

Vježba 16. Razrjeđivanje otopina

Uvod:

Kod razrjeđivanja otopina smanjuje se koncentracija otopine. To je jasno vidljivo iz definicijske jednadžbe množinske koncentracije:

$$c = \frac{n}{V}.$$

Razrjeđivanjem povećavamo volumen otopine, a kako su koncentracija i volumen obrnuto proporcionalne veličine, time smanjujemo koncentraciju. Ono što je vrlo važno kod toga je da **količina tvari tijekom razrjeđivanja ostaje nepromijenjena**. Isto vrijedi i za masu tvari.

Uobičajeno je da se veličine koje se odnose na stanje prije razrjeđivanja otopine označavaju subskriptom 1, a veličine koje odgovaraju stanju nakon razrjeđivanja označavaju se subskriptom 2.

Kako je količina tvari prije i poslije razrjeđivanja jednaka, možemo pisati:

$$n_1 = n_2,$$

odnosno

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2.$$

Pri tome su n_1 , c_1 i V_1 oznake množine, koncentracije i volumena prije razrjeđivanja, a n_2 , c_2 i V_2 oznake tih istih veličina nakon razrjeđivanja. Općenito možemo napisati:

$$\textit{koncentracija}_1 \cdot \textit{volumen}_1 = \textit{koncentracija}_2 \cdot \textit{volumen}_2.$$

Ukoliko se pridržavamo ovog pravila možemo izračunati potreban volumen do kojega trebamo razrijediti otopinu neke koncentracije da bi se dobila otopina zadane koncentracije. Pritom koncentracija otopine može biti izražena i kao masena koncentracija, pa vrijedi:

$$\gamma_1 \cdot V_1 = \gamma_2 \cdot V_2.$$

Kada kupujemo otopine kiselina ili lužina za rad u laboratoriju, na etiketi koja je zalijepljena na odgovarajućoj boci rijetko se ili nikad ne nalazi podatak o koncentraciji. Podaci koji stoje na etiketi najčešće su: gustoća i maseni udio.

Kiseline i lužine koje se kupuju jesu koncentrirane, te ih je za rad u laboratoriju potrebno razrijediti. U prethodnom razmatranju u jednadžbama nigdje nije navedena ni gustoća ni maseni udio, te to može predstavljati poteškoće prilikom određivanja volumena koncentrirane kiseline ili lužine koju je potrebno razrijediti.

Taj se problem može riješiti na više načina. Ovdje ćemo navesti jedan od njih. Želimo, na primjer, prirediti 500 mL otopine sumporne kiseline koncentracije $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ mol L}^{-1}$. Na raspolaganju za to imamo koncentriranu otopinu kiseline gustoće $\rho(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,84 \text{ g mL}^{-1}$ i masenog udjela $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,96$ ili 96%. Potrebno je, dakle, izračunati volumen koncentrirane kiseline koji je potrebno razrijediti na 500 mL da bi koncentracija takve otopine onda bila $0,5 \text{ mol L}^{-1}$.

Najprije ćemo razvrstati navedene podatke na način pomoću kojega ćemo vidjeti koji se podaci odnose na stanje prije, a koji na stanje nakon razrjeđivanja. To razvrstavanje ćemo provesti tako da svakom podatku pridružimo određeni subskript kako je to prethodno navedeno. Slijedi:

$$\begin{aligned}\rho_1(\text{H}_2\text{SO}_4) &= 1,84 \text{ g mL}^{-1}, \\ w_1(\text{H}_2\text{SO}_4) &= 0,96, \\ c_2(\text{H}_2\text{SO}_4) &= 0,5 \text{ mol L}^{-1}, \\ V_2(\text{H}_2\text{SO}_4) &= 500 \text{ mL}.\end{aligned}$$

