

2. razred

Pokus

I BEZ VATRE SE GRIJE

PITANJE 1: Prema Brønsted-Lowryevoj teoriji kiselina i baza definiraj što su kiseline, a što baze?

Kiseline su molekulske ili ionske čestice koje daju protone (proton donori), a baze su molekulske ili ionske čestice koje primaju protone (proton akceptori).

2 boda

PITANJE 2: Napiši jednadžbu reakcije vodene otopine klorovodične kiseline i vodene otopine natrijeve lužine. Koje su čestice prema Brønsted-Lowryevoj teoriji, u toj reakciji baze, a koje kiseline?



2 boda

ZADATAK 1: Izračunaj volumen otopine HCl(aq), $w(\text{HCl(aq)}) = 36\%$

gustoće $\rho(\text{HCl(aq)}) = 1,18 \text{ g cm}^{-3}$, koji je potrebno razrijediti vodom na 20 mL za pripremu otopine HCl(aq) koncentracije $2,0 \text{ mol dm}^{-3}$.

$$V_1(\text{HCl(aq)}) = ?$$

$$w(\text{HCl(aq)}) = 36\%$$

$$\rho_1(\text{HCl(aq)}) = 1,18 \text{ g cm}^{-3}$$

$$V_2(\text{HCl(aq)}) = 20 \text{ mL}$$

$$c_2(\text{HCl(aq)}) = 2,0 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$n_1(\text{HCl(aq)}) = n_2(\text{HCl(aq)})$$

$$n_2(\text{HCl(aq)}) = c_2(\text{HCl(aq)}) \cdot V_2(\text{HCl(aq)}) = 2,0 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 20 \text{ mL} = 40,0 \text{ mmol} = 40,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

1 bod

$$c_1(\text{HCl(aq)}) = \frac{n_1(\text{HCl(aq)})}{V_1(\text{HCl(aq)})} \Rightarrow V_1(\text{HCl(aq)}) = \frac{n_1(\text{HCl(aq)})}{c_1(\text{HCl(aq)})} \Rightarrow V_1(\text{HCl(aq)}) = \frac{n_2(\text{HCl(aq)})}{c_1(\text{HCl(aq)})}$$

$$w(\text{HCl(aq)}) = \frac{m(\text{HCl})}{m(\text{HCl(aq)})}; \rho_1(\text{HCl(aq)}) = \frac{m(\text{HCl(aq)})}{V(\text{HCl(aq)})}$$

$$\rho_1(\text{HCl(aq)}) = \frac{m(\text{HCl(aq)})}{w(\text{HCl(aq)}) \cdot V(\text{HCl(aq)})} = \frac{n_1(\text{HCl(aq)}) \cdot M(\text{HCl(aq)})}{w(\text{HCl(aq)}) \cdot V_1(\text{HCl(aq)})}$$

$$\rho_1(\text{HCl(aq)}) = \frac{c_1(\text{HCl(aq)}) \cdot M(\text{HCl(aq)})}{w(\text{HCl(aq)})}$$

$$c_1(\text{HCl(aq)}) = \frac{\rho_1(\text{HCl(aq)}) \cdot w(\text{HCl(aq)})}{M(\text{HCl(aq)})} = \frac{1,18 \text{ g cm}^{-3} \cdot 0,36}{36,46 \text{ g mol}^{-1}} = 11,65 \text{ mol dm}^{-3}$$

3 boda

$$c_1(\text{HCl(aq)}) \cdot V_1(\text{HCl(aq)}) = c_2(\text{HCl(aq)}) \cdot V_2(\text{HCl(aq)})$$

$$V_1(\text{HCl(aq)}) = \frac{c_2(\text{HCl(aq)}) \cdot V_2(\text{HCl(aq)})}{c_1(\text{HCl(aq)})} = \frac{2,0 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 20 \text{ mL}}{11,65 \text{ mol dm}^{-3}} = 3,43 \text{ mL}$$

