

Školska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 1.** Želučani sok, koji luče želučane žlijezde u količini od 1,2-1,5 L/dan, sastoji se od vode, klorovodične kiseline, enzima, elektrolita, mukopolisaharida i serumskih bjelančevina. Gustoća želučanog soka iznosi $1,002 \text{ g cm}^{-3}$. Voda čini 99% mase želučanog soka, a udio klorovodične kiseline iznosi 0,5%.

1.a) Izračunaj najveću masu klorovodične kiseline u želučanom soku koji se izluči tijekom jednoga dana.

$$m(\text{želučani sok}) = \rho(\text{želučani sok}) \cdot V(\text{želučani sok}) = 1,002 \text{ g cm}^{-3} \cdot 1500 \text{ cm}^3 = 1503 \text{ g}$$

$$m(\text{HCl}) = w(\text{HCl}) \cdot m(\text{želučani sok}) = 0,005 \cdot 1503 \text{ g} = 7,515 \text{ g}$$

za točan izračun mase želučanog soka

0,5 bodova

za točan izračun mase HCl

0,5 bodova

1.b) Izračunaj koliko mL plina nastaje u reakciji 400 mg sode bikarbone s 1,200 L želučanog soka pri $37,0^\circ\text{C}$ i 1,00 bar.



$$n(\text{NaHCO}_3) = \frac{m(\text{NaHCO}_3)}{M(\text{NaHCO}_3)} = \frac{0,4 \text{ g}}{84 \text{ g/mol}} = 4,76 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{želučani sok}) = \rho(\text{želučani sok}) \cdot V(\text{želučani sok}) = 1,002 \text{ g cm}^{-3} \cdot 1200 \text{ cm}^3 = 1202,4 \text{ g}$$

$$m(\text{HCl}) = w(\text{HCl}) \cdot m(\text{želučani sok}) = 0,005 \cdot 1202,4 \text{ g} = 6,012 \text{ g}$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{6,012 \text{ g}}{36,46 \text{ g/mol}} = 0,165 \text{ mol}$$

MR je NaHCO_3

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{NaHCO}_3) = 4,76 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$V(\text{CO}_2) = \frac{n(\text{CO}_2) \cdot R \cdot T}{p} = \frac{4,76 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{Kmol}} \cdot 310 \text{ K}}{100000 \text{ Pa}} = 1,227 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 122,7 \text{ mL} = 123 \text{ mL}$$

za točan izračun množine NaHCO_3

0,5 bodova

za točan izračun mase želučanog soka

0,5 bodova

za točan izračun mase HCl

0,5 bodova

za točan izračun množine HCl

0,5 bodova

za povezivanje množine NaHCO_3 i množine CO_2

0,5 bodova

za izračunavanje volumena CO_2

0,5 bodova

za iskazivanje volumena CO_2 u mL

0,5 bodova

1.c) Je li pH-vrijednost želučanog soka veća, jednaka ili manja od 7? Objasni svoj odgovor.

pH-vrijednost želučanog soka je manja od 7 zbog prisustva klorovodične kiseline.

2 × 0,5 = 1 bod

ostv.	maks.
	5,5

Ukupno bodova na stranici 1:

ostv.	maks.
	5,5

Školska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

2.

Napiši kemijsku formulu i ime spoja koji:

- a) nastaje gorenjem fosfora u suvišku klora
- b) nastaje oksidacijom sumporova(IV) oksida
- c) uzrokuje zamućenje vapnene vode
- d) nastaje reakcijom fosforova(III) oksida s vodom

a) PCl_5 , fosforov(V) klorid (fosforov pentaklorid)

b) SO_3 , sumporov(VI) oksid (sumporov trioksid)

c) CO_2 , ugljikov(IV) oksid (ugljikov dioksid)

d) H_3PO_3 , fosforasta kiselina

8 × 0,5 = 4 boda

ostv.	maks.
	4

3.

