

1. RAZRED – zadani pokus

NE ZNAMO ŠTO JE, AL' SAZNAT ĆEMO!

CILJ: Odredite produkte kemijske reakcije.

PRIBOR: čaša od 50 mL, stakleni štapić, dvije menzure od 10 mL.

KEMIČALIJE: destilirana voda, 1 g soli X, 1 g soli Y, 10 mL HCl(aq), $w(\text{HCl, aq}) = 3,6 \%$.

Zadatak 1: Sol X sadrži jednovalentni metal, kisik i dušik. Maseni udio kisika u spoju je 47,47 %, maseni udio dušika u spoju je 13,86 %, a ostatak do 100 % je maseni udio metala. Odredite koji je to metal ako je poznato da je $M_r(\text{spoja}) = 101,11$. Napišite formulu jedinice te soli i njezin naziv.

Rješenje:

$$w(\text{O, X}) = 0,4747$$

$$w(\text{N, X}) = 0,1386$$

$$w(\text{M, X}) = 1 - (0,4747 + 0,1386) = 0,3867$$

$$M_r(\text{X}) = 101,11$$

$$A_r(\text{M}) = ?$$

$$A_r(\text{M}) = w(\text{M, X}) \cdot M_r(\text{X}) = 0,3867 \cdot 101,11 = 39,1$$

$$w(\text{M, X}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad 1 \text{ bod}$$

Uz pomoć podataka o relativnoj atomskoj masi u periodnom sustavu elemenata možete zaključiti da je metal: kalij 1 bod

Molekulska formula soli je: KNO₃ 1 bod

Naziv soli je: kalijev nitrat 1 bod

Korak 1: U čašu od 50 mL ulijte iz menzure 10 mL destilirane vode. Termometrom pažljivo izmjerite temperaturu vode u čaši.

$$t(\text{voda}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ } ^\circ\text{C} \quad 0,5 \text{ boda}$$

Korak 2: Vodi u čaši dodajte 1 g soli X i promiješajte staklenim štapićem dobivenu smjesu.

Zabilježite zapažanja. Termometrom pažljivo izmjerite temperaturu dobivene otopine. Kalijev nitrat
otopio se u destiliranoj vodi i nastala je homogena, bezbojna vodena otopina. 1 bod

$$t(\text{KNO}_3, \text{aq}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad t(\text{KNO}_3, \text{aq}) < t(\text{voda}) \quad 0,5 \text{ boda}$$

Je li došlo do izmjene topline s okolinom? Kakva je to promjena?

DA, ako je temperatura sustava pala, toplina iz okoline ulazi u sustav. To je endotermna promjena.
1+1 bod

Zadatak 2: Sol Y je također nitrat jednog jednovalentnog metala. Maseni udio metala u Y je 63,50 %, maseni udio dušika u spoju je 8,24 %, a ostatak do 100 % čini kisik. Odredite koji je to metal ako je poznato da je $M_r(\text{spoja}) = 169,91$. Napišite molekulsku formulu i naziv soli.

Rješenje:

$$w(\text{M, MNO}_3) = 0,6350$$

$$w(\text{N, MNO}_3) = 0,0824$$

$$w(\text{O, MNO}_3) = 1 - (0,6350 + 0,0824) = 0,2826$$

$$M_r(\text{MNO}_3) = 169,91$$

$$A_r(\text{M}) = ?$$

$$A_r(\text{M}) = w(\text{M, MNO}_3) \cdot M_r(\text{MNO}_3) = 0,6350 \cdot 169,91 = 107,91$$

Uz pomoć podataka o relativnoj atomskoj masi u periodnom sustavu elemenata možete zaključiti da je metal srebro 1 bod

Formulska jedinica soli je: AgNO₃ 1 bod

Naziv soli je: srebrov nitrat 1 bod

Korak 3: U čašu s otopinom dodajte iz menzure još 10 mL destilirane vode. Termometrom pažljivo izmjerite temperaturu otopine u čaši.

$$t(\text{otopina}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Korak 4: Otopini u čaši dodajte 1 g soli Y i promiješajte staklenim štapićem dobivenu smjesu. Zabilježite zapažanja. Termometrom pažljivo izmjerite temperaturu dobivene otopine.

Srebrov nitrat otopio se u destiliranoj vodi i nastala je homogena, bezbojna vodena otopina. 1 bod
 $t(\text{otopina}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ } ^\circ\text{C}$

Je li došlo do izmjene topline s okolinom? Kakva je to promjena?

___ DA, ako je temperatura sustava pala, toplina iz okoline ulazi u sustav. To je endotermna promjena. ___ 1 bod

Zadatak 3: Napišite koje se sve čestice nalaze u otopini.

___ $K^+(aq)$, $NO_3^-(aq)$, $Ag^+(aq)$, $H^+(aq)$, $OH^-(aq)$ ___ 1 bod

Korak 5: Izmjerite temperaturu otopine. Otopini u čaši dodajte 10 mL otopine klorovodične kiseline, $w(HCl, aq) = 3,6 \%$ i promiješajte staklenim štapićem dobivenu smjesu. Nakon dodatka kiseline ponovno očitajte temperaturu. Kakva je to promjena? Zabilježite zapažanja.

___ U čaši je nastao bijeli talog ___ 0,5 boda

Prije dodatka kiseline: $t_1 =$ _____ °C Nakon dodatka kiseline: $t_2 =$ _____ °C
 $t_1 < t_2$ 0,5 boda

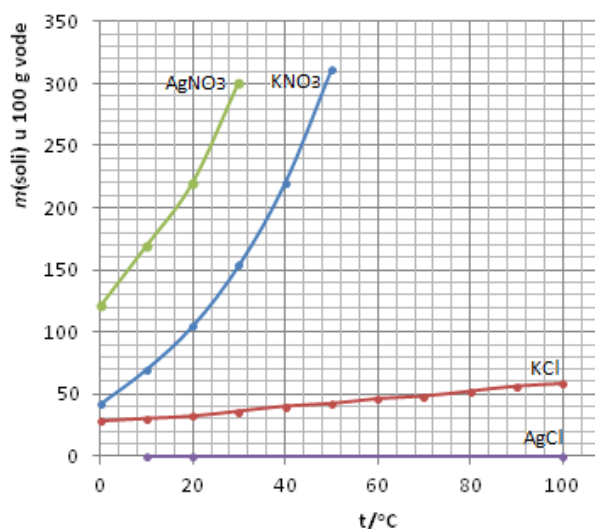
Je li došlo do izmjene topline s okolinom? Kakva je to promjena?

___ DA, ako je temperatura sustava porasla, toplina iz sustava prelazi u okolinu. To je egzotermna promjena. ___ 1 bod

Zadatak 4: Topljivost tvari može se izraziti kao masa otopljenog tvari u 100 g otapala. Uz pomoć podataka iz tablice nacrtajte krivulje topljivosti kalijevog nitrata, srebrovog nitrata, srebrovog klorida i kalijevog klorida u ovisnosti o temperaturi.

Tablica 1:

$t / ^\circ C$	toplјivost (KNO_3)	toplјivost (KCl)	toplјivost ($AgNO_3$)	toplјivost ($AgCl$)
	$m(KNO_3)$ u 100 g H_2O	$m(KCl)$ u 100 g H_2O	$m(AgNO_3)$ u 100 g H_2O	$m(AgCl)$ u 100 g H_2O
0	12,0	28	122	
10	20,0	30	170	$8,9 \cdot 10^{-6}$
20	30,0	32	220	$1,6 \cdot 10^{-5}$
30	44,0	36	300	
40	63,0	40		
50	89,0	42		
60		46		
70		48		
80		52		
90		56		
100		58		$2,2 \cdot 10^{-4}$



Ukupno: 5 bodova

Rješenje:

Za pravilno označene koordinatne osi

1 bod

Za pravilno nacrtan dijagram topljivosti kalijevog klorida	1 bod
Za pravilno nacrtan dijagram topljivosti kalijeva nitrata	1 bod
Za pravilno nacrtan dijagram topljivosti srebrova nitrata	1 bod
Za pravilno nacrtan dijagram topljivosti srebrova klorida	1 bod

Zadatak 5: Na temelju dijagrama topljivosti odredite koja sol je najslabije topljiva.

_____ *Najslabije topljiva sol je srebrov klorid.* _____ 1 bod

Zadatak 6: Zaključite koja se sol istaložila u čaši iz vašeg pokusa?

_____ *Istaložio se srebrov klorid.* _____ 1 bod

Zadatak 7: Napišite jednadžbu kemijske reakcije u čaši nakon dodatka svih komponenata sa pripadajućim oznakama agregacijskih stanja.

_____ $\text{KNO}_3(\text{s}) + \text{AgNO}_3(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s}) + \text{H}^+(\text{aq}) + \text{K}^+(\text{aq}) + 2 \text{NO}_3^-(\text{aq})$ _____ 2 boda

Zadatak 8: Na temelju zadanih podataka izračunajte masu dobivene soli.

Ukupno: 5 bodova

Rješenje:

$$m(\text{AgNO}_3, \text{s}) = 1 \text{ g}$$

$$V(\text{HCl}, \text{aq}) = 10 \text{ mL}$$

$$\rho(\text{HCl}, \text{aq}) = 1,0131 \text{ g cm}^{-3}$$

$$w(\text{HCl}, \text{aq}) = 3,6 \%$$

$$n(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{M(\text{AgNO}_3)} = \frac{1 \text{ g}}{169,91 \text{ g/mol}} = 5,88 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad , \quad 1 \text{ bod}$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{w(\text{HCl}) \cdot m(\text{HCl}(\text{aq}))}{M(\text{HCl})} = \frac{w(\text{HCl}) \cdot \rho(\text{HCl}(\text{aq})) \cdot V(\text{HCl}(\text{aq}))}{M(\text{HCl})} = \frac{0,036 \cdot 1,0131 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot 10 \text{ mL}}{36,46 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} =$$

$$0,0100 \text{ mol}$$

2 boda

$$n(\text{Ag}^+) = 5,88 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}^-) = 0,0100 \text{ mol}$$

Mjerodavni reaktant je AgNO_3

1 bod

$$m(\text{AgCl}(\text{s})) = n(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgCl}) = 5,88 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 143,35 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,843 \text{ g} \quad 1 \text{ bod}$$

Zadatak 9:

Izračunajte maseni udio nitratnog iona u otopini. Gustoća dobivene otopine je $1,0423 \text{ g cm}^{-3}$.

Ukupno: 4 boda

Rješenje:

$$m(\text{KNO}_3, \text{s}) = 1 \text{ g}$$

$$m(\text{AgNO}_3, \text{s}) = 1 \text{ g}$$

$$\rho(\text{otopina}) = 1,0423 \text{ g cm}^{-3}$$

$$n(\text{KNO}_3) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{M(\text{KNO}_3)} = \frac{1 \text{ g}}{101,11 \text{ g/mol}} = 9,89 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{M(\text{AgNO}_3)} = \frac{1 \text{ g}}{169,91 \text{ g/mol}} = 5,88 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{NO}_3^-) = (9,89 \cdot 10^{-3} + 5,88 \cdot 10^{-3}) \text{ mol} = 15,77 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad 1 \text{ bod}$$

$$m(\text{NO}_3^-) = n(\text{NO}_3^-) \cdot M(\text{NO}_3^-) = 15,77 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 62,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,9779 \text{ g} \quad 1 \text{ bod}$$

$$V(\text{otopina}) = V(\text{H}_2\text{O}) + V(\text{HCl}, \text{aq}) = 30 \text{ cm}^3$$

$$m(\text{otopina}) = \rho(\text{otopina}) \cdot V(\text{otopina}) = 1,0423 \text{ g cm}^{-3} \cdot 30 \text{ cm}^3 = 31,27 \text{ g} \quad 1 \text{ bod}$$

$$w(\text{NO}_3^-) = \frac{m(\text{NO}_3^-)}{m(\text{otopine})} = \frac{0,9779 \text{ g}}{31,27 \text{ g}} = 0,03133 = 3,13\% \quad 1 \text{ bod}$$

Zadatak 10: Srebrov klorid kristalizira po istom tipu rešetke kao i natrijev klorid. Polumjer iona klora je 181 pm. Gustoća srebrova klorida je $5,56 \text{ g cm}^{-3}$. Koji je to tip jedinične ćelije? Koliko formulačkih jedinki gradi jednu jediničnu ćeliju? Izračunajte polumjer srebrova iona.

Ukupno: 6 bodova

Rješenje:

Plošno centrirana kocka.

1 bod

$$Z(\text{AgCl}) = 4$$

1 bod

$$\rho(\text{AgCl}) = 5,54 \text{ g cm}^{-3}$$

$$r(\text{Cl}^-) = 181 \text{ pm}$$

$$V(\text{jedinična celija}) = \frac{n(\text{jedinična celija})}{\rho(\text{AgCl})} = \frac{n(\text{AgCl}) \cdot M(\text{AgCl})}{\rho(\text{AgCl})} = \frac{N(\text{AgCl}) \cdot M(\text{AgCl})}{N_A \cdot \rho(\text{AgCl})} = \frac{4 \cdot 143,35 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 5,54 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 1,7187 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3$$

2 boda

$$a = \sqrt[3]{V(\text{jedinična celija})} = 5,5598 \cdot 10^{-8} \text{ cm} = 555,98 \text{ pm}$$

1 bod

$$r(\text{Ag}^+) = \frac{a - 2r(\text{Cl}^-)}{2} = \frac{(556 - 2 \cdot 181) \text{ pm}}{2} = 97 \text{ pm}$$

1 bod