

Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

1.

Reakcijom kalijeva hidroksida i sumporne kiseline nastaju kalijev sulfat i voda.

1.a) Navedenu opisanu promjenu prikaži jednadžbom kemijske reakcije, a svim reaktantima i produktima pripiši odgovarajuća agregacijska stanja.



navedeni svi reaktanti i produkti

0,5 bodova

zapis je izjednačen po masi i naboju

0,5 bodova

pravilna agregacijska stanja svih reaktanata i produkata

0,5 bodova

1.b) Izračunaj masu nastale soli ako se na 12,50 g kalijeva hidroksida djeluje s 12,50 cm³ otopine sumporne kiseline ($w = 96 \%$, $\rho = 1,40 \text{ g cm}^{-3}$).

$$m(\text{KOH}) = 12,5 \text{ g}$$

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 96 \%$$

$$V(\text{otopine}) = 12,5 \text{ cm}^3$$

$$\rho(\text{otopine}) = 1,4 \text{ g cm}^{-3}$$

$$n(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH})} = 0,223 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{w(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{otopine})}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 0,171 \text{ mol}$$

$$n(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{KOH})}{2} = 0,112 \text{ mol}$$

$$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = n(\text{K}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{K}_2\text{SO}_4) = 19,431 \text{ g}$$

za izračun množine H_2SO_4

0,5 bodova

za izračun množine KOH

0,5 bodova

za povezivanje množine KOH i množine K_2SO_4

0,5 bodova

za izračun mase K_2SO_4

0,5 bodova

1. c) Koja je od navedenih tvari u zadatku 1.b) tvar u suvišku?



0,5 bodova

1.d) Izračunaj doseg reakcije s pomoću množine sumporne kiseline i množine kalijeva hidroksida.

$$\xi(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{-0,171 \text{ mol}}{-1} = 0,171 \text{ mol}$$

$$\xi(\text{KOH}) = \frac{-0,223 \text{ mol}}{-2} = 0,112 \text{ mol}$$

za izračun dosega H_2SO_4

0,5 bodova

za izračun dosega KOH

0,5 bodova

1.e) Izračunaj masu neizreagirane tvari koja je u suvišku.

$$n(\text{suvišak}) = \frac{\xi(\text{suvišak}) - \xi(\text{mjerodavni reaktant})}{\nu(\text{suvišak})} = \frac{0,171 \text{ mol} - 0,112 \text{ mol}}{1} = 0,059 \text{ mol}$$

$$m(\text{suvišak}) = 0,059 \text{ mol} \cdot 98,026 \text{ g mol}^{-1} = 5,784 \text{ g}$$

za točno postavljen izraz odnosa množine suviška i dosega

0,5 bodova

za izračun množine suviška

0,5 bodova

za izračun mase suviška

0,5 bodova

Napomena: priznati svaki pravilan postupak

ostv.	maks.
	6,5

ukupno bodova na stranici 1:

ostv.	maks.
	6,5

Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

2.

Kolika je molarna masa nekoga plina ako 254 cm³ pri 20 °C i 1000 hPa ima masu 0,177 g?

$$V(\text{plin}) = 254 \text{ cm}^3 = 2,54 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$T = 293,15 \text{ K}$$

$$p(\text{plin}) = 10^5 \text{ Pa}$$

$$m(\text{plin}) = 0,177 \text{ g}$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$M(\text{plin}) = \frac{m(\text{plin}) \cdot R \cdot T}{p \cdot V(\text{plin})}$$

$$M(\text{plin}) = \frac{0,177 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}}{10^5 \text{ Pa} \cdot 2,54 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 17,0 \text{ g mol}^{-1}$$

za primjenu izraza opće plinske jednadžbe

za numerički točan rezultat

za iskazivanje rezultata s mjernom jedinicom

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

ostv.

maks.

1,5

3.

3.a) Popuni tablicu podacima koji nedostaju.

Kemijska vrsta	Broj veznih elektronskih parova oko središnjega atoma	Broj neveznih elektronskih parova oko središnjega atoma	Naziv oblika prostorne građe molekule prema VSEPR modelu
PCl ₅	5	0	trostrana bipiramida
XeF ₄	4	2	kvadratni
NH ₃	3	1	trigonska piramida

za svaki točan odgovor 0,5 bodova

9 × 0,5 = 4,5 bodova

3.b) Koje kemijske vrste iz zadatka 3. a) ostvaruju pravilo okteta?

NH₃ (amonijak)

samo potpuno točan odgovor

0,5 bodova

ostv.

maks.

5

ukupno bodova na stranici 2:

ostv.

maks.