1 bod

ZADATAK 2: Izračunaj masu NaOH(s) koju je potrebno odvagati za pripremu 30 mL otopine NaOH(aq) koncentracije 2 mol dm⁻³.

$$m(\text{NaOH(s)}) = ?$$

$$V(\text{NaOH(aq)}) = 30 \text{ mL}$$

$$c(\text{NaOH(aq)}) = 2,0 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$m(\text{NaOH(s)}) = n(\text{NaOH(s)}) \cdot M(\text{NaOH(s)}) = c(\text{NaOH(aq)}) \cdot V(\text{NaOH(aq)}) \cdot M(\text{NaOH(s)})$$

$$m(\text{NaOH(s)}) = 2,0 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 30 \cdot 10^{-3} \text{ L} \cdot 39,99 \text{ g mol}^{-1} = 2,4 \text{ g}$$

2 boda

POKUS 1:

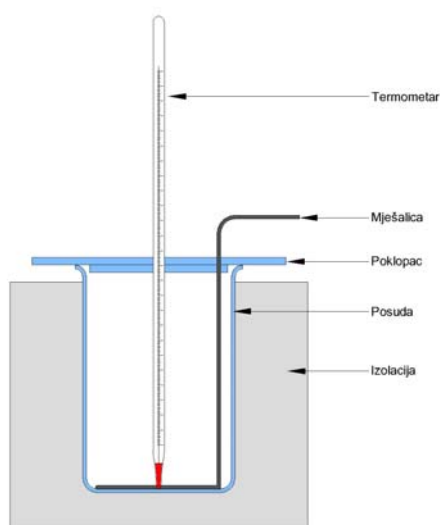
Cilj: Odredi promjenu entalpije neutralizacije jake kiseline jakim lužinom

Pribor: Kalorimetar opremljen miješalicom (slika 1), termometar, stalak za epruvete, epruveta 1 i epruveta 2, zidni sat, posuda za otpadne kemikalije, boca štrcaljka za destiliranu vodu.

Kemikalije: 20 mL HCl(aq), $c(\text{HCl(aq)}) = 2,0 \text{ mol dm}^{-3}$ koja se nalazi u epruveti 1, 30 mL NaOH(aq), $c(\text{NaOH(aq)}) = 2,0 \text{ mol dm}^{-3}$ koji se nalazi u epruveti 2, otopina fenolftaleina.

Oprez, radite s kiselinama i lužinama, stavite zaštitne naočale i rukavice!

Korak 1: U kalorimetar (slika 1), dodaj sadržaj epruvete 1, 20 mL HCl(aq), $c(\text{HCl(aq)}) = 2,0 \text{ mol dm}^{-3}$. To ćeš učiniti tako da lagano podigneš poklopac kalorimetra, ali tako da ne vadiš miješalicu i termometar iz poklopca. Kalorimetar nemoj podizati s radnog stola. Kada se sadržaj epruvete 1 nalazi u kalorimetru, očitaj točno vrijeme na zidnom satu i temperaturu na termometru koji je sada uronjen u otopinu koja se nalazi u kalorimetru. Pazi! Temperaturu na termometru pokušaj očitavati što je točnije moguće. Npr. 22,2 °C. Prvu decimalnu znamenku stupnja ćeš procijeniti!



Slika 1: Kalorimetar

Korak 2: Sadržaj kalorimetra polako miješaj miješalicom tako da miješalicu lagano pomičeš gore dolje kroz 5 minuta. Svaku minutu, na termometru očitaj temperaturu sadržaja u kalorimetru. Izmjerene podatke o temperaturi i vremenu upiši u tablicu 1!

Korak 3: Nakon 5 minuta (između pete i šeste minute) lagano podigni poklopac kalorimetra tako da ne vadiš miješalicu i termometar iz kalorimetra. U kalorimetar dodaj 30 mL NaOH(aq), $c(\text{NaOH(aq)}) = 2,0 \text{ mol dm}^{-3}$ (sadržaj epruvete 2) i odmah (šesta minuta) nastavi dalje očitavati temperaturu sljedećih 10 minuta, tj dok se temperatura sadržaja u kalorimetru ne ustali.

