

2. razred

Zadaci

1. Zaokružite slovo ispred točnih tvrdnji:

- Sve tvari imaju određeni toplinski kapacitet pa mogu apsorbirati ili oslobađati toplinu i pri tome se kemijski mijenjaju.
- Prirast reakcijske entalpije ovisi samo o početnom i konačnom stanju reaktanata i produkata, a ne o putu kojim reakcija teče.
- Specifični toplinski kapacitet je toplina koju treba dovesti 1 molu neke tvari da se temperatura povisi za 1 K.

Entalpije nastajanja elementarnih tvari pri svim temperaturama jednake su nuli.

2. Koliko kWh električne energije treba utrošiti da se ugrije 80 L vode u električnom bojleru od 20 °C do 80 °C. Bojler je načinjen od željeza i ima masu 25 kg. Pretpostavljamo da se za vrijeme grijanja toplina ne gubi iz sustava zbog niže temperature okoline. Specifični toplinski kapacitet vode je 4190 J·kg⁻¹·K⁻¹ i željeza 450 J·kg⁻¹·K⁻¹.

3. Upišite u tablicu kako povišenje temperature (povoljno/nepovoljno) utječe na spontanost procesa za zadane kombinacije promjene entalpije i promjene entropije.

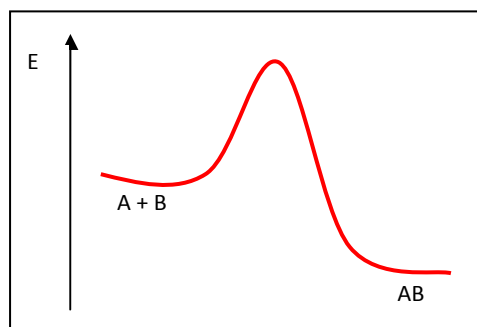
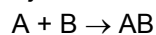
ΔH	ΔS	Utjecaj povišenja temperature
$\Delta H > 0$	$\Delta S > 0$	
$\Delta H > 0$	$\Delta S < 0$	
$\Delta H < 0$	$\Delta S > 0$	
$\Delta H < 0$	$\Delta S < 0$	

4. Otopina sadrži 10 g natrijevog klorida u 1 kg vode ($\rho \approx 1,00 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$). Izračunajte a) osmotski tlak pri 17 °C, b) vrelište i c) ledište otopine.

$$K_b = 0,52 \text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}; K_f = 1,86 \text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$$

5. Pomiješane su dvije otopine. Jedna je sadržavala 100 g srebrovog nitrata, a druga 50 g natrijevog klorida. Koja je sol u suvišku? Izračunajte masu soli u suvišku.

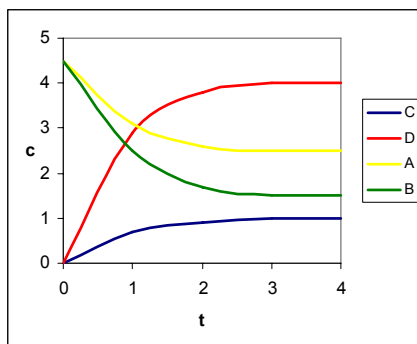
6. Na slici je prikazan energijski profil za reakciju



- Na slici označite energiju aktivacije i promjenu entalpije.
- Ucrtajte kako bi izgledao energijski profil za istu reakciju s katalizatorom. U kojem smjeru se pomiče ravnoteža djelovanjem katalizatora?
- Je li reakcija egzotermna ili endotermna?

- d) Da li će povišenje temperature utjecati na pomak ravnoteže ove reakcije? Ako da, u kojem smjeru? Ako ne, zašto?

7. Na crtežu je prikazana ovisnost koncentracije reaktanata i produkata reakcije o vremenu.



- a) Napišite jednadžbu reakcije.
 b) Napišite izraz za koncentracijsku konstantu ravnoteže zadane reakcije.
 c) Da li će doći do pomaka položaja ravnoteže ako C uklanjamo iz reakcijske smjese? U kojem smjeru?
 d) Koji je od ponuđenih izraza za brzinu reakcije reaktanata, odnosno produkata ispravno napisan?

A) $\frac{1}{2} \frac{\Delta c(C)}{\Delta t}$ B) $-\frac{1}{4} \frac{\Delta c(D)}{\Delta t}$ C) $-\frac{1}{2} \frac{\Delta c(A)}{\Delta t}$ D) $-\frac{2}{3} \frac{\Delta c(B)}{\Delta t}$

8. Reakcijom jake kiseline i slabe baze nastaje sol. Vodena otopina nastale soli ima pH vrijednost 5,2.

- a) Kako se nazivaju reakcije između kiselina i baza?
 b) Zašto je pH vrijednost vodene otopine nastale soli manja od 7?
 c) Koji bi indikator (tablica) koristili za indiciranje točke završetka titracije ako je točka ekvivalencije pri pH 5,2? Zašto?

