

Ovaj dio PRIJAVE treba spojiti s pisanom zadaćom svakog učenika nakon bodovanja. Podatci su važni za računalnu obradu podataka o učeniku koji će biti pozvani na državno natjecanje.



### Temeljne prirodne konstante

Brzina svjetlosti u vakuumu	$c_0$	$2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Planckova konstanta	$h$	$6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Elementarni naboj	$e$	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Masa mirovanja elektrona	$m_e$	$9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Masa mirovanja protona	$m_p$	$1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Masa mirovanja neutrona	$m_n$	$1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Atomska masena konstanta, unificirana atomska jedinica mase, dalton	$m_u, u, \text{ Da}$	$1,661 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadrova konstanta	$L, N_A$	$6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmannova konstanta	$k, k_B$	$1,381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Molarna plinska konstanta	$R$	$8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Faradayeva konstanta	$F$	$9,649 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Molarni volumen idealnog plina ( $p = 101,325 \text{ kPa}, t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ )	$V_m$	$22,41 \text{ L mol}^{-1}$

	ostv.	maks.
<p><b>1.</b> Zaokruži točan odgovor:</p> <p><b>1.1</b> Koje fizikalne veličine mogu imati za mjernu jedinicu g/mL?</p> <p>A) množinska koncentracija i masena koncentracija</p> <p><b>B) masena koncentracija i gustoća</b></p> <p>C) gustoća i volumen</p> <p>D) masena koncentracija i volumen</p> <p><b>1.2</b> Najviše talište među solima litijevih halogenida ima:</p> <p><b>A) LiF</b></p> <p>B) LiCl</p> <p>C) LiBr</p> <p>D) LiI</p>	<p>/1</p> <p>/1</p>	<p>2</p>
<p><b>2.</b> U posudi stalna volumena događa se kemijska reakcija između para joda i vodika pri temperaturi od 448 °C i kao produkt nastaje plinoviti jodovodik.</p> <p><b>2.1</b> Napiši jednadžbu kemijske reakcije za opisanu kemijsku promjenu. Obvezno navedi agregacijska stanja reaktana i produkata.</p> <p><b><math>H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)</math></b></p> <p>Točno napisana JKR (navedeni su svi reaktanti i produkti, reakcija je izjednačena i napisana su točna agregacijska stanja).</p> <p><b>2.2</b> Koji će učinak na ravnotežno stanje opisanog reakcijskoga sustava imati povećanje tlaka?</p> <p>A) povećava se koncentracija reaktanata</p> <p>B) smanjuje se koncentracija reaktanata</p> <p>C) povećava se koncentracija produkata</p> <p><b>D) ne utječe na položaj ravnoteže</b></p> <p><b>2.3</b> Koji će učinak na vrijednost konstante ravnoteže opisanog reakcijskoga sustava imati sniženje temperature, ako je <math>\Delta_r H = 25,94 \text{ kJ mol}^{-1}</math>?</p> <p><b>Vrijednost konstante ravnoteže će se smanjiti.</b></p>	<p>/1</p> <p>/1</p> <p>/1</p>	<p>3</p>

3. Na sljedeće tvrdnje odgovorite zaokruživanjem slova **T** ako je tvrdnja **točna** ili slova **N** ako je tvrdnja **netočna**.

a)	Vrelište amonijaka pri normalnom tlaku iznosi $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Međumolekulska privlačenja između molekula amonijaka su jača pri $-79\text{ }^{\circ}\text{C}$ nego pri $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .	<input checked="" type="radio"/> T	<input type="radio"/> N
b)	Pri sobnoj temperaturi biljno ulje ima manju gustoću i viskoznost od vode.	<input type="radio"/> T	<input checked="" type="radio"/> N
c)	Gustoća tvari pri stalnom tlaku i temperaturi ne zavisi o veličini sustava.	<input checked="" type="radio"/> T	<input type="radio"/> N
d)	Napetost površine žive manja je od napetosti površine vode.	<input type="radio"/> T	<input checked="" type="radio"/> N
e)	Na $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ voda isparava cijelim volumenom pri normalnom tlaku.	<input type="radio"/> T	<input checked="" type="radio"/> N