Sljedeće tvrdnje označi kao točne (zaokruži slovo **T**) ili netočne (zaokruži slovo **N**).

Omjer promjera atomske jezgre i promjera atoma iznosi 1:10000.	<input checked="" type="radio"/> T	<input type="radio"/> N
--	---	--------------------------------

Prostorna građa molekula ovisi o odbojnim silama između veznih i neveznih elektronskih parova.	<input checked="" type="radio"/> T	<input type="radio"/> N
--	---	--------------------------------

Masa atoma silicija 4 puta je veća od mase atoma dušika.	<input type="radio"/> T	<input checked="" type="radio"/> N
--	--------------------------------	---

Topljivost plinova u vodi ovisi o tlaku i temperaturi.	<input checked="" type="radio"/> T	<input type="radio"/> N
--	---	--------------------------------

Jedan od produkata reakcije alkalijskih i zemnoalkalijskih metala s vodom je lužina.	<input checked="" type="radio"/> T	<input type="radio"/> N
--	---	--------------------------------

Za razliku od natrija, magnezij u prirodi možemo naći u elementarnom stanju.	<input type="radio"/> T	<input checked="" type="radio"/> N
--	--------------------------------	---

bodovanje:

6 × 0,5 = 3 boda

ostv.	maks.
	3

Školska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

4. Zita je ispitivala svojstva četiriju klorida elemenata 3. periode označenih slovima od G do J. Svoja opažanja unijela je u tablicu.

klorid	agregacijsko stanje	izgled	topljivost u vodi i reaktivnost	pH vodene otopine	topljivost u heksanu
G	čvrsto	bijeli prah	bruno reagira s vodom, nastaje plin od kojeg pocrveni navlaženi plavi lakmus papir	<7	ne otapa se
H	tekuće	bezbojna tekućina	bruno reagira s vodom, nastaje plin od kojeg pocrveni navlaženi plavi lakmus papir	<7	otapa se u potpunosti
I	čvrsto	prozirno-bjeličasti kristali	otapa se u potpunosti	7	ne otapa se
J	tekuće	bezbojna tekućina	sporo reagira s vodom, nastaje plin koji pocrveni navlaženi plavi lakmus papir	<7	otapa se u potpunosti

4.a) Na temelju opažanja iz tablice odredi vrstu veze u kloridima G, H, I i J

klorid G:

klorid H:

klorid I:

klorid J:

klorid G: kovalentna i ionska veza

klorid H: kovalentna veza

klorid I: ionska veza

klorid J: kovalentna veza

5 × 0,5 = 2,5 bodova

Napomena: za klorid G priznati i varijacije odgovora tipa polarna kovalentna, ionska s djelomičnim kovalentnim karakterom, kovalentna s ionskim karakterom i sl.

4.b) Napiši kemijske formule klorida G, H, I i J.

klorid G:

klorid H:

klorid I:

klorid J:

klorid G: AlCl_3

klorid H: SiCl_4

klorid I: NaCl

klorid J: PCl_3

4 × 0,5 = 2 boda

Napomena: priznati i MgCl_2 za klorid I

4.c) Koji plin nastaje reakcijom klorida H s vodom?

Klorovodik ili HCl

0,5 bodova

ostv.

maks.

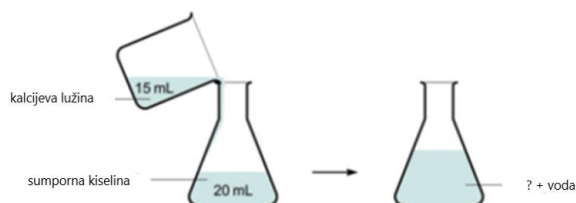
5

Školska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 5.** Otopina kalcijeve lužine pripravljena je otapanjem 1,70 g kalcijeva hidroksida u litri vode. Pripremljena lužina dodana je u otopinu sumporne kiseline masenoga udjela 36,0% i gustoće $1,265 \text{ g cm}^{-3}$ kako je prikazano na slici.