Ono što se traži jest volumen kiseline koju imamo na raspolaganju, znači prije razrjeđivanja. Taj volumen možemo označiti kao $V_1(\text{H}_2\text{SO}_4)$. Vidljivo je da nam nedostaje podatak o koncentraciji kupovne otopine kiseline, kojega označavamo s $c_1(\text{H}_2\text{SO}_4)$. Taj podatak možemo izračunati pomoću masenog udjela i gustoće. Može se pokazati da vrijedi:

$$c_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{\rho_1(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot w_1(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}.$$

Uvrštavajući podatke za maseni udio i gustoću te rješavanjem jednadžbe dobivamo rezultat koji iznosi $c_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = 18 \text{ mol L}^{-1}$. Sada je vrlo jednostavno, pomoću pravila za razrjeđivanje, izračunati traženi volumen, $V_1(\text{H}_2\text{SO}_4)$:

$$V_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{c_2(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_2(\text{H}_2\text{SO}_4)}{c_1(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 13,9 \text{ mL}.$$

Dakle, za pripremanje 500 mL otopine sumporne kiseline koncentracije $0,5 \text{ mol L}^{-1}$, potrebno je 13,9 mL 96 %-tne sumporne kiseline razrijediti na volumen od 500 mL.

POKUS 16.1. Razrjeđivanje otopine klorovodične kiseline

Zadatak: Pripremi 250 mL otopine klorovodične kiseline koncentracije $0,2 \text{ mol L}^{-1}$. Na raspolaganju imaš otopinu klorovodične kiseline koncentracije $c(\text{HCl}) = 0,5 \text{ mol L}^{-1}$.

Pribor i kemikalije: odmjerna tikvica od 250 mL, lijevak, menzura od 100 mL, klorovodična kiselina, $c(\text{HCl}) = 0,5 \text{ mol L}^{-1}$, destilirana voda.

Postupak: Prema pravilu razrjeđivanja odredi volumen otopine klorovodične kiseline, $c(\text{HCl}) = 0,5 \text{ mol L}^{-1}$, kojeg je potrebno razrijediti na volumen od 250 mL da bi se dobila otopina tražene koncentracije. Menzutom odmjeri potreban volumen otopine klorovodične kiseline, $c(\text{HCl}) = 0,5 \text{ mol L}^{-1}$, i prelij u odmjernu tikvicu od 250 mL preko staklenog lijevka. Pomoću boce štrcaljke nadopuni destiliranom vodom odmjernu tikvicu do oznake.

Račun:

Zaključak:

POKUS 16.2. Razrjeđivanje koncentrirane otopine sumporne kiseline

Zadatak: Pripremi 500 mL otopine sumporne kiseline koncentracije $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \text{ mol L}^{-1}$. Na raspolaganju imaš koncentriranu otopinu sumporne kiseline masenog udjela, $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,96$ i gustoće $\rho(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,84 \text{ g mL}^{-1}$.

OPREZ: Rad s koncentriranom kiselinom. Obavezno koristiti zaštitne rukavice i naočale.

Pribor i kemikalije: odmjerna tikvica od 500 mL, lijevak, trbušasta pipeta od 50 mL, graduirana pipeta od 10 mL, propipeta, otopina sumporne kiseline masenog udjela, $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,96$ i gustoće $\rho(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,84 \text{ g mL}^{-1}$, destilirana voda.

Postupak: Izračunaj koliki je volumen koncentrirane sumporne kiseline potrebno razrijediti na volumen od 500 mL da bi se dobila otopina koncentracije 2 mol L^{-1} .

Odmjeri menzutom 200 mL vode i odlij u odmjernu tikvicu. Služeći se pipetama i propipetom odmjeri izračunati volumen kiseline i pažljivo ulij u odmjernu tikvicu. Tijekom dodavanja sumporne kiseline povremeno lagano promiješaj odmjernu tikvicu.

Nakon dodatka sumporne kiseline pričekaj da se tikvica ohladi na sobnu temperaturu te ju nadopuni destiliranom vodom do oznake.

Račun:

Zaključak: