

**Zadatak 1.**

U 150,00 mL vodene otopine natrijeva klorida masenog udjela 20,00 % i gustoće  $1,1478 \text{ g cm}^{-3}$  dodano je 200,00 mL destilirane vode. Nastala otopina zatim je pomiješana s 200,00 mL otopine kalcijeva klorida masenog udjela 30,00 % i gustoće  $1,2816 \text{ g cm}^{-3}$ . Izračunaj: a) brojnost svih iona te b) maseni udio natrijevih iona u konačnoj otopini.

$$V(\text{NaCl}) = 150,00 \text{ mL}$$

$$w(\text{NaCl}) = 20,00 \% = 0,2000$$

$$\rho(\text{NaCl}) = 1,1478 \text{ g cm}^{-3}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 200,00 \text{ mL}$$

$$V(\text{CaCl}_2) = 200,00 \text{ mL}$$

$$w(\text{CaCl}_2) = 30,00 \% = 0,3000$$

$$\rho(\text{CaCl}_2) = 1,2816 \text{ g cm}^{-3}$$

$$\text{a) } n(\text{ioni}) = ?$$

$$\text{b) } w(\text{Na}^+) = ?$$

a)

$$m(\text{NaCl}) = w \cdot \rho \cdot V = 0,2000 \cdot 1,1478 \text{ g cm}^{-3} \cdot 150,00 \text{ cm}^3 = 34,43 \text{ g}$$

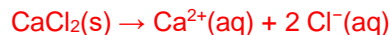
$$m(\text{CaCl}_2) = w \cdot \rho \cdot V = 0,3000 \cdot 1,2816 \text{ g cm}^{-3} \cdot 200,00 \text{ cm}^3 = 76,89 \text{ g}$$

$$n(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{34,43 \text{ g}}{58,44 \text{ g mol}^{-1}} = 0,589 \text{ mol}$$

$$n(\text{CaCl}_2) = \frac{m(\text{CaCl}_2)}{M(\text{CaCl}_2)} = \frac{76,89 \text{ g}}{110,98 \text{ g mol}^{-1}} = 0,693 \text{ mol}$$



$$n(\text{Na}^+) = n(\text{Cl}^-) = n(\text{NaCl}) = 0,589 \text{ mol}$$



$$n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{CaCl}_2) = 0,693 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}^-) = 2n(\text{CaCl}_2) = 1,386 \text{ mol}$$

$$n(\text{ioni}) = 0,589 \text{ mol} + 0,589 \text{ mol} + 0,693 \text{ mol} + 1,386 \text{ mol} = 3,257 \text{ mol}$$

$$N(\text{ioni}) = n(\text{ioni}) \cdot N_A = 3,257 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 1,961 \cdot 10^{24}$$

b)

$$m(\text{otopine}) = 172,2 \text{ g} + 200,00 \text{ g} + 256,3 \text{ g} = 628,5 \text{ g}$$

$$m(\text{Na}^+) = n(\text{Na}^+) \cdot M(\text{Na}^+) = 0,589 \text{ mol} \cdot 22,99 \text{ g mol}^{-1} = 13,54 \text{ g}$$

$$w(\text{Na}^+) = \frac{m(\text{Na}^+)}{m(\text{otopina})} = 0,0215 = 2,15 \%$$

Za točan izračun mase natrijeva klorida u otopini

0,5 bodova

Za točan izračun mase kalcijeva klorida u otopini

0,5 bodova

Za točan izračun množine natrijeva klorida u otopini

0,5 bodova

Za točan izračun množine kalcijeva klorida u otopini

0,5 bodova

Za točno određenu množinu natrijevih iona u otopini

0,5 bodova

Za točno određenu množinu kalcijevih iona u otopini

0,5 bodova

Za točno određenu ukupnu množinu kloridnih iona u otopini

0,5 bodova

Za točan izračun ukupne brojnosti iona u otopini

0,5 bodova

Za točan izračun mase otopine natrijeva klorida

0,5 bodova

Za točan izračun mase otopine kalcijeva klorida

0,5 bodova

Za točan izračun ukupne mase otopine

0,5 bodova

Za točan izračun mase natrijevih iona

0,5 bodova

Za točan izračun masenog udjela natrijevih iona u otopini

0,5 bodova

ostv. \_\_\_\_ / maks. **6,5**

Ukupno bodova na stranici 1: OSTV. ____ / MAKS. <b>6,5</b>
------------------------------------------------------------

**Zadatak 2.**

Kemijskim vrstama navedenima u tablici napiši kemijsku formulu, nacrtaj Lewisovu strukturnu formulu i imenuj prostornu građu molekule prema VSEPR teoriji.

Kemijska vrsta	Kemijska formula vrste	Lewisova strukturna formula	Prostorna građa
molekula sumporova(IV) fluorida	SF <sub>4</sub>		poput ljuljačke
molekula klorova(III) fluorida	ClF <sub>3</sub>		T-oblik
trijodidni ion	I <sub>3</sub> <sup>-</sup>		linearni oblik

Za kemijsku formulu

Za Lewisovu strukturnu formulu

Za prostornu građu

3 × 0,5 = 1,5 bodova

3 × 0,5 = 1,5 bodova

3 × 0,5 = 1,5 bodova

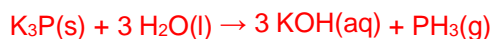
ostv. \_\_\_\_/maks. **4,5****Zadatak 3.**

Jednadžbom kemijske reakcije prikaži navedene kemijske promjene. Reaktantima i produktima pripiši odgovarajuća agregacijska stanja.

**3.a)** Nastajanje kalcijeva karbida iz kalcijeva oksida i ugljika.



**3.b)** Nastajanje fosfina iz kalijeva fosfida i vode.



**3.c)** Dobivanje dušikova(II) oksida i vode iz amonijaka i kisika.



Za točno navedene reaktante i produkte

Za zapis izjednačen po masi i naboju

Za točno navedena agregacijska stanja točno napisanih reaktanata i produkata

Napomena: u 3 b) priznati i Ca(OH)<sub>2</sub>(s)

3 × 0,5 = 1,5 bodova

3 × 0,5 = 1,5 bodova

3 × 0,5 = 1,5 bodova

ostv. \_\_\_\_/maks. **4,5**

**Zadatak 4.**

Ukapljena smjesa propana i butana, kojom se pune čelične boce pod tlakom, uobičajen je energent u kućanstvu i industriji. Izračunaj volumen kisika pri 0 °C i 101,3 kPa potreban za potpuno izgaranje smjese propana i butana koja ima masu 8,40 g i zauzima volumen 3,54 dm<sup>3</sup> pri istim uvjetima temperature i tlaka.

$$m(\text{C}_3\text{H}_8) + m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 8,40 \text{ g}$$

$$V^0(\text{C}_3\text{H}_8) + V^0(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 3,54 \text{ dm}^3$$

$$m(\text{C}_3\text{H}_8) = M(\text{C}_3\text{H}_8) \cdot \frac{V^0(\text{C}_3\text{H}_8)}{V_m^0} = 44,1 \text{ g mol}^{-1} \cdot \frac{V^0(\text{C}_3\text{H}_8)}{22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}}$$

$$m(\text{C}_3\text{H}_8) = 1,97 \text{ g dm}^3 \cdot V^0(\text{C}_3\text{H}_8)$$

$$m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = M(\text{C}_4\text{H}_{10}) \cdot \frac{V^0(\text{C}_4\text{H}_{10})}{V_m^0} = 58,1 \text{ g mol}^{-1} \cdot \frac{V^0(\text{C}_4\text{H}_{10})}{22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}}$$

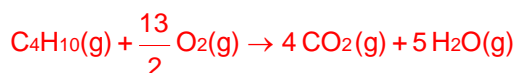
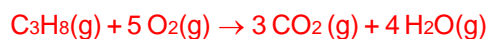
$$m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 2,59 \text{ g dm}^3 \cdot V^0(\text{C}_4\text{H}_{10})$$

$$1,97 \text{ g dm}^3 \cdot V^0(\text{C}_3\text{H}_8) + 2,59 \text{ g dm}^3 \cdot V^0(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 8,40 \text{ g}$$

$$V^0(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 3,54 - V^0(\text{C}_3\text{H}_8)$$

$$V^0(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 2,30 \text{ dm}^3$$

$$V^0(\text{C}_3\text{H}_8) = 1,24 \text{ dm}^3$$



$$\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{C}_3\text{H}_8)} = \frac{V^0(\text{O}_2)}{V^0(\text{C}_3\text{H}_8)} = \frac{5}{1} \quad \frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{C}_4\text{H}_{10})} = \frac{V^0(\text{O}_2)}{V^0(\text{C}_4\text{H}_{10})} = \frac{6,5}{1}$$

$$V^0(\text{O}_2) = 5 \cdot V^0(\text{C}_3\text{H}_8) = 6,20 \text{ dm}^3$$

$$V^0(\text{O}_2) = 6,5 \cdot V^0(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 14,9 \text{ dm}^3$$

$$V^0(\text{O}_2, \text{ukupni}) = 6,20 \text{ dm}^3 + 14,9 \text{ dm}^3 = 21,1 \text{ dm}^3$$

Za točno povezivanje mase i volumena propana

0,5 bodova

Za točno povezivanje mase i volumena butana

0,5 bodova

Za točno izračunat volumen propana

0,5 bodova

Za točno izračunat volumen butana

0,5 bodova

Za točno odnos množina kisika i propana

0,5 bodova

Za točno odnos množina kisika i butana

0,5 bodova

Za točno izračunat volumen kisika

0,5 bodova

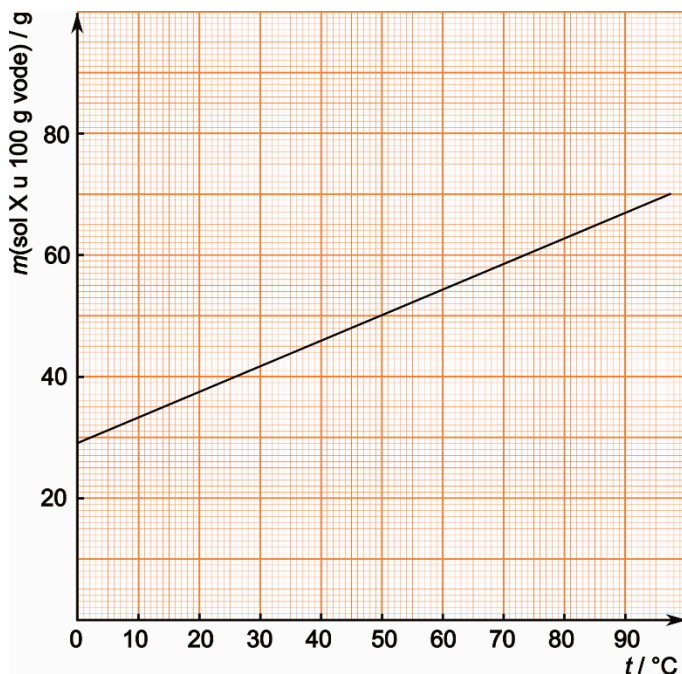
Napomena: Priznati i drukčije načine rješavanja ako je konačno rješenje točno.

ostv. \_\_\_\_/maks. **3,5**

Ukupno bodova na stranici 3: OSTV. ____/MAKS. <b>3,5</b>
----------------------------------------------------------

**Zadatak 5.**

Dijagram prikazuje ovisnost najveće mase soli **X** koja se može otopiti u 100,0 g vode pri određenoj temperaturi.



5.a) Na temelju podataka prikazanih u dijagramu izračunaj pri kojoj je temperaturi maseni udio soli u zasićenoj otopini 33,33 %.

$$w = \frac{m(\text{sol})}{m(\text{sol}) + m(\text{H}_2\text{O})}$$

$$0,3333 = \frac{m(\text{sol})}{m(\text{sol}) + 100,0 \text{ g}}$$

$$m(\text{sol}) = 50,00 \text{ g}$$

Temperatura iznosi 50 °C.

Za primjenu izraza za maseni udio

0,5 bodova

Za točno izračunanu masu soli X

0,5 bodova

Za točno očitano temperaturu iz dijagrama

0,5 bodova

5.b) Kakva će biti otopina s obzirom na zasićenost ako je pri 40 °C u 60 g vode otopljeno 25 g soli X? Svoj odgovor potkrijepi računom.

nezasićena otopina

0,5 bodova

pri 40 °C →  $m(\text{sol X u 100,0 g vode}) = 46,00 \text{ g}$  (očitano iz dijagrama)

$$\frac{25 \text{ g}}{60 \text{ g}} = \frac{m}{100 \text{ g}}$$

$$m = 41,67 \text{ g}$$

Opisana otopina pri 40 °C sadrži 41,67 g u 100,0 g vode.

Iz dijagrama je očitano da topljivost soli pri 40 °C iznosi 46,00 g na 100 g vode

iz čega proizlazi da je vodena otopina soli nezasićena.

ostv. \_\_\_\_ / maks. 2

Ukupno bodova na stranici 4: OSTV. \_\_\_\_ / MAKS. 2

**Zadatak 6.**

U smjesi magnezijeva karbonata i magnezijeva hidroksida maseni je udio magnezija 35,78 %. Odredi masene udjele magnezijeva karbonata i magnezijeva hidroksida u smjesi.

$$\text{sadržaj } \text{MgCO}_3 = x$$

$$\text{sadržaj } \text{Mg(OH)}_2 = 1 - x$$

$$w(\text{Mg}) = \frac{A_r(\text{Mg})}{M_r(\text{MgCO}_3)} \cdot x + \frac{A_r(\text{Mg})}{M_r(\text{Mg(OH)}_2)} \cdot (1 - x)$$

$$0,3578 = \frac{24,31}{84,32} \cdot x + \frac{24,31}{58,33} \cdot (1 - x)$$

$$0,3578 = 0,2883 \cdot x + 0,4168 - 0,4168 \cdot x$$

$$w(\text{MgCO}_3) = 0,4591 = 45,91 \%$$

$$w(\text{Mg(OH)}_2) = 1 - x = 0,5409 = 54,09 \%$$

Za povezivanje masenih udjela magnezija u magnezijevu karbonatu i magnezijevu hidroksidu

0,5 bodova

Za točno izračunat maseni udio magnezijeva karbonata

0,5 bodova

Za točno izračunat maseni udio magnezijeva hidroksida

0,5 bodova

ostv. \_\_\_\_ / maks. **1,5**

**Zadatak 7.**

Neki je organski spoj mase 2,250 g analiziran spaljivanjem u struji kisika. Relativna je molekulska masa spoja 182,2, a spoj je građen od atoma ugljika, vodika i kisika. Nakon spaljivanja nastalo je 3,274 g ugljikova(IV) oksida i 1,564 g vode. Odredi molekulsku formulu spoja.

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = 0,07439 \text{ mol}$$

$$m(\text{C}) = n(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 0,8935 \text{ g}$$

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = 0,1736 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 0,1750 \text{ g}$$

$$m(\text{O}) = m(\text{spoj}) - m(\text{C}) - m(\text{H}) = 1,182 \text{ g}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = 0,07390 \text{ mol}$$

$$N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) = n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O})$$

$$N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) = 0,07439 \text{ mol} : 0,1736 \text{ mol} : 0,07390 \text{ mol}$$

$$N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) = 1 : 2,35 : 1$$

$$N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) = 3 : 7 : 3$$

$$\text{empirijska formula: } \text{C}_3\text{H}_7\text{O}_3$$

$$\frac{M_r(\text{spoj})}{M_r(\text{emp.f.})} = 2$$

$$\text{molekulska formula: } \text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$$

Za točno izračunatu množinu ugljika

0,5 bodova

Za točno izračunatu masu ugljika

0,5 bodova

Za točno izračunatu množinu vodika

0,5 bodova

Za točno izračunatu masu vodika

0,5 bodova

Za točno izračunatu množinu kisika

0,5 bodova

Za točno izračunatu masu kisika

0,5 bodova

Za točno određenu empirijsku formulu

0,5 bodova

Za točno određenu molekulsku formulu

0,5 bodova

ostv. \_\_\_\_ / maks. **4**

Ukupno bodova na stranici 5: OSTV. \_\_\_\_ / MAKŠ. **5,5**

**Zadatak 8.**

Učenici su na satu kemije ispitivali određena svojstva nepoznatih tvari X i Y. Rezultati ispitivanja nalaze se u tablici.

Tvar	Izgled	Topljivost u vodi	Električna vodljivost čvrste tvari	Električna vodljivost vodene otopine tvari
X	bijeli kristalići	u potpunosti se otapa	ne provodi struju	ne provodi struju
Y	bijeli kristalići	u potpunosti se otapa	ne provodi struju	provodi struju

**8.a)** Koju vrstu kristala gradi tvar X, a koju tvar Y?

Tvar X gradi molekularni kristal, a tvar Y ionski kristal.

2 x 0,5 bodova

**8.b)** Tvar X svakodnevno se upotrebljava u kućanstvu, a njezinim otapanjem u vodi nastaje otopina slatkog okusa. Napiši kemijsku formulu tvari X.

$C_{12}H_{22}O_{11}$

0,5 bodova

**8.c)** Tvar Y građena je od atoma čije su prosječne atomske mase  $4,037 \cdot 10^{-23}$  g i  $5,886 \cdot 10^{-23}$  g. Odredi kemijsku formulu tvari Y.

$A_r(\text{atom 1}) = \frac{m_a}{u} = 24,31 \Rightarrow \text{atom 1 je magnezij}$

$A_r(\text{atom 2}) = \frac{m_a}{u} = 35,45 \Rightarrow \text{atom 2 je klor}$

Kemijska formula tvari Y je  $MgCl_2$ .

Za točno određenu relativnu atomsku masu atoma 1

0,5 bodova

Za točno određenu relativnu atomsku masu atoma 2

0,5 bodova

Za točno određenu kemijsku formulu tvari

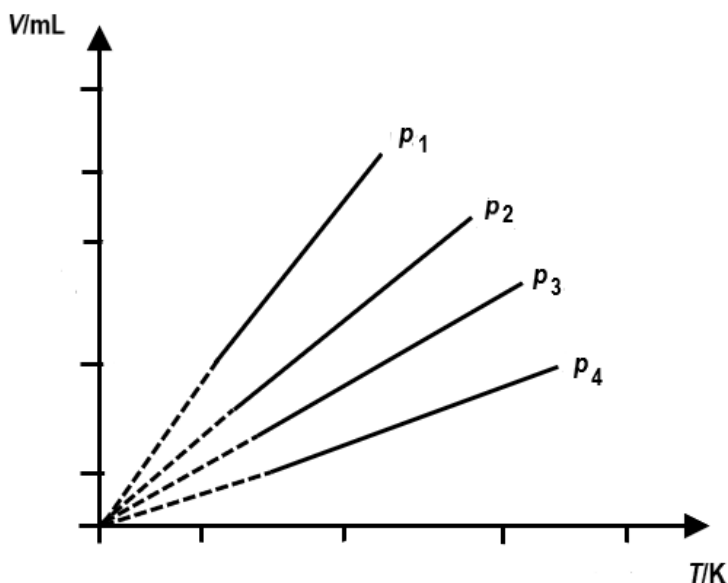
0,5 bodova

ostv. \_\_\_\_ / maks. **3**

Ukupno bodova na stranici 6: OSTV. \_\_\_\_ / MAKS. **3**

**Zadatak 9.**

**9.a)** Slika prikazuje ovisnost volumena nekog plina o temperaturi pri različitim vrijednostima tlaka. Koji je od sljedećih odnosa tlakova točan za ovaj plin? Napiši matematički izraz koji objašnjava tvoj odgovor.



- A  $p_1 > p_2 > p_3 > p_4$   
 B  $p_1 = p_2 = p_3 = p_4$   
☒ C  $p_1 < p_2 < p_3 < p_4$   
 D  $p_1 < p_2 = p_3 < p_4$

Pri određenoj temperaturi  $pV = \text{konst.}$  što znači da je  $p_1 V_1 = p_2 V_2 = p_3 V_3 = p_4 V_4$ .

Kako je pri bilo kojoj temperaturi  $V_1 > V_2 > V_3 > V_4$ , iz toga slijedi  $p_1 < p_2 < p_3 < p_4$ .

2 × 0,5 = 1 bod

**9.b)** Koji je od sljedećih znanstvenika početkom 19. stoljeća postavio zakon volumnih omjera plinova?

- A Jacques Charles  
☒ B Joseph Louis Gay-Lussac  
 C Robert Boyle  
 D Antoine Laurent de Lavoisier

0,5 bodova

**9.c)** Kako se odnose brojnost jednog mola molekula ugljikova(II) oksida i brojnost jednog mola molekula ugljikova(IV) oksida pri temperaturi 20 °C i tlaku 1 bar? Objasni svoj odgovor.

Brojnost molekula računa se iz izraza:  $N(X) = n(X) \cdot N_A$ .

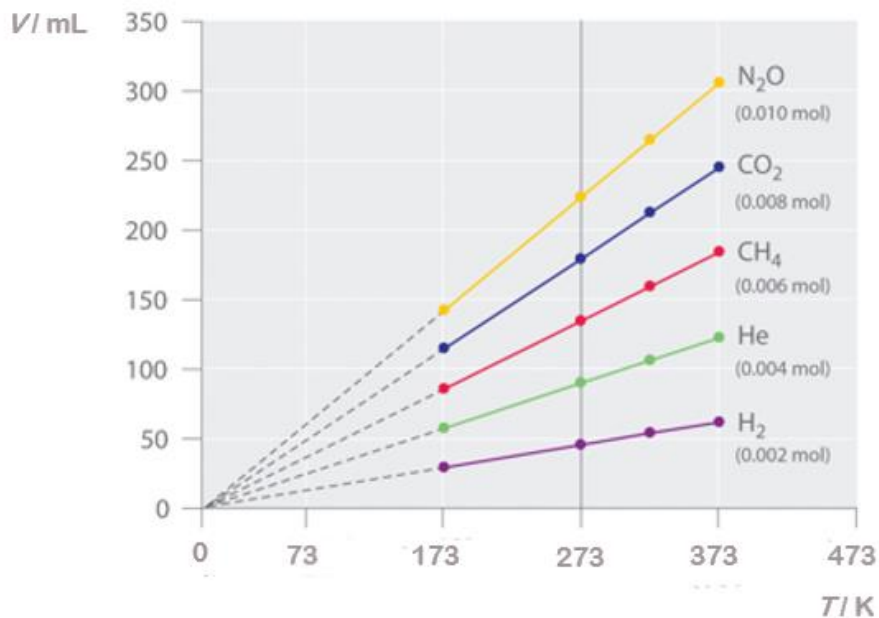
Kako je Avogadrova konstanta jednaka za sve tvari, a množina molekula ugljikova(II) oksida i množina molekula ugljikova(IV) oksida su jednake, njihove su brojnosti jednake.

2 × 0,5 = 1 bod

Napomena: priznati i druge, kemijski smislene odgovore.

ostv. \_\_\_\_ / maks. **2,5**

Ukupno bodova na stranici 7: OSTV. \_\_\_\_ / MAKS. **2,5**

**Zadatak 9. - nastavak****9.d)** Dijagram prikazuje ovisnost volumena o temperaturi za različite množine određenih plinova.

Na temelju navedenog dijagrama:

1. odredi u kakvom su međusobnom odnosu volumen i temperatura (uz pretpostavku stalne množine plina),

Volumen i temperatura su međusobno proporcionalni.

0,5 bodova

2. izračunaj tlak uzorka dušikova(I) oksida pri 0 °C,

$$t = 0\text{ °C} \Rightarrow T = 273\text{ K}$$

$$V(\text{N}_2\text{O}) = 225\text{ mL} = 0,000225\text{ m}^3$$

$$R = 8,314\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$$

$$n(\text{N}_2\text{O}) = 0,010\text{ mol}$$

$$pV = nRT$$

$$p = \frac{n(\text{N}_2\text{O}) \cdot R \cdot T}{V(\text{N}_2\text{O})} = \frac{0,010\text{ mol} \cdot 8,314\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1} \cdot 273\text{ K}}{0,000225\text{ m}^3} = 100876,5\text{ Pa} = 100,88\text{ kPa}$$

Za točno očitavanje volumena N<sub>2</sub>O s dijagrama

0,5 bodova

Za povezivanje veličina u plinsku jednadžbu

0,5 bodova

Za točno izračunavanje tlak N<sub>2</sub>O

0,5 bodova

3. izračunaj brojnost atoma uzorka vodika

$$n(\text{H}_2) = 0,002\text{ mol}$$

$$N(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot N_A = 0,002\text{ mol} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1} = 1,2 \cdot 10^{21}$$

$$N(\text{H}) = 2N(\text{H}_2) = 2,4 \cdot 10^{21}$$

Za točno izračunavanje brojnosti molekula vodika

0,5 bodova

Za točno izračunavanje brojnosti atoma vodika

0,5 bodova

ostv. \_\_\_\_ / maks. **3**Ukupno bodova na stranici 8: OSTV. \_\_\_\_ / MAKS. **3**



**Zadatak 10.**

U navedenim zadacima zaokruži točan odgovor.

**10.a)** U nekom uzorku plinova množine vodika, amonijaka i helija u omjeru su 3 : 1 : 2. Kako se odnose brojnosti atoma tih plinova?

- A) 1 : 1 : 1  
 B) 1 : 2 : 3  
 C) 3 : 1 : 2  
**D) 3 : 2 : 1**

**10.b)** Molekule kojega od navedenih spojeva su polarne?

- A) ksenonov(IV) fluorid  
**B) sumporov(IV) oksid**  
 C) ugljikov(IV) fluorid  
 D) borov(III) klorid

**10.c)** U kojoj su od navedenih kemijskih vrsta oko centralnog atoma i vezni parovi elektrona i slobodni par elektrona?

- A)  $\text{NH}_4^+$   
 B)  $\text{SO}_4^{2-}$   
**C)  $\text{AsCl}_3$**   
 D)  $\text{SO}_3$

**10.d)** Za koju su od navedenih molekula dominantna dipol-dipol privlačenja?

- A)  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$**   
 B)  $\text{C}_6\text{H}_{14}$   
 C)  $\text{BeF}_2$   
 D)  $\text{CS}_2$

za svaki točan odgovor 0,5 bodova

4 × 0,5 = 2 boda

ostv. \_\_\_\_/maks. **2****Zadatak 10.**Sljedeće tvrdnje označi kao točne (zaokruži slovo **T**) ili netočne (zaokruži slovo **N**).

Površinska napetost tekućine opada s porastom temperature zbog povećanog termičkog gibanja molekula.	<b>T</b>	<b>N</b>
Svojstva realnog plina približavaju se svojstvima idealnoga plina što je viši tlak i veća temperatura.	<b>T</b>	<b>N</b>
Viskoznost meda manja je oko dva puta od viskoznosti ulja.	<b>T</b>	<b>N</b>
Pri istoj temperaturi i tlaku gustoća deuterija veća je od gustoće procija.	<b>T</b>	<b>N</b>
Površinska napetost vode može se osim povišenjem temperature smanjiti i dodavanjem površinski aktivnih tvari.	<b>T</b>	<b>N</b>
Hidratacija je proces kojim se ioni razdvajaju iz kristalne strukture djelovanjem vode.	<b>T</b>	<b>N</b>

Bodovanje:

6 × 0,5 = 3 boda

ostv. \_\_\_\_/maks. **3**

Ukupno bodova na stranici 9: OSTV. ____/MAKS. <b>5</b>
--------------------------------------------------------