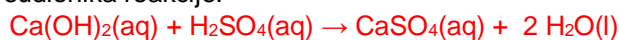


- 5.a)** Kako se naziva reakcija koja je dogodila u opisanom pokusu??

Neutralizacija

0,5 bodova

- 5.b)** Jednadžbom kemijske reakcije prikaži kemijsku promjenu u opisanom pokusu. Naznači agregacijska stanja svih sudionika reakcije.



navedeni svi reaktanti i produkti

0,5 bodova

zapis je izjednačen po masi i naboju

0,5 bodova

točna agregacijska stanja svih reaktanata i produkata

0,5 bodova

Napomena: priznati i i jednadžbu napisanu u ionskom obliku.

- 5.c)** Koliko iznose množina kalcijevog hidroksida i množina sumporne kiseline prije miješanja uzoraka?

$$m(\text{otopine H}_2\text{SO}_4) = \rho(\text{otopine H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{otopine H}_2\text{SO}_4) = 1,265 \text{ g cm}^{-3} \cdot 20 \text{ cm}^3 = 25,3 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = w(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot m(\text{otopine H}_2\text{SO}_4) = 0,36 \cdot 25,3 \text{ g} = 9,108 \text{ g}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{9,108 \text{ g}}{98,08 \text{ g/mol}} = 0,0929 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ca(OH)}_2) = \frac{m(\text{Ca(OH)}_2)}{M(\text{Ca(OH)}_2)} = \frac{1,70 \text{ g}}{74,096 \text{ g/mol}} = 0,0229 \text{ mol}$$

za točan izračun mase otopine H_2SO_4

0,5 bodova

za točan izračun mase H_2SO_4

0,5 bodova

za točan izračun množine H_2SO_4

0,5 bodova

za točan izračun množine Ca(OH)_2

0,5 bodova

- 5.d)** Odredi mjerodavni reaktant i doseg reakcije.

$$n(\text{Ca(OH)}_2) : n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 : 1$$

$$n(\text{Ca(OH)}_2) = n(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$0,0229 \text{ mol} < 0,0929 \text{ mol}$$

MR je Ca(OH)_2

$$\xi = \frac{n(\text{Ca(OH)}_2)}{\nu(\text{Ca(OH)}_2)} = 0,0229 \text{ mol}$$

za određivanje mjerodavnog reaktanta

0,5 bodova

za točan izračun dosega Ca(OH)_2

0,5 bodova

Napomena: Priznati i drugi ispravni način određivanja mjerodavnog reaktanta koji rezultira točnim odgovorom

- 5.e)** Izračunaj masu sumporne kiseline koja reagira s dovoljno kalcijevog hidroksida ako u reakciji nastane Avogadrov broj molekula vode.

$$n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 : 1$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ mol} \cdot 98,08 \text{ g/mol} = 49,04 \text{ g}$$

za povezivanje množine H_2O i množine H_2SO_4

0,5 bodova

za točan izračun izreagirane mase H_2SO_4

0,5 bodova

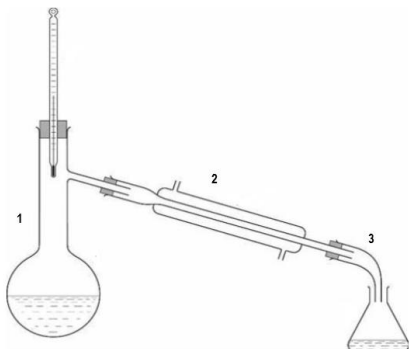
ostv.

maks.

6

Ukupno bodova na stranici 4:

ostv.	maks.
	6

6. Riješi navedene zadatke:**6.a)** Navedi nazive kemijskog priboraoznačenog brojevima od 1 do 3.

1. Tikvica s okruglim dnom, 2. Liebigovo hladilo, 3. lula za destilaciju.

3 × 0,5 = 1,5 bodova

Napomena: za 1, priznati i odgovor tikvica za destilaciju.

6.b) Relativna molekulska masa butana iznosi 58, a relativna molekulska masa etanola 46. Razlika vrelišta butana i etanola iznosi 78,8 °C. Koji od ta dva spoja ima više vrelište? Objasni svoj odgovor.

Etanol ima više vrelište jer se njegove molekule privlače vodikovim vezama, između molekula butana javljaju se Londonove sile.

Napomena: Priznati i svaki drugi smisleni odgovor.

2 × 0,5 = 1 bod

6.c) Koje su kemijske vrste prisutne u otopini nastaloj nakon miješanja vodene otopine kalijeva klorida s vodenom otopinom kalcijeva klorida?

Kalijevi ioni, kalcijevi ioni, kloridni ioni, molekule vode

4 × 0,5 = 2 boda

6.d) Kakva se promjena događa prilikom otapanja šećera u vodi?

Fizikalna promjena, odnosno promjena agregacijskog stanja.

0,5 bodova

6.e) Pri 20 °C u 100 g vode otopljeno je 35 g neke soli. 20 g te soli otapa se u 100 g vode pri 35 °C. Oslobađa li se ili veže toplina tijekom otapanja te soli u vodi? Objasni svoj odgovor.

Doći će do oslobađanja topline. Topljivost soli smanjuje se s povišenjem temperature, otapanje je egzotermno.

2 × 0,5 = 1 bod

ostv.

maks.

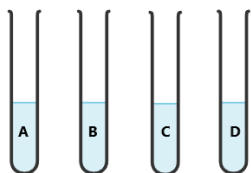
6

Školska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 2. razred srednje škole

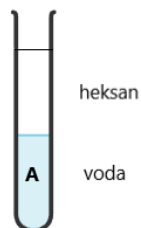
Zaporka: _____

7. Roka je u četiri jednake epruvete ulila po 10 ml destilirane vode te ih označila slovima A, B, C i D kako je prikazano na slici.



7.a) U epruvetu **A** Roka je dodala 10 ml heksana, začepila epruvetu čepom, promućkala i odložila u stalak za epruvete. Objasni što se dogodilo sa sadržajem epruvete **A** nakon Rokina postupka te nacrtaj opažanja u epruveti i pravilno označi sadržaj epruvete..

Heksan je nepolarna tvar koja se ne miješa s vodom i manje je gustoće od nje, zbog čega će u epruveti biti vidljiva dva sloja. Gornji sloj čini heksan, a donji voda.



Napomena: Priznati i svaki drugi smisleni odgovor.

2 × 0,5 = 1 bod

7.b) U epruvetu označenu slovom **B** Roka je dodala 5 g natrijeva klorida, začepila čepom, promućkala i odložila u stalak za epruvete. Na dnu epruvete Roka je uočila talog. Je li nastala otopina nezasićena, zasićena ili prezasićena? Objasni svoj odgovor.

Nastala otopina je zasićena, u vodi je otopljena maksimalna količina natrijeva klorida, a višak je preostao u obliku taloga.

Napomena: Priznati i svaki drugi smisleni odgovor.

2 × 0,5 = 1 bod

7.c) U epruvetu označenu slovom **C** Roka je dodala 20 mL tekućine **M** čija je gustoća $0,789 \text{ g cm}^{-3}$ te ponovila isti postupak kao s prethodnim epruvetama. Izračunaj omjer masenog i volumnog udjela tekućine **M** u nastaloj otopini.

$$\begin{aligned}\rho(\text{H}_2\text{O}) &= 1 \text{ g cm}^{-3} \\ V(\text{H}_2\text{O}) &= 10 \text{ cm}^3 \\ \rho(\text{M}) &= 0,789 \text{ g cm}^{-3} \\ V(\text{M}) &= 20 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ g cm}^{-3} \cdot 10 \text{ cm}^3 = 10 \text{ g}$$

$$m(\text{M}) = \rho(\text{M}) \cdot V(\text{M}) = 0,789 \text{ g cm}^{-3} \cdot 20 \text{ cm}^3 = 15,78 \text{ g}$$

$$w(\text{M}) = \frac{m(\text{M})}{m(\text{otopina})} = \frac{15,78 \text{ g}}{25,78 \text{ g}} = 0,612 = 61,2 \%$$

$$\varphi(\text{M}) = \frac{V(\text{M})}{V(\text{otopina})} = \frac{20 \text{ cm}^3}{30 \text{ cm}^3} = 0,666 = 66,6 \%$$

$$w(\text{M}) : \varphi(\text{M}) = \frac{61,2}{66,6} = 0,92$$

za točan izračun mase H_2O

za točan izračun mase tekućine **M**

za točan izračun masenog udjela tekućine **M**

za točan izračun volumnog udjela tekućine **M**

za točan izračun omjera masenog i volumnog udjela tekućine **M**

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

ostv.

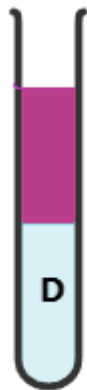
maks.

4,5

Ukupno bodova na stranici 6:

ostv.	maks.
	4,5

7. 7.d) U epruvetu označenu slovom **D** Roka je dodala 1 g čvrstoga joda i 10 mL otapala **N** gustoće $0,626 \text{ g cm}^{-3}$, začepila epruvetu, promućkala i odložila u stalak za epruvete. Sadržaj epruvete **D** nakon stajanja prikazan je na sljedećoj slici:



Što na temelju crteža možeš zaključiti o vrsti otapala **N** te o vrsti međumolekulskih interakcija između molekula joda i molekula otapala **N**?

Otapalo **N** je nepolarno otapalo jer otapa jod koji je nepolarna tvar. Na temelju principa otapanja "Slično se otapa u sličnome" može se zaključiti da se molekule joda i molekule otapala **N** privlače Londonovim ili disperzijskim silama.

Napomena: Priznati i svaki drugi smisleni odgovor.

2 × 0,5 = 1 bod

ostv.

maks.

1

Školska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

8. Profesor Baltazar u svom je laboratoriju proučavao spoj čija se molekula sastoji od atoma ugljika, vodika i kisika. Potpunim izgaranjem 2,500 g tog spoja dobiveno je 3,584 g ugljikova(IV) oksida i 1,946 g vode.

8.a) Izračunaj empirijsku formulu analiziranog spoja.

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{3,584 \text{ g}}{44,01 \text{ g/mol}} = 0,0814 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{1,3047 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 0,0815 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1,946 \text{ g}}{18,016 \text{ g/mol}} = 0,108 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) &= 0,0814 : 0,216 : 0,0815 / : 0,0814 \\ &= 1 : 2,654 : 1 / \cdot 3 \\ &= 3 : 8 : 3 \end{aligned}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,0814 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 0,216 \text{ mol}$$

Empirijska formula spoja: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$

$$m(\text{C}) = n(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 0,0814 \text{ mol} \cdot 12,01 \text{ g/mol} = 0,9776 \text{ g}$$

$$m(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 0,216 \text{ mol} \cdot 1,008 \text{ g/mol} = 0,2177 \text{ g}$$

$$m(\text{O}) = m(\text{spoj}) - (m(\text{C}) + m(\text{H})) = 2,500 \text{ g} - (0,9776 + 0,2177 \text{ g}) = 1,3047 \text{ g}$$

za točan izračun množine CO_2 i množine H_2O

0,5 bodova

za povezivanje množine C i množine CO_2

0,5 bodova

za povezivanje množine H i množine H_2O

0,5 bodova

za točan izračun mase i množine O

0,5 bodova

za točno izračunan broj atoma ugljika, vodika i kisika u empirijskoj formuli spoja

0,5 bodova

Napomena: Priznati i druge ispravne postupke rješavanja koji rezultiraju točnim rješenjem

8.b) Masa $1,204 \cdot 10^{24}$ molekula analiziranog spoja iznosi 184,19 g. Izračunaj molekulsku formulu tog spoja.

$$M(\text{Z}) = \frac{m(\text{Z}) \cdot N_A}{N(\text{Z})} = \frac{184,19 \text{ g} \cdot 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{1,204 \times 10^{24}} = 92,12 \text{ g/mol}$$

$$M_r(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 3A_r(\text{C}) + 8A_r(\text{H}) + 3A_r(\text{O}) = 92,09$$

Molekulska formula spoja: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$

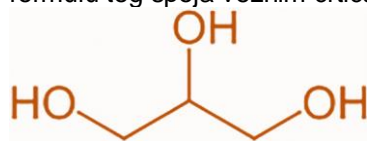
za točan izračun relativne molekulske mase spoja

0,5 bodova

za točan zapis molekulske formule spoja

0,5 bodova

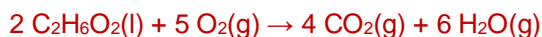
8.c) Analizirani spoj pripada u skupinu spojeva koji u reakciji s karboksilnim kiselinama daju estere. Nacrtaj strukturnu formulu tog spoja veznim crticama.



0,5 bodova

Napomena: Priznati i svaki drugi smisleni odgovor (primjerice, s drugim rasporedom -OH skupina)

8.d) Jednadžbom kemijske reakcije prikaži potpuno izgaranje etan-1,2-diola uz navedena agregacijska stanja svih sudionika reakcije.



navedeni svi točni reaktanti i produkti

0,5 bodova

zapis je izjednačen po masi i naboju

0,5 bodova

točna agregacijska stanja svih reaktanata i produkata

0,5 bodova

8.e) Kojim se međumolekulskim silama privlače molekule etan-1,2-diola?

Molekule etan-1,2-diola privlače se vodikovim vezama.

0,5 bodova

ostv.

maks.

6

Ukupno bodova na stranici 8:

ostv.	maks.
	6

Školska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

9. Poredaj navedene okside prema porastu kiselosti: Al_2O_3 , MnO , Na_2O , Mn_2O_7 započevši s oksidom najmanje kiselosti.

 Na_2O , MnO , Al_2O_3 , Mn_2O_7 $4 \times 0,5 = 2$ boda

ostv.

maks.

2

10. Popuni tablicu podacima koji nedostaju.

Kemijska vrsta	$N(e^-)$	Polarnost čestice	Prostorna građa molekule prema VSEPR modelu
C_2H_2	14	nepolarna	linearna
H_2CO_3	32	polarna	trostrana (trigonska) planarna (trokut)
CH_3OH	18	polarna	tetraedarska

 $9 \times 0,5 = 4,5$ bodova

ostv.

maks.

4,5

11. Koliko se elektrona u atomu mangana nalazi u M ljusci?

13

0,5 bodova

ostv.

maks.

0,5

12. U navedenim parovima zaokruži onaj spoj koji ima više talište.

a) AlCl_3 ili MgCl_2 b) NaF ili NaBr c) Fe_2O_3 ili K_2O $3 \times 0,5 = 1,5$ bodova

ostv.

maks.

1,5

13. Poredaj navedene čestice prema porastu druge energije ionizacije: Al , Na , Mg

 Mg , Al , Na

0,5 bodova

ostv.

maks.

0,5

Ukupno bodova na stranici 9:

ostv.

maks.

9

Školska razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 2. razred srednje škole

Zaporka: _____

1. stranica

+

2. stranica

+

3. stranica

+

4. stranica

+

5. stranica

6. stranica

+

7. stranica

+

8. stranica

+

9. stranica

=

Ukupni bodovi

50