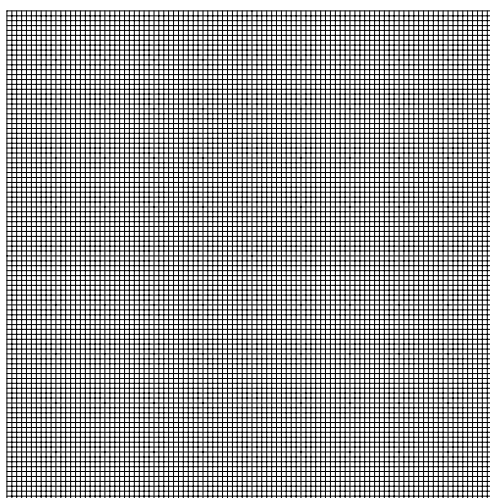
Korak 4: Podatke mjerenja nastavi upisivati u tablicu!

2 boda

Tablica 1: Rezultati mjerenja

t/min	$t/^\circ\text{C}$	t/min	$t/^\circ\text{C}$
0,0		8,0	
1,0		9,0	
2,0		10,0	
3,0		11,0	
4,0		12,0	
5,0		13,0	
6,0		14,0	
7,0		15,0	

ZADATAK 3: Nacrtaj grafički prikaz ovisnosti promjene temperature sadržaja kalorimetra u ovisnosti o vremenu. Dijagram načini na milimetarskom papiru uz uporabu pribora za crtanje.



3 boda

ZADATAK 4: Iz dijagrama odredi promjenu temperature.

$$\Delta T = \textit{oko 9} \text{ K}$$

2 boda

PITANJE 3: Svaki proces pri kojem sustav predaje toplinu okolini je *egzoterman* proces. Takve reakcije imaju *negativan* predznak promjene reakcijske entalpije. Svaki proces pri kojem sustav prima toplinu od okoline je *endoterman* proces. Takve reakcije imaju *pozitivan* predznak promjene reakcijske entalpije

2 boda

PITANJE 4: Prema podacima mjerenja temperature prije reakcije i nakon reakcije odredi kakav je predznak reakcijske entalpije kod ove reakcije?

Negativan

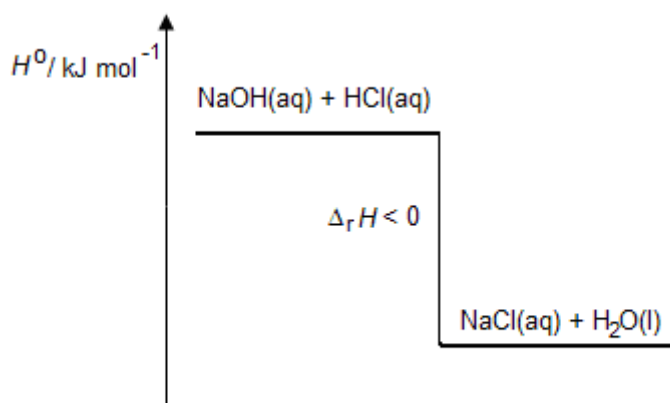
1 bod

PITANJE 5: Napiši termokemijsku jednadžbu kemijske reakcije iz pokusa.



2 boda

ZADATAK 5: Na milimetarskom papiru nacrtaj entalpijski dijagram navedene reakcije. Dijagram načini uz uporabu pribora za crtanje.



3 boda

PITANJE 6: Koji su podatci potrebni za izračunavanje promjene reakcijske entalpije iz pokusa?

$C_{\text{cal.}}$ – kapacitet kalorimetra, ΔT – promjena temperature, n – količina tvari

1 bod

ZADATAK 6: Izračunaj promjenu entalpije ove reakcije! Napomena: promjena entalpije razrjeđenja može se zanemariti! Toplinski kapacitet tvog kalorimetra je $C_{\text{cal.}} = 260,5 \text{ J K}^{-1}$

$$\Delta T = 9,0 \text{ K}$$

$$C_{\text{cal.}} = 260,5 \text{ J K}^{-1}$$

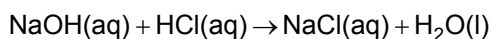
$$w(\text{NaCl(aq)}) = ?$$

$$V(\text{HCl(aq)}) = 20,0 \text{ mL}$$

$$c(\text{HCl(aq)}) = 2,0 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$V(\text{NaOH(aq)}) = 30,0 \text{ mL}$$

$$c(\text{NaOH(aq)}) = 2,0 \text{ mol dm}^{-3}$$



$$n(\text{HCl(aq)}) = c(\text{HCl(aq)}) \cdot V(\text{HCl(aq)}) = 2,0 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 20,0 \text{ mL} = 40,0 \text{ mmol}$$

$$n(\text{NaOH(aq)}) = c(\text{NaOH(aq)}) \cdot V(\text{NaOH(aq)}) = 2,0 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 30,0 \text{ mL} = 60,0 \text{ mmol}$$

Iz jednadžbe reakcije : $n(\text{HCl(aq)}) = n(\text{NaOH(aq)}) \Rightarrow n(\text{NaOH(aq)})$ u suvišku

$$n(\text{NaOH(aq) u suvišku}) = n(\text{NaOH(aq)}) - n(\text{HCl(aq)}) = 60,0 \text{ mmol} - 40,0 \text{ mmol} = 20,0 \text{ mmol}$$

2 boda

$$n(\text{NaCl(aq)}) = n(\text{HCl(aq)}) = 40,0 \text{ mmol}$$

$$\Delta = \frac{\cdot \Delta}{0,040} = \frac{\cdot}{0,040} =$$

1 bod

ZADATAK 7: Iz podataka u pokusu izračunaj maseni udio nastale soli u otopini! Gustoća otopine u kalorimetru je $1,0506 \text{ g cm}^{-3}$.

Iz zadatka 6:

Iz jednadžbe reakcije : $n(\text{HCl(aq)}) = n(\text{NaOH(aq)}) \Rightarrow n(\text{NaOH(aq)})$ u suvišku

$$n(\text{NaOH(aq) u suvišku}) = n(\text{NaOH(aq)}) - n(\text{HCl(aq)}) = 60,0 \text{ mmol} - 40,0 \text{ mmol} = 20,0 \text{ mmol}$$

$$n(\text{NaCl(aq)}) = n(\text{HCl(aq)}) = 40,0 \text{ mmol}$$

$$m(\text{NaCl(aq)}) = n(\text{NaCl(aq)}) \cdot M(\text{NaCl}) = 0,0400 \text{ mol} \cdot 58,44 \text{ g mol}^{-1} = 2,3376 \text{ g}$$

1 bod

$$\rho(\text{otopine u kalorimetru}) = \frac{m(\text{otopine u kalorimetru})}{V(\text{otopine u kalorimetru})} \Rightarrow m(\text{otopine}) = \rho(\text{otopine}) \cdot V(\text{otopine})$$

$$V(\text{otopine}) = V(\text{HCl(aq)}) + V(\text{NaOH(aq)}) = 30,0 \text{ mL} + 20,0 \text{ mL} = 50,0 \text{ mL}$$

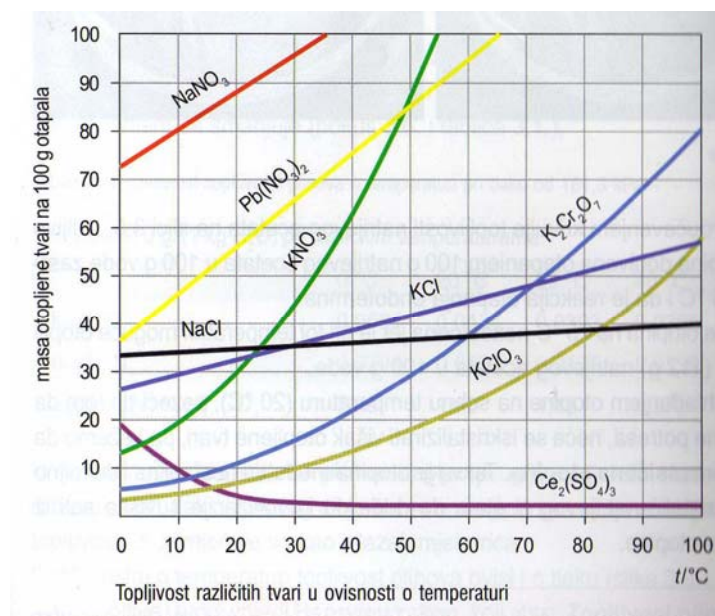
$$m(\text{otopine}) = 1,0506 \text{ g cm}^{-3} \cdot 50,0 \text{ mL} = 52,53 \text{ g}$$

$$w(\text{NaCl(aq)}) = \frac{m(\text{NaCl(aq)})}{m(\text{otopine})} = \frac{2,3376 \text{ g}}{52,53 \text{ g}} \cdot 100 = 4,45 \%$$

2 boda

PITANJE 7:

a) Na temelju priloženog dijagrama topljivosti različitih tvari u ovisnosti o temperaturi procijeni topljivost natrijevog klorida pri temperaturi izmjerenoj u kalorimetru.



$$\text{Topljivost NaCl iz dijagrama} = \frac{m(\text{NaCl}) \text{ g}}{100 \text{ g otopala}} \approx 37 \text{ g u 100 g otopala}$$

1 bod

b) Računski odredi da li je otopina u kalorimetru zasićena, nezasićena ili prezasićena. Odgovor potkrijepi računom.

$$w(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{otopine})} \Rightarrow m(\text{NaCl u 100 g}) = w(\text{NaCl}) \cdot m(\text{otopine}) = 0,0445 \cdot 100 \text{ g} = 4,45 \text{ g}$$

$$4,45 \text{ g} / 100 \text{ g} < 37 \text{ g} / 100 \text{ g}$$

Otopina je nazasićena.

2 boda

KORAK 5: U otopinu u kalorimetru dokapaj nekoliko kapi otopine indikatora, fenolftaleina. Što si primijetio?

Otopina je poprimila crvenoljubičastu boju.

0,5 boda

PITANJE 8: U kojem području se nalazi pH vrijednost otopine u kalorimetru!

U lužnatom.

0,5 boda

PITANJE 9: Nabroji još barem dvije indikatorske otopine, jednu za kiselo i jednu za lužnato područje pH vrijednost!

Metiloranž, bromtimol plavo, metilno crvenilo

1 bod

ZADATAK 8: Izračunaj pH vrijednost otopine u kalorimetru!

Iz zadatka 7:

$$n(\text{NaOH(aq) u suvišku}) = n(\text{OH}^-) = 20,0 \text{ mmol}$$

$$V(\text{otopine}) = 50,0 \text{ mL}$$

$$c(\text{OH}^-) = \frac{n(\text{OH}^-)}{V(\text{otopine})} = \frac{20,0 \text{ mmol}}{50,0 \text{ mL}} = 0,4 \text{ mol dm}^{-3}$$

1 bod

$$\text{pOH} = -\lg c(\text{OH}^-) = -\lg 0,4 \text{ mol dm}^{-3} = 0,40$$

$$\text{pH} = 14,0 - 0,40 = 13,6$$

1 bod

KORAK 6: Sada sadržaj kalorimetra prenesi u bocu za otpad. Kalorimetar, miješalicu, termometar i epruvete u kojima su bile kemikalije isperi destiliranom vodom koja se nalazi u boci štrcalici.