	Simbol	Definicija	Jedinica
množinska koncentracija tvari B	c_B	$c_B = \frac{n_B}{V}$	mol m^{-3} , mol dm^{-3}
masena koncentracija tvari B	γ_B	$\gamma_B = \frac{m_B}{V}$	kg m^{-3} , g dm^{-3}
molalitet otopljene tvari B u otapalu A	b_B	$b_B = \frac{n_B}{m_A}$	mol kg^{-1}
količinski udio tvari B	x_B	$x_B = \frac{n_B}{n_A + n_C + n_D + \dots}$	1
maseni udio tvari B	w_B	$w_B = \frac{m_B}{m_A + m_C + m_D + \dots}$	1
volumni udio tvari B	ϕ_B	$\phi_B = \frac{V_B}{V_A + V_C + V_D + \dots}$	1

Prije nego što se pristupi pripremi otopine poznate koncentracije bilo koje soli, potrebno je napraviti proračun. Primjerice, treba pripremiti otopinu natrijevog klorida množinske koncentracije $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$ (ili mol L^{-1}). Želi li se pripremiti 100 cm^3 (ili 100 mL) takve otopine, potrebno je izračunati masu natrijevog klorida na slijedeći način:

$$\begin{aligned}n(\text{NaCl}) &= c(\text{NaCl}) \cdot V(\text{otopine}) \\ &= 0,5 \text{ mol L}^{-1} \cdot 0,1 \text{ L} \\ &= 0,05 \text{ mol.}\end{aligned}$$

Kako je molarna masa natrijevog klorida $M(\text{NaCl}) = 58,44 \text{ g mol}^{-1}$, pripadna masa natrijevog klorida koja odgovara količini $0,05 \text{ mol}$ izračuna se prema slijedećoj jednadžbi:

$$\begin{aligned}m(\text{NaCl}) &= n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) \\ &= 0,05 \text{ mol} \cdot 58,44 \text{ g mol}^{-1} \\ &= 2,922 \text{ g.}\end{aligned}$$

Otopi li se $2,922 \text{ g}$ natrijevog klorida u vodi tako da volumen otopine bude točno $0,1 \text{ L}$, koncentracija dobivene otopine bit će $0,5 \text{ mol L}^{-1}$.

Kako je dosta teško odvagati $2,922 \text{ g}$ natrijevog klorida, to dobivena otopina neće imati koncentraciju točno $0,05 \text{ mol L}^{-1}$. Međutim, to često nije ni potrebno jer ukoliko se s velikom točnošću (na 4 decimale) izvaži masa natrijevog klorida koja je vrlo slična izračunatoj vrijednosti, te ako se točno poznaje volumen otopine, može se izračunati točna koncentracija otopine po formuli za množinsku koncentraciju (Tablica 10.1.).

POKUS 13.1. Priprema otopine natrijevog klorida, $c(\text{NaCl}) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$

Zadatak: Pripremi 100 mL vodene otopine natrijevog klorida množinske koncentracije $0,1 \text{ mol L}^{-1}$.

Pribor i kemikalije: odmjerna tikvica od 100 mL, lijevak, boca štrcaljka, kapalica, posudica za vaganje, vaga, natrijev klorid, destilirana voda.

Postupak: Prije samog pripremanja otopine napravi proračun kojim ćeš odrediti koliku masu natrijevog klorida trebaš izvagati.

Pripremi čistu odmjernu tikvicu od 100 mL koja ne mora biti suha. U grlo te tikvice stavi manji stakleni lijevak. Uzmi posudicu za vaganje i izvaži je na analitičkoj vagi. U nju pokušaj čim točnije staviti masu natrijevog klorida koju si izračunao. Sad odsipaj iz posudice za vaganje natrijev klorid u lijevak na odmjernoj tikvici. Ponovno izvaži posudicu za vaganje. Razlika dviju odvaga predstavlja masu natrijevog klorida kojeg ćeš otopiti u odmjernoj tikvici.

Destiliranom vodom pomoću boce štrcaljke isperi sav natrijev klorid s lijevka u odmjernu tikvicu. Kad si odmjernu tikvicu napunio do polovice, i kad si uvjeren da je sav natrijev klorid ispran s lijevka u tikvicu, digni jednom rukom tikvicu par centimetara u visinu, a drugom rukom dolijevaj još malo destilirane vode kako bi isprao i posljednje kapljice koje vjerojatno sadrže natrijevog klorida.

Laganim miješanjem sadržaja tikvice otopi sav natrijev klorid. Nakon što se sav natrijev klorid otopio, u odmjernu tikvicu dodaj destilirane vode toliko da razina vode bude 1 do 2 cm ispod mjesta gdje započinje vrat tikvice. Začepi tikvicu njenim čepom i sadržaj temeljito izmiješaj, na način da tikvicu dvadesetak puta okreneš grlom gore-dolje. Nikad nemoj mućkati sadržaj tikvice jer će sitni mjehurići zraka i pjena koja pritom nastaje, onemogućiti točno nadopunjavanje tikvice do deklariranog volumena.

Nakon toga nadopuni tikvicu destiliranom vodom do oznake, tako da se donji rub meniskusa otopine podudara s oznakom na vratu tikvice. Kako bi lakše dodao potrebnu količinu vode posluži se kapalicom.

Začepi tikvicu i temeljito izmiješaj njen sadržaj okretanjem tikvice. Postavi tikvicu na stol, odčepi je i obriši čep o grlo, tako da otopina nakupljena oko čepa isteče u tikvicu. Začepi odmah tikvicu, pričekaj desetak sekundi i još jednom provjeri razinu otopine u tikvici. Po potrebi dodaj još koju kap vode.