6,5

Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

4. Heksan je bezbojna, hlapljiva tekućina koja mirisom podsjeća na benzin.

4.a) Nacrtaj strukturnu formulu heksana veznim crticama.



0,5 bodova

4.b) Izračunaj maseni udio vodika u heksanu.

$$w(\text{H}, \text{C}_6\text{H}_{14}) = \frac{14 \cdot A_r(\text{H})}{M_r(\text{C}_6\text{H}_{14})} = 0,1638$$

za primjenu izraza računanja masenoga udjela
za numerički točan rezultat

0,5 bodova
0,5 bodova

ostv.	maks.
	1,5

5. Ako je navedena tvrdnja točna, zaokruži **T**. Ako je navedena tvrdnja netočna, zaokruži **N**.

Molekulski kristali imaju nisko talište i vrelište zbog međudjelovanja slabih van der Waalsovih sila.

T **N**

Ionski kristali u čvrstome stanju dobro provode električnu struju.

T **N**

Alotropija je pojava da se neki kemijski spoj pojavljuje u dvije ili više kristalnih struktura.

T **N**

Atomi svih elemenata koji se nalaze u istoj periodi imaju isti broj ljusaka.

T **N**

Polumjeri atoma u prve tri periode povećavaju se porastom protonskoga broja.

T **N**

Druga je energija ionizacije uvijek veća od prve.

T **N**

Svaki točan odgovor vrijedi 0,5 bodova.

6 × 0,5 = 3 boda

ostv.	maks.
	3

6. Od navedenih karakterističnih funkcijskih skupina zaokruži slovo ispred funkcijske skupine alkohola:

a) karboksilna skupina

b) aldehidna skupina

c) hidroksilna skupina

d) alkilna skupina

e) hidroksidna skupina

točan odgovor

0,5 bodova

ostv.	maks.
	0,5

ukupno bodova na stranici 3:

ostv.	maks.
	5

Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 7.** Vitamin C ili askorbinska kiselina molarne mase $176,12 \text{ g mol}^{-1}$ vitamin je topljiv u vodi. Izgaranjem $1,00 \text{ g}$ vitamina C koji sadržava ugljik, kisik i vodik dobiveno je $1,50 \text{ g}$ ugljikova(IV) oksida i $0,41 \text{ g}$ vode.

7.a) Izračunaj masene udjele ugljika, kisika i vodika u vitaminu C.

$$m(\text{C}) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} \cdot M(\text{C}) \quad m(\text{C}) = 0,409 \text{ g}$$

$$m(\text{H}) = \frac{2 \cdot m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} \cdot M(\text{H}) \quad m(\text{H}) = 0,046 \text{ g}$$

$$m(\text{O}) = m(\text{vitamin C}) - m(\text{C}) - m(\text{H}) \quad m(\text{O}) = 0,545 \text{ g}$$

$$w(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{m(\text{vitamin C})} = \frac{0,409 \text{ g}}{1,00 \text{ g}} = 0,409$$

$$w(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{m(\text{vitamin C})} = \frac{0,046 \text{ g}}{1,00 \text{ g}} = 0,046$$

$$w(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{m(\text{vitamin C})} = \frac{0,545 \text{ g}}{1,00 \text{ g}} = 0,545$$

za izračun masa ugljika, vodika i kisika

$3 \times 0,5 = 1,5$ bodova

za izračun masenih udjela ugljika, vodika i kisika

$3 \times 0,5 = 1,5$ bodova

7.b) Izračunaj empirijsku i molekulsku formulu vitamina C.

$$N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) = \frac{w(\text{C})}{A_r(\text{C})} : \frac{w(\text{H})}{A_r(\text{H})} : \frac{w(\text{O})}{A_r(\text{O})} \quad \text{ili}$$

$$N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} : \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} : \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})}$$

$$N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) = 0,034 \text{ mol} : 0,046 \text{ mol} : 0,034 \text{ mol} \quad / 0,034 \text{ mol}$$

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

$$1 : 1,35 : 1 \quad / \cdot 3$$

$$N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) = 3 : 4 : 3$$

Empirijska formula je $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$

$$N(\text{empirijskih jedinki}) = \frac{M_r}{E_r} = \frac{176,12}{88,06} \approx 2$$

Molekulska formula je $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$

za točno postavljen izraz odnosa brojnosti atoma

0,5 bodova

za točno izračunan broj atoma ugljika u empirijskoj formuli

0,5 bodova

za točno izračunan broj atoma vodika u empirijskoj formuli

0,5 bodova

za točno izračunan broj atoma kisik u empirijskoj formuli

0,5 bodova

za točan zapis molekulske formule spoja

0,5 bodova

ostv.	maks.
	5,5

Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

8.

Gnojivo za bolji uzgoj biljaka sadržava 25 % amonijeva dihidrogenfosfata. Izračunaj masu fosfora koju sadržava 100 kg toga gnojiva.

$$m(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4, \text{gnojivo}) = w(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4, \text{gnojivo}) \cdot m(\text{gnojivo}) = 0,25 \cdot 100 \text{ kg} = 25 \text{ kg}$$

$$w(\text{P}, \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = \frac{A_r(\text{P})}{M_r(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4)} = \frac{30,974}{115,041} = 0,2692 = 26,92 \%$$

$$w(\text{P}, \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = \frac{m(\text{P})}{m(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4)}$$

$$m(\text{P}) = w(\text{P}, \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) \cdot m(\text{P}, \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 0,2692 \cdot 25 \text{ kg} = 6,73 \text{ kg}$$

za točno izračunanu masu amonijeva dihidrogenfosfata

0,5 bodova

za točno izračunan maseni udio fosfora u amonijevu dihidrogenfosfatu

0,5 bodova

za točno izračunanu masu fosfora

0,5 bodova

ostv. maks.

1,5

9.

Produkti su termičke razgradnje natrijeva hidrogenkarbonata natrijev oksid, ugljikov(IV) oksid i voda. U reakciji sudjeluje 2,5 g natrijeva hidrogenkarbonata.

9.a) Navedenu opisanu promjenu prikaži jednadžbom kemijske reakcije, a svim reaktantima i produktima pripiši odgovarajuća agregacijska stanja.



navedeni svi reaktanti i produkti

0,5 bodova

zapis je izjednačen po masi i naboju

0,5 bodova

pravilna agregacijska stanja svih reaktanata i produkata

0,5 bodova

9.b) Izračunaj masu nastale vode.

$$n(\text{NaHCO}_3) = \frac{m(\text{NaHCO}_3)}{M(\text{NaHCO}_3)} = 0,03 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{NaHCO}_3)}{n(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2}{1}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{n(\text{NaHCO}_3)}{2} = 0,015 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,015 \text{ mol} \cdot 18,016 \text{ g mol}^{-1} = 0,27 \text{ g}$$

za točno izračunanu množinu natrijeva hidrogenkarbonata

0,5 bodova

za točno izračunanu množinu vode

0,5 bodova

za točno izračunanu masu vode

0,5 bodova

9.c) Izračunaj volumen ugljikova(IV) oksida u 1 m³ koji nastaje opisanom jednadžbom kemijske reakcije pri normalnim uvjetima (0 °C i tlak od 101325 Pa).

$$\frac{n(\text{NaHCO}_3)}{n(\text{CO}_2)} = \frac{2}{2}$$

$$n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,03 \text{ mol}$$

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_m^\circ = 0,03 \text{ mol} \cdot 22,71 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 0,6813 \text{ dm}^3$$

za točno izračunanu množinu ugljikova(IV) oksida

0,5 bodova

za točnu numeričku vrijednost

0,5 bodova

za točnu mjernu jedinicu

0,5 bodova

ostv. maks.

4,5

ostv. maks.

6

Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

10. 10.a) Kemijskim jednažbama oksidacije i redukcije prikaži nastajanje ionskoga spoja iz elementarnih tvari, magnezija i dušika.

oksidacija: $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^- \quad / \cdot 3$
 redukcija: $\text{N}_2 + 6 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{N}^{3-}$
 sumarno: $3 \text{Mg} + \text{N}_2 \rightarrow 3 \text{Mg}^{2+} + 2 \text{N}^{3-} \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2$

točno napisana kemijska jednažba oksidacije 0,5 bodova
 točno napisana kemijska jednažba redukcije 0,5 bodova
 točno napisana sumarna kemijska jednažba 0,5 bodova

10.b) Napiši naziv kemijskoga spoja iz zadatka 9. a).

magnezijev nitrid

0,5 bodova

ostv.	maks.
	2

11. U svakome navedenom paru zaokruži onaj spoj koji ima više talište.

a) LiBr ili **LiF**
 b) **NaCl** ili NaBr
 c) KI ili **KCl**
 d) MgCl_2 ili **MgS**

za svaki točan odgovor 0,5 bodova 4 × 0,5 = 2 boda

ostv.	maks.
	2

12. Koliko atoma zlata ima u zlatnome privjesku oblika kocke s bridom od 5 mm. Gustoća zlata pri 25 °C iznosi 19,3 g cm⁻³.

$V = a^3 = (5 \text{ mm})^3 = 125 \text{ mm}^3 = 0,125 \text{ cm}^3$
 $\rho(\text{Au}) = \frac{m(\text{Au})}{V} \quad m(\text{Au}) = 19,3 \text{ g cm}^{-3} \cdot 0,125 \text{ cm}^3 = 2,412 \text{ g}$
 $n(\text{Au}) = \frac{m(\text{Au})}{M(\text{Au})} = 0,012 \text{ mol}$
 $N(\text{Au}) = n(\text{Au}) \cdot N_A = 7,37 \cdot 10^{21}$

za točno izračunan volumen kocke 0,5 bodova
 za točno izračunanu množinu zlata 0,5 bodova
 za točno izračunanu masu zlata 0,5 bodova
 za točno izračunan broj atoma zlata 0,5 bodova

ostv.	maks.
	2

Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 2. razred srednje škole

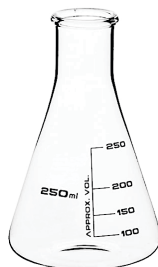
Zaporka: _____

13. Za pripremu i izvođenje pokusa kemičari se služe posebnim kemijskim posuđem i priborom. Na slici je prikazano stakleno posuđe.

13. a) Navedi nazive laboratorijskoga posuđa.



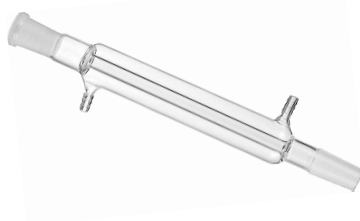
A epruveta



B Erlenmeyerova tikvica



C lijevak



D Liebigovo hladilo



E menzura

Svaki točno napisan naziv staklenoga kemijskog posuđa vrijedi 0,5 bodova.

5 × 0,5 = 2,5 boda

13. b) Od navedenoga posuđa iz zadatka **13. a)** napiši slova ispred slike posuđa kojim se koristimo za mjerenje volumena tekućina.

B (Erlenmeyerova tikvica) E (menzura)

2 × 0,5 = 1 bod

ostv.	maks.
	3,5

14. Razvrstaj sljedeće molekule na polarne i nepolarne: CO₂, CO, SO₃, SO₂, CHCl₃, HCN.

polarne: CO, SO₂, CHCl₃, HCN

nepolarne: CO₂, SO₃

Svaki točan odgovor vrijedi 0,5 bodova.

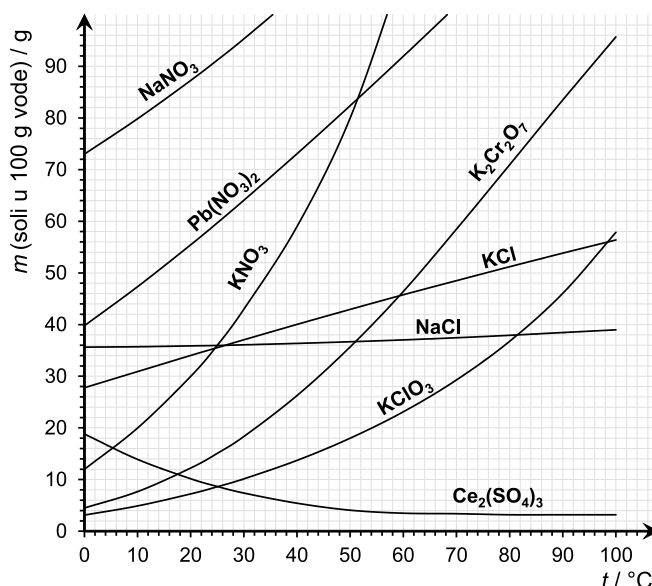
6 × 0,5 = 3 boda

ostv.	maks.
	3

ukupno bodova na stranici 7:

ostv.	maks.
	3,5

15. Na slici je grafički prikaz topljivosti soli u ovisnosti o temperaturi.



Na temelju krivulja topljivosti soli odgovorite na sljedeća pitanja.

15.a) Je li proces otapanja kalijeva nitrata endoterman ili egzoterman?

endoterman

0,5 bodova

15.b) S pomoću prikaza krivulje topljivosti soli odredi je li otopina nezasićena, zasićena ili prezasićena ako je pri temperaturi 25 °C otopljeno 55 g kalijeva nitrata u 100 g vode.

prezasićena otopina

0,5 bodova

15.c) Prema krivulji topljivosti soli izračunaj masu kalijeva nitrata otopljenoga u 150 g zasićene otopine pri 10 °C.

$$w(\text{KNO}_3) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{m(\text{otopine})} = \frac{20 \text{ g}}{20 \text{ g} + 100 \text{ g}} = 0,1666$$

$$m(\text{KNO}_3) = w(\text{KNO}_3) \cdot m(\text{otopine}) = 0,1666 \cdot 150 \text{ g} = 25 \text{ g}$$

za točno izračunanu vrijednost masenoga udjela
za točno izračunanu masu kalijeva nitrata

0,5 bodova

0,5 bodova

15.d) Izračunaj masu kalijeva nitrata koja će se istaložiti hlađenjem 150 g zasićene vodene otopine te soli od 50 °C do 10 °C.

$$w(\text{KNO}_3, \text{ pri } 50^\circ\text{C}) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{m(\text{otopine})} = \frac{90 \text{ g}}{90 \text{ g} + 100 \text{ g}} = 0,4736$$

$$m(\text{KNO}_3, \text{ pri } 50^\circ\text{C}) = w(\text{KNO}_3) \cdot m(\text{otopine}) = 71,04 \text{ g} \quad m(\text{H}_2\text{O}) = 78,96 \text{ g}$$

$$w(\text{KNO}_3, \text{ pri } 10^\circ\text{C}) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{m(\text{KNO}_3) + m(\text{H}_2\text{O})}$$

$$m(\text{KNO}_3) = 15,785 \text{ g}$$

$$m(\text{KNO}_3, \text{ istaložen}) = 71,04 \text{ g} - 15,785 \text{ g} = 55,255 \text{ g}$$

za točno izračunanu vrijednost masenoga udjela pri 50 °C
za točno izračunanu masu kalijeva nitrata pri 50 °C
za točno izračunanu masu vode pri 50 °C
za točno izračunanu masu kalijeva nitrata pri 10 °C
za točno izračunanu masu istaloženoga kalijeva nitrata

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

ostv.	maks.
	4,5

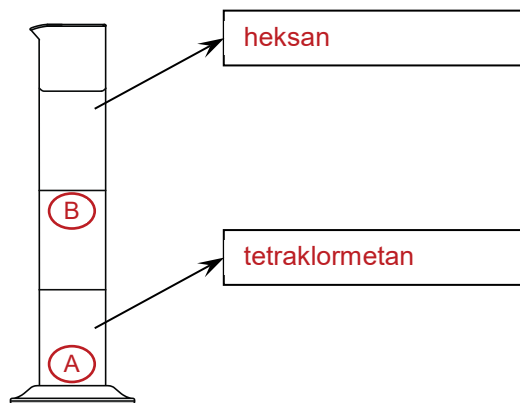
Školsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2022./2023.

zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 16.** U menzuru od 100 ml oprezno je uliveno po 10 cm³ tetraklormetana, vode i heksana. Gustoća tetraklormetana iznosi 1,59 g cm⁻³, gustoća je vode 1,00 g cm⁻³, a gustoća heksana 0,65 g cm⁻³. U tako se napunjenu menzuru pažljivo spusti zlatni prsten (A) i komadić svijeće (B). Gustoća zlata iznosi 19,3 g cm⁻³, a gustoća svijeće 0,97 g cm⁻³.

16.a) Na crtežu menzure upiši naziv sloja tekućine.



16.b) Na crtežu menzure ucrtaj gdje se nalazi prsten A i gdje se zadržao komadić svijeće B.

za točno upisane nazive slojeva tekućine
za točno označena mjesta prstena i komadića svijeće

2 × 0,5 bodova
2 × 0,5 bodova

ostv.	maks.
	2

- 17.** Izračunaj masu uzorka aluminijeva klorida koji sadržava 0,1 mol kloridnih iona.

$$n(\text{Cl}^-) = 0,1 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{AlCl}_3)}{n(\text{Cl}^-)} = \frac{1}{3} \quad n(\text{AlCl}_3) = \frac{n(\text{Cl}^-)}{3} = 0,03 \text{ mol}$$

$$m(\text{AlCl}_3) = n(\text{AlCl}_3) \cdot M(\text{AlCl}_3) = 4 \text{ g}$$

točno postavljen omjer množina kloridnih iona i aluminijeva klorida
točno izračunana množina aluminijeva klorida
točno izračunana masa aluminijeva klorida

0,5 bodova
0,5 bodova
0,5 bodova

ostv.	maks.
	1,5

1. stranica

+

2. stranica

+

3. stranica

+

4. stranica

+

5. stranica

+

6. stranica

+

7. stranica

+

8. stranica

+

9. stranica

=

Ukupni bodovi

<input type="text"/>	50
----------------------	-----------

ukupno bodova na stranici 9:

ostv.	maks.
	3,5