Indikator	Boja	
	kisela – bazna	pH područje promjene boje
bromfenolno modrilo	žuta – modra	3,0 – 4,6
metilno crvenilo	crvena – žuta	4,4 – 6,2
bromkrezol zeleno	žuta – modra	4,0 – 5,6
timolftalein	bezbojna - modra	9,4 – 10,6

9. Koliko dugo je potrebno elektrolitički nanositi bakar na predmet površine 30 cm^2 iz otopine bakrova(II) sulfata da bi se dobio sloj bakra debljine $100 \mu\text{m}$, ako je za vrijeme elektrolize jakost struje bila 1 A. Gustoća bakra je $8,92 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$?

10. Izračunajte pH vrijednost otopine koja sadrži $1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ otopine amonijaka i $0,5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ amonijevog klorida. $K(\text{NH}_4\text{OH})=1,79\cdot 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$

Kako nazivamo takve otopine? Da li će doći do značajne promjene pH vrijednosti otopine ako dodamo nekoliko kapi NaOH, odnosno HCl?

11. Koliki je maseni udio željeza u nekoj rudi, ako 0,500 g uzorka, nakon otapanja troši za oksidaciju 48 cm^3 otopine kalijeva permanganata koncentracije $15,5 \text{ mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$?

Rješenja:

1. b); d)

2. $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

$$Q = [m(\text{H}_2\text{O}) \cdot c(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{željezo}) \cdot c(\text{željezo})] \cdot \Delta T$$

$$Q = (80 \cdot 4190 + 25 \cdot 450) \cdot 60 = 20787 \text{ kJ}$$

Odgovor: Potrebno je 5,81 kWh da se 80 L vode ugrije od 20 °C do 80 °C.

3.

ΔH	ΔS	Utjecaj povišenja temperature
$\Delta H > 0$	$\Delta S > 0$	povoljno
$\Delta H > 0$	$\Delta S < 0$	nepovoljno
$\Delta H < 0$	$\Delta S > 0$	povoljno
$\Delta H < 0$	$\Delta S < 0$	nepovoljno

4. a)

$$c = \frac{n}{V} = \frac{m}{V \cdot M} = \frac{10 \text{ g}}{1000 \text{ cm}^3 \cdot 58,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,000172 \text{ mol} \cdot \text{cm}^{-3} = 0,171 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$\Pi = i \cdot c \cdot R \cdot T =$$

$$2 \cdot 0,172 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 8,314 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 290,15 \text{ K} = 829833 \text{ Pa} = 825,0 \text{ kPa}$$

b)

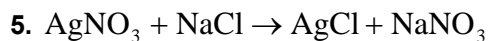
$$\Delta T = i \cdot K_b \cdot b = \frac{i(\text{NaCl}) \cdot K_b(\text{H}_2\text{O}) \cdot m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl}) \cdot m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2 \cdot 0,52 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 10 \text{ g}}{58,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 1 \text{ kg}} = 0,18 \text{ K}$$

Vrelište otopine je 100,18 °C.

c)

$$\Delta T = i \cdot K_f \cdot b = \frac{i(\text{NaCl}) \cdot K_f(\text{H}_2\text{O}) \cdot m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl}) \cdot m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2 \cdot 1,86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 10 \text{ g}}{58,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 1 \text{ kg}} = 0,64 \text{ K}$$

Ledište otopine je -0,64 °C.



$$n(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{M(\text{AgNO}_3)} = \frac{100 \text{ g}}{169,91 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,5885 \text{ mol}$$

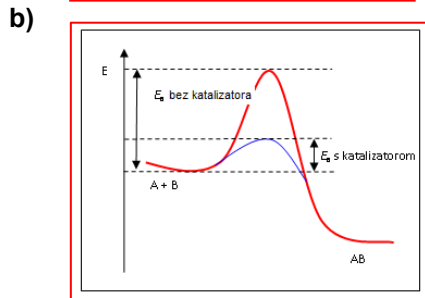
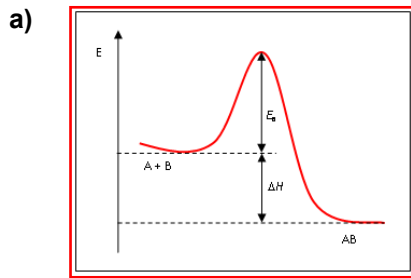
$$n(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{50 \text{ g}}{58,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,8556 \text{ mol}$$

Iz jednadžbe reakcije slijedi: $\frac{n(\text{AgNO}_3)}{n(\text{NaCl})} = \frac{1}{1} \Rightarrow \text{NaCl je u suvišku}$

$$n(\text{NaCl, suvišak}) = 0,8556 - 0,5885 = 0,2671 \text{ mol}$$

$$m(\text{NaCl, suvišak}) = n(\text{NaCl, suvišak}) \cdot M(\text{NaCl}) = 0,2671 \cdot 58,44 = 15,6 \text{ g}$$

6.



Uporabom katalizatora položaj ravnoteže se ne mijenja.

c) Reakcija je egzotermna

d) Povišenje temperature utjecat će na pomak položaja ravnoteže ove reakcije.

Reakcija je egzotermna, a u egzotermnim reakcijama ravnoteža se povišenjem temperature pomiče u smjeru nastajanja reaktanata.

7. a) $2A + 3B \rightarrow C + 4D$

b)

$$K_c = \frac{c(C) \cdot c^4(D)}{c^2(A) \cdot c^3(B)}$$

c) Uklanjanje produkta C iz reakcijske smjese utjecat će na pomak položaja ravnoteže zadane reakcije.

C je produkt reakcije, dakle njegovim uklanjanjem iz reakcijske smjese položaj ravnoteže pomiče se u smjeru stvaranja produkata.

d) Točan odgovor je C.

8. a) Reakcije između kiselina i baza nazivaju se reakcije neutralizacije.

b) Zato što nastala sol hidrolizira. Konjugirana kiselina slabe baze protolitički reagira s vodom.

Protolitičkom reakcijom u vodi se povećava koncentracija oksonij iona H_3O^+ , te zbog toga otopina reagira kiselom.

c) Za indiciranje točke završetka titracije moguće je koristiti metilno crvenilo i bromkrezol zeleno jer oba indikatora mijenjaju boju u području pH u kojem se nalazi točka ekvivalencije.

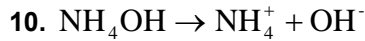
9. $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

$$Q = I \cdot t \quad Q = n \cdot z \cdot F \quad \text{Slijedi: } t = \frac{n \cdot z \cdot F}{I}$$

$$z = 2 \quad F = 96480 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n = \frac{m}{M(\text{Cu})} = \frac{V \cdot \rho}{M(\text{Cu})} = \frac{A \cdot d \cdot \rho}{M(\text{Cu})} = \frac{30 \text{ cm}^2 \cdot 0,01 \text{ cm} \cdot 8,92 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}{63,55 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,042 \text{ mol}$$

$$t = \frac{0,042 \text{ mol} \cdot 2 \cdot 96480 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}}{1 \text{ A}} = 8125,3 \text{ s} = 135,4 \text{ min} = 2,25 \text{ h}$$



$$K(\text{NH}_4\text{OH}) = \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_4\text{OH})} \Rightarrow c(\text{OH}^-) = \frac{K(\text{NH}_4\text{OH}) \cdot c(\text{NH}_4\text{OH})}{c(\text{NH}_4^+)}$$

$$c(\text{OH}^-) = \frac{1,79 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} = 3,58 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$p\text{OH} = -\log c(\text{OH}^-) = -\log(3,58 \cdot 10^{-5}) = 4,45$$

$$p\text{H} = 14 - p\text{OH} = 14 - 4,45 = 9,55$$

iii

$$K(\text{NH}_4\text{OH}) = \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_4\text{OH})} = \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot K_w}{c(\text{NH}_4\text{OH}) \cdot c(\text{H}^+)} \Rightarrow c(\text{H}^+) = \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot K_w}{c(\text{NH}_4\text{OH}) \cdot K(\text{NH}_4\text{OH})}$$

$$c(\text{H}^+) = \frac{0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2 \cdot \text{dm}^{-6}}{1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 1,79 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} = 2,79 \cdot 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

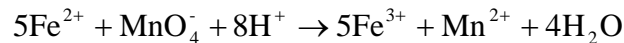
$$p\text{H} = -\log c(\text{H}^+) = -\log(2,79 \cdot 10^{-10}) = 9,55$$

Odgovor:

Takve otopine, smjesa slabe baze i njene soli, odnosno slabe kiseline i njene soli, nazivamo puferским otopinama.

Ne. Dodatkom nekoliko kapi NaOH, odnosno HCl neće doći do značajnije promjene pH vrijednosti otopine.

11.



$$n(\text{MnO}_4^-) = c \cdot V = 15,5 \cdot 10^{-3} \cdot 48 \cdot 10^{-3} = 0,744 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,744 \text{ mmol}$$

$$\text{Iz jednadžbe reakcije slijedi: } \frac{n(\text{Fe}^{2+})}{n(\text{MnO}_4^-)} = \frac{5}{1} \Rightarrow n(\text{Fe}^{2+}) = 5 \cdot 0,744 = 3,72 \text{ mmol}$$

$$m(\text{Fe}) = n \cdot M = 3,72 \cdot 10^{-3} \cdot 55,85 = 0,208 \text{ g}$$

$$w(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{uzorak})} \cdot 100 = \frac{0,208}{0,500} \cdot 100 = 41,6 \%$$