/5x1

5

4. Koliko topline treba dovesti da se  $45,0\text{ g}$  vode pri temperaturi  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  prevede u paru na  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? Molarna entalpija isparavanja vode pri  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  iznosi  $40,68\text{ kJ mol}^{-1}$ , a specifični toplinski kapacitet vode je  $4,18\text{ J g}^{-1}\text{ K}^{-1}$ .

$$Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta T = 45,0\text{ g} \cdot 4,18\text{ J g}^{-1}\text{ K}^{-1} \cdot 75\text{ K} = 14,1\text{ kJ}$$

$$Q_2 = n \cdot \Delta_l^g H = \frac{m}{M} \cdot \Delta_l^g H = \frac{45\text{ g}}{18,016\text{ g mol}^{-1}} \cdot 40,68\text{ kJ mol}^{-1} = 101,6\text{ kJ}$$

$$Q(\text{ukupna}) = Q_1 + Q_2 = 14,1\text{ kJ} + 101,6\text{ kJ} = 115,7\text{ kJ}$$

Izračun  $Q_1$  i  $Q_2$  1 bod.

Izračun  $Q(\text{ukupna})$  1 bod.

/1

/1

2

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

7

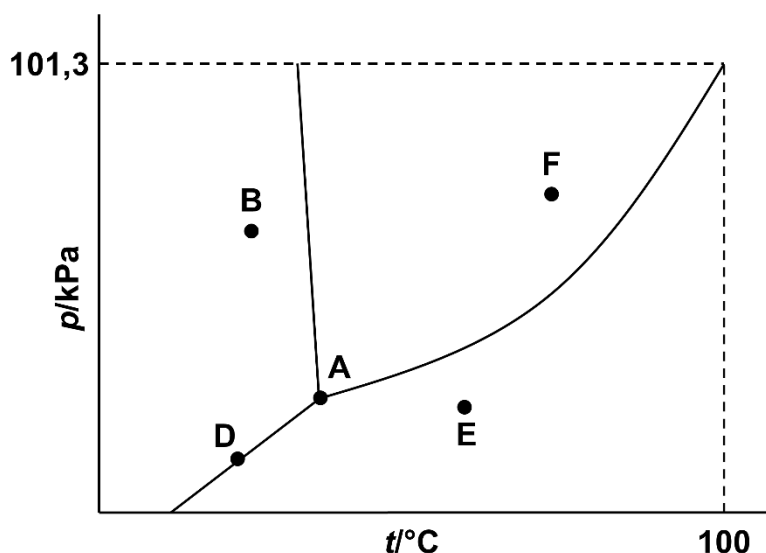
5. Pri jednakoj temperaturi otopina kalijeva klorida  $c = 0,75 \text{ mol L}^{-1}$  ima isti osmotski tlak kao i otopina:

- A) natrijeva klorida,  $c = 0,5 \text{ mol L}^{-1}$   
 B) kalcijska klorida,  $c = 0,5 \text{ mol L}^{-1}$   
 C) saharoze,  $c = 0,50 \text{ mol L}^{-1}$   
 D) fruktoze,  $c = 0,50 \text{ mol L}^{-1}$

/1

1

6. Na slici je prikazan fazni dijagram vode.



- 6.1 Kako nazivamo krivulju na dijagramu označenu točkama DA?

Krivulja sublimacije

/1

- 6.2 Kako nazivamo točku označenu slovom A?

Trojna točka

/1

- 6.3 Kojim je slovom na dijagramu označena točka u području plinovitog agregacijskog stanja?

Slovom E

/1

- 6.4 Kakva je promjena tlaka i temperature potrebna za prijelaz tvari iz stanja određenog točkom F u stanje označeno točkom E?

Snižanje temperature i tlaka

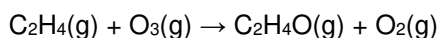
/1

4

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

5

7. Jedna od reakcija koja se događa tijekom stvaranja fotokemijskog smoga je reakcija etena i ozona.



Tijekom vremenskog perioda od jedne minute mjerena je koncentracija ozona tijekom reakcije s etenom pri 303 K.

7.1 Izračunajte prosječnu brzinu reakcije raspada ozona tijekom trajanja eksperimenta. Rezultati mjerenja prikazani su na grafu u zadatku 7.2. Početna koncentracija ozona iznosila je  $3,2 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ .

$$v = - \frac{\Delta c(\text{O}_3)}{\Delta t}$$

$$= - \frac{(1,10 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}) - (3,20 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1})}{60,0 \text{ s} - 0,0 \text{ s}} = 3,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

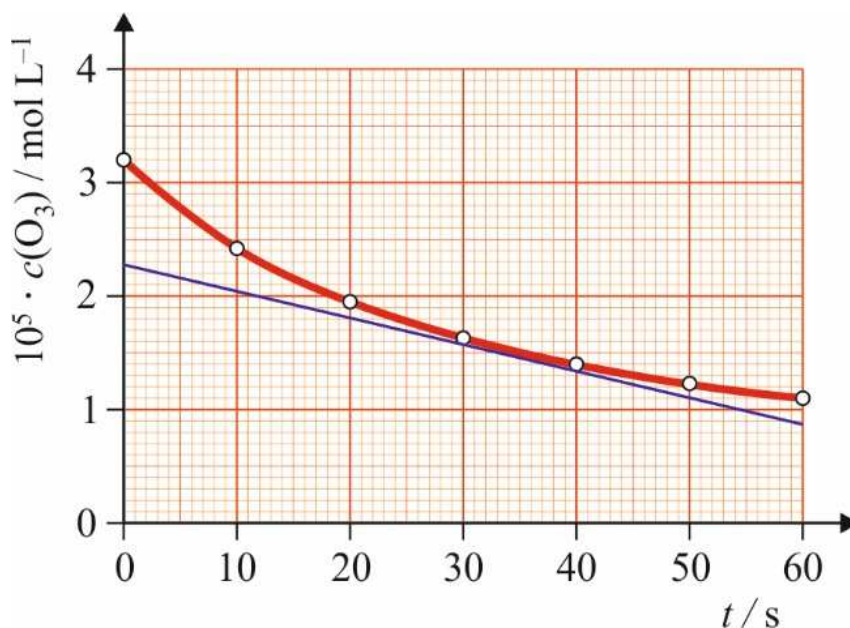
/1

/1

Matematički izraz za prosječnu brzinu reakcije 1 bod.

Točan rezultat prosječne brzine 1 bod.

7.2 Nacrtan je graf promjene koncentracije ozona o vremenu reakcije. Na krivulji je označena tangenta koja prolazi kroz jednu točku na krivulji (35. sekunda). Koristeći se grafičkom metodom odredite iznos trenutačne brzine u 35. sekundi reakcije.



Na tangenti treba odabrati dvije točke (dovoljno je da mogu biti vidljive i u računu) i izračunati nagib.

$$v = 2,3 \cdot 10^{-7} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

(priznati sve rezultate od  $2,2 \cdot 10^{-7} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$  do  $2,4 \cdot 10^{-7} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ )

/1

3

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

3

8. Elementna analiza adrenalina pokazala je da adrenalin sadrži (maseni udjeli) 59,0 % ugljika, 7,10 % vodika, 7,60 % dušika i 26,2 % kisika. Kada se 0,64 g adrenalina otopi u 36,0 g benzena, dobije se otopina koja se ledi pri 5,0 °C. Odredi molekulsku formulu adrenalina. Krioskopska konstanta benzena je  $K_k = 5,12 \text{ K kg mol}^{-1}$ , a ledište 5,5 °C.

$$M = \frac{K_k \cdot m(\text{adrenalin})}{\Delta t_f \cdot m(\text{benzen})} = \frac{5,12 \text{ K kg mol}^{-1} \cdot 0,64 \text{ g}}{0,50 \text{ K} \cdot 36,0 \text{ g}} = 182 \text{ g mol}^{-1} \quad /1$$

$$\begin{aligned} & \text{N(C)} : \text{N(H)} : \text{N(N)} : \text{N(O)} \\ & \frac{w \cdot M_r}{A_r}(\text{C}) : \frac{w \cdot M_r}{A_r}(\text{H}) : \frac{w \cdot M_r}{A_r}(\text{N}) : \frac{w \cdot M_r}{A_r}(\text{O}) \\ & \frac{0,59 \cdot 182}{12,01} : \frac{0,071 \cdot 182}{1,008} : \frac{0,076 \cdot 182}{14,01} : \frac{0,262 \cdot 182}{16} \\ & 9 : 13 : 1 : 3 \end{aligned}$$

Molekulska formula adrenalina  $\text{C}_9\text{H}_{13}\text{NO}_3$

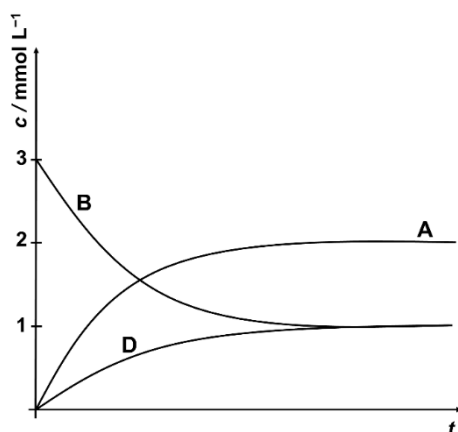
Odnos brojnosti atoma (ili množina) 1 bod

Rezultat molarne mase 1 bod

Točna molekulska formula 1 bod

3

9. Dijagram prikazuje ovisnost koncentracije triju tvari **A**, **B** i **D** u reakcijskoj smjesi stalna volumena o vremenu.



- 9.1 Napišite odgovarajuću jednačbu kemijske reakcije.



/1

- 9.2 Izračunaj konstantu ravnoteže.

$$K_c = \frac{[\text{A}]^2 \cdot [\text{D}]}{[\text{B}]^2} = \frac{2^2 \cdot 1}{1^2} \text{ mmol L}^{-1} = 4 \text{ mmol L}^{-1} \quad /1$$

Točna formula i rezultat 1 bod.

2

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

5



**10.** Ana i Karlo dobili su zadatak na vježbama iz kemije napraviti pokus prema sljedećim uputama.

U epruvetu **1** ulij 3 mL heksana i dodaj nekoliko kristalića joda.

U epruvetu **2** ulij 3 mL vode i dodaj nekoliko kristalića joda.

U epruvetu **3** ulij 3 mL vode i dodaj nekoliko kristalića željezove(II) soli.

U epruvetu **4** dodaj nekoliko kristalića joda i dobro začepi epruvetu. Drži dno epruvete u ruci pola minute.

Nakon nekog vremena Ana i Karlo su zapisali svoja opažanja u tablicu.

Pažljivo pročitajte opažanja koja su zabilježena u tablici te u prazan stupac upišite ponuđene odgovore koristeći se slovnim oznakama pored pojedine međumolekulske interakcije. Istu slovnju oznaku možete koristiti više puta.

- A) dipol – dipol
- B) dipol – inducirani dipol
- C) inducirani dipol – inducirani dipol
- D) ion – dipol

Epruveta	Opažanje	Međumolekulske interakcije
1	Kristalići joda potpuno su se otopili u heksanu dajući intenzivno ljubičastu boju otopine.	C
2	Kristalići joda nalaze se na dnu epruvete, a voda iznad čvrstog joda poprimila je blago žuto obojenje.	B
3	Zeleni kristalići potpuno su se otopili u vodi. Nastala otopina obojena je svjetlo-zeleno.	D
4	Kristalići joda su sivkaste boje i metalnog sjaja. Iznad kristalića nastale su ljubičaste pare (plin).	C

/4x1

4

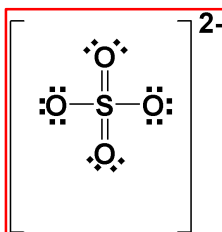
**11.** Naveden je niz formulskih jedinki:

kalcijev sulfat, natrijev klorid, litijev fluorid, kalcijev nitrid.

**11.1** Između navedenih formulskih jedinki podcrtajte onu koja posjeduje i kovalentnu i ionsku vezu. kalcijev sulfat

/1

**11.2** Lewisovom strukturnom formulom prikaži anion navedenog spoja.



/2

Točno nacrtana Lewisova strukturna formula 2 boda.

3

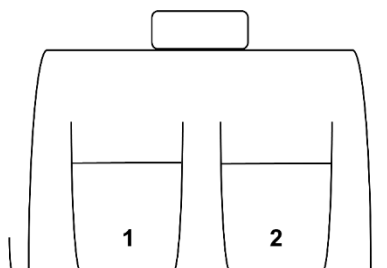
UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

7

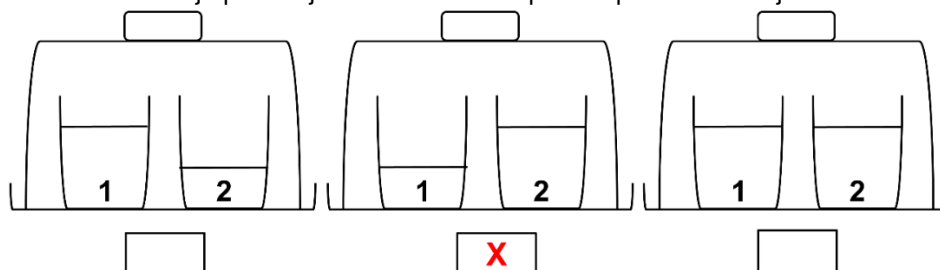
- 12.** Na slici su prikazane čaše **1** i **2** koje su napunjene vodenim otopinama soli **AX** i **AY**. Visina stupca tekućine u obje čaše na početku pokusa je ista. Čaše su poklopljene staklenim zvonom te ostavljene stajati mjesec dana na 22 °C.

**Čaša 1:** Otopina **AX** množinske koncentracije 1,0 mol L<sup>-1</sup>.

**Čaša 2:** Otopina **AY** množinske koncentracije 2,0 mol L<sup>-1</sup>.



- 12.1** Označi s **X** sliku koja prikazuje odnos visina stupca otopina nakon mjesec dana?

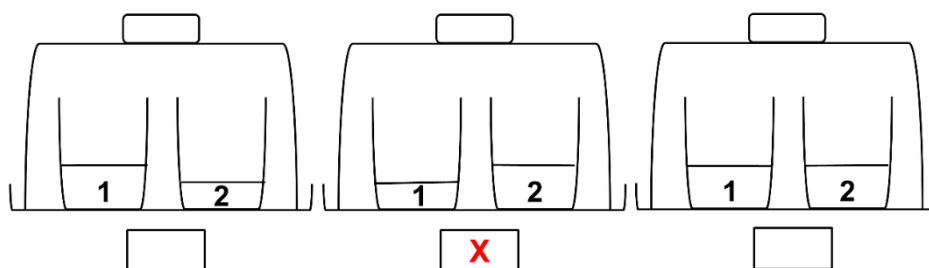


Rješenje: Srednja slika označena križićem 1 bod

- 12.2** Obrazloži svoj odgovor.

**Iz otopine AX (čaša 1) isparava više vode jer ima veći tlak pare zbog većeg množinskog udjela vode u otopini, koncentracije otopina su se izjednačile (nužan navod da bi se dobio bod).**

- 12.3** Označi **X** kako će se odnositi visine stupca otopina, ukoliko se nakon mjesec dana ukloni pola volumena iz svake otopine, te iste ostavimo da stoje još mjesec dana na 22 °C?



- 12.4** Obrazloži svoj odgovor.

**Promjenom volumena otopine ne mijenja se tlak pare jer su koncentracije otopina bile iste, tako da odnos visina u čašama ostaje isti.**

/1

/1

/1

/1

4

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

4

- 13.** Mladi kemičar Roko pronašao je komadić metala koji je izgledom podsjećao na zlato. Odlučio je piknometrijski odrediti gustoću. Piknometar je stakleno kemijsko posuđe koje posjeduje pripadajući mu ubrušeni čep. Kroz središte čepa cijelom duljinom prolazi cjevčica kroz koju prolazi višak vode kada se piknometar začepi. U svoj laboratorijski dnevnik rada Roko je zapisao dobivene podatke vaganja.

$$m_1(\text{piknometar}) = 10,000 \text{ g}$$

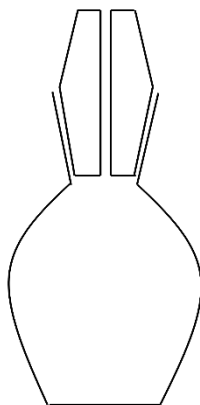
$$m_2(\text{piknometar} + \text{uzorak}) = 12,205 \text{ g}$$

$$m_3(\text{piknometar} + \text{H}_2\text{O}) = 15,100 \text{ g}$$

$$m_4(\text{piknometar} + \text{H}_2\text{O} + \text{uzorak}) = 16,844 \text{ g}$$

$$\rho(\text{H}_2\text{O}, 20,0 \text{ }^\circ\text{C}) = 0,9982 \text{ g cm}^{-3}$$

Izračunaj gustoću nepoznatog metala i otkrij je li Roko pronašao zlato. Gustoća zlata je  $19,32 \text{ g cm}^{-3}$  pri  $20,0 \text{ }^\circ\text{C}$



Piknometar

$$m(\text{uzorak}) = m_2 - m_1 = 12,205 \text{ g} - 10,000 \text{ g} = 2,205 \text{ g} \quad \text{/1}$$

$$m(\text{istisnuta voda}) = [m_3 + m(\text{uzorak})] - m_4 = [15,100 \text{ g} + 2,205 \text{ g}] - 16,844 \text{ g} = 0,4610 \text{ g}$$

$$V(\text{istisnuta voda}) = V(\text{uzorak}) = \frac{m(\text{istisnuta voda})}{\rho(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,4610 \text{ g}}{0,9982 \text{ g cm}^{-3}}$$

$$= 0,4618 \text{ cm}^3 \quad \text{/1}$$

$$\rho(\text{uzorak}) = \frac{m(\text{uzorak})}{V(\text{uzorak})} = \frac{2,205 \text{ g}}{0,4618 \text{ cm}^3} = 4,77 \text{ g cm}^{-3} \quad \text{/1}$$

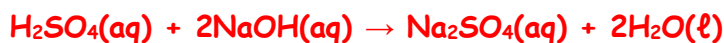
3

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

3

- 14.** Miješanjem 0,50 L 52 %-tne sumporne kiseline i 0,50 L 38 %-tne natrijeve lužine pri 20 °C nastaje nova otopina. Gustoće sumporne kiseline i natrijeve lužine su jednake i iznose 1,41 kg L<sup>-1</sup>. Pretpostavimo da pri miješanju otopina vrijedi pravilo aditivnosti volumena.

**14.1** Izračunaj masu vode koja je nastala neutralizacijom.



$$m(\text{H}_2\text{SO}_4, \text{otopina}) = \rho \cdot V = 1410 \text{ g L}^{-1} \cdot 0,50 \text{ L} = 705 \text{ g}$$

$$m(\text{NaOH}, \text{otopina}) = \rho \cdot V = 1410 \text{ g L}^{-1} \cdot 0,50 \text{ L} = 705 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4)^* = m(\text{otopina}) \cdot w = 705 \text{ g} \cdot 0,52 = 366,6 \text{ g}$$

$$m(\text{NaOH})^* = m(\text{otopina}) \cdot w = 705 \text{ g} \cdot 0,38 = 267,9 \text{ g}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m}{M} = \frac{366,6 \text{ g}}{98,08 \text{ g mol}^{-1}} = 3,74 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m}{M} = \frac{267,9 \text{ g}}{39,99 \text{ g mol}^{-1}} = 6,70 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}, \text{neutralizacija}) = n(\text{NaOH}) = 6,70 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}, \text{neutralizacija}) = 6,70 \text{ mol} \cdot 18,016 \text{ g mol}^{-1} = 120,7 \text{ g}$$

/2

Točan rezultat mase vode 2 boda.

Ako rezultat nije točan, ali je vidljivo da se množina vode iz neutralizacije uspoređuje s množinom mjerodavnog reaktanta onda 1 bod.

**14.2** Izračunaj ukupnu masu vode koja se nalazi u otopini.

$$\begin{aligned} m(\text{ukupne}, \text{H}_2\text{O}) &= m(\text{H}_2\text{O}, \text{iz kiseline}) + m(\text{H}_2\text{O}, \text{iz lužine}) + m(\text{H}_2\text{O}, \text{neutralizacija}) \\ &= (705 - 366,6) \text{ g} + (705 - 267,9) \text{ g} + 120,7 \text{ g} \\ &= 338,4 \text{ g} + 437,1 \text{ g} + 120,7 \text{ g} = 896,2 \text{ g} \end{aligned}$$

Masa vode iz kiseline 1 bod.

Masa vode iz lužine 1 bod.

Ukupna voda 1 bod.

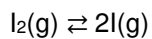
/3x1

5

UKUPNO BODOVA NA 9. STRANICI :

5

- 15.** Koliko molekula joda disocira (izraženo u %) pri 1000 °C ako je gustoća para joda prema vodiku na toj temperaturi 92?



$$d = \frac{\overline{M}_r(\text{smjesa})}{M_r(\text{H}_2)} = 92$$

$$\overline{M}_r(\text{smjesa}) = 92 \cdot 2,016 = 185,5$$

/1

$$\begin{aligned} x \cdot M_r(\text{I}_2) + 2y \cdot M_r(\text{I}) &= 185,5 \\ x + 2y &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x \cdot 253,8 + 2y \cdot 126,9 &= 185,5 \\ x &= 1 - 2y \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (1 - 2y) \cdot 253,8 + 253,8 \cdot y &= 185,5 \\ 253,8 - 507,6 \cdot y + 253,8 \cdot y &= 185,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 67,8 &= 253,8 \cdot y \\ y &= 0,2671 \end{aligned}$$

/1

$$x = 1 - 2y = 1 - 0,2671 \cdot 2 = 1 - 0,5342 = 0,4658$$

/1

**Množinski udjeli (ili množine) sastojaka smjese nastali disocijacijom:**

$$0,4658 + 0,2671 = 0,7329$$

$$\alpha = \frac{0,2671}{0,7329} \cdot 100 \% = 36,4 \%$$

/1

Rezultat za prosječnu relativnu molekulsku masu 1 bod

Množinski udio (množina) molekula joda 1 bod.

Množinski udio (množina) atoma joda 1 bod.

Stupanj disocijacije 1 bod.

4

UKUPNO BODOVA NA 10. STRANICI :

4

**16.** U tablici su navedene topljivosti soli kao maseni udjeli soli u zasićenim vodenim otopinama pri različitim temperaturama.

<b><math>t/^{\circ}\text{C}</math></b>	18	35	50	60	75
<b><math>w_{\text{zas}}</math></b>	0,0253	0,0338	0,0403	0,0557	0,0628

**16.1** Koliko soli je otopljeno u 150 g vode pri 50 °C?

$$w = \frac{m(sol)}{m(sol) + m(voda)}$$

$$0,0403 = \frac{m(sol)}{m(sol) + 150 \text{ g}}$$

$$0,0403m(sol) + 6,045 \text{ g} = m(sol)$$

$$m(sol) = 6,30 \text{ g}$$

/1

Masa soli 1 bod.

**16.2** Kakva je otopina (obzirom na zasićenost) u kojoj se nalazi 2,0 g soli u 100 g vode pri 35 °C?

- A) zasićena  
B) nezasićena  
C) prezasićena

/1

2

1.  
stranica

2.  
stranica

Page 10

3.  
stranica

4.  
stranica

5.  
stranica

--	--

6.  
stranica

7.  
stranica

8.  
stranica

11/11/2019

9.  
stranica

10.  
stranica

11.  
stranica

10

**Ukupni  
bodovi**

11

50

UKUPNO BODOVA NA 11. STRANICI :

2