

**Republika Hrvatska - Ministarstvo znanosti i obrazovanja**  
**Agencija za odgoj i obrazovanje - Hrvatsko kemijsko društvo**

**DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE**

učenika osnovnih i srednjih škola 2020./21.

22. travnja 2021. (četvrtak)

**NAPOMENA:**

1. Zadatci se rješavaju 120 minuta.
2. Dopušteno je koristiti samo dobivenu tablicu periodnog sustava elemenata.
3. Zadatci se moraju rješavati na mjestu predviđenom za taj zadatak (**ne** koristiti dodatne papire). Ako nema dovoljno mjesta za rješavanje zadatka, može se koristiti poledina prethodne stranice.
4. Odgovori na postavljena pitanja ili račun (kompletan) **moraju** biti pisani **kemijskom olovkom ili tintom plave boje**, jer se u protivnom neće uzimati u obzir pri bodovanju. Ispravljeni odgovori se ne vrjednuju.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

**Prijava za I. dio natjecanja: zadaća**

Razred:

Zaporka:

POSTIGNUTI BODOVI :

(pet brojeva i do sedam velikih slova)

(potpisi članova povjerenstva):

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

**OTKINUTI OVAJ DIO PRIJAVE I STAVITI GA U OMOTNICU S NAPISANOM ZAPORKOM**  
**PRIJAVU ISPUNITI TISKANIM SLOVIMA**

**Prijava za I. dio natjecanja: zadaća**

Razred:

Zaporka: (pet brojeva i do sedam velikih slova)

Ime i prezime učeni(ka)ce: \_\_\_\_\_ OIB: \_\_\_\_\_

Datum rođenja:

Mjesto rođenja:

Spol: 1. muški 2. ženski (zaokružiti!)

Telefon/mobitel: \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_

Puni naziv škole:

Šifra škole:

Adresa škole (ulica i broj):

Grad u kojem je škola:

Županija:

Ime i prezime mentor(a)ice:

# Periodni sustav elemenata IUPAC 2013.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,008		2 He 4,003															
3 Li 6,941	4 Be 9,012																
11 Na 22,99	12 Mg 24,31																
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,98	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc [98]	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71 lantanoïdi	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 aktinoidi	104 Rf [267]	105 Db [268]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [282]	112 Cn [285]	113 Uut [285]	114 Fl [289]	115 Uup [289]	116 Lv [293]	117 Uus [294]	118 Uuo [294]
57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm [145]	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,1	71 Lu 175,0			
89 Ac [227]	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]			

ostv. maks.

1. Sljedeće kemijske vrste prikaži Lewisovim strukturnim formulama.

Kemijska vrsta	Lewisova strukturna formula
superoksidni ion	
permanganatni ion	
manganatni ion	
didušikov tetroksid	

/4x  
0,5

2

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

2

**2.** 2.a) Prema kojem se kriteriju određuje središnji atom pri crtanju Lewisovih strukturnih formula?

Kao središnji atom odabire se onaj koji je elektropozitivniji.

/0,5

2.b) Čemu mora biti jednak broj veznih i neveznih elektrona u Lewisovoj strukturnoj formuli?

Sumi broja valentnih elektrona atoma koji čine molekulu i naboja jedinice.

/0,5

2.c) Prema kojem se pravilu određuje broj veznih elektronskih parova u Lewisovoj strukturnoj formuli?

Prema pravilu o formalnom naboju.

/0,5

2.d) Navedi tri vrste atoma koje u Lewisovoj strukturnoj formuli mogu imati manje elektrona od okteta.

Bilo koje tri vrste atoma iz prve dvije periode.

/1,5

3

**3.** Ispuni prazna mjesta u tablici:

Naziv kemijskog spoja	Kemijska formula kemijskog spoja
natrijev azid	$\text{NaN}_3$
fosforov(V) klorid ili fosforov pentaklorid	$\text{PCl}_5$
1-metilcikloheksen	$\text{C}_7\text{H}_{12}$
kalijev tetrahidroksoaluminat	$\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$

/4x  
0,5

**Napomena:** Za  $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  priznati i kalijev aluminat.

Priznati i strukturnu ili kondenziranu formulu organskog spoja.

2

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

5

4. Koliki je molarni volumen idealnog plina pri 30 °C i 100 400 Pa?

$$T = 303 \text{ K}$$

$$p = 100\,400 \text{ Pa}$$

$$pV = nRT$$

$$V/n = RT/p$$

$$= 8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 303 \text{ K} / 100\,400 \text{ Pa}$$

$$= 0,0251 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$$

$$= 2,52 \cdot 10^4 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

za primjenu jednadžbe stanja idealnog plina

0,5 bodova

za korektnu uporabu mjernih jedinica

0,5 bodova

za korektno numeričko rješenje

0,5 bodova

/3x  
0,5

1,5

5. Molarnu masu argona moguće je odrediti vaganjem suhog uzorka argona u posudi zadanog volumena. Kako će na konačni rezultat pokusa utjecati vlažnost uzorka argona? Objasni svoj odgovor.

---



---



---



---



---

Ako uzorak argona bude vlažan, izračunata molarna masa bit će **manja** od stvarne. **Jednaki volumeni različitih plinova pri zadanom tlaku i temperaturi sadrže jednak broj jedinki (atoma ili molekula).** Vlažni uzorak argona sadržavat će manji broj atoma argona jer će neke od njih zamijeniti molekule vode. **Molekule vode imaju manju masu od atoma argona** pa će masa uzorka te plinske smjese biti manja (posljedično će biti manja i izračunata molarna masa).

za odgovor da će biti manja

0,5 bodova

za primjenu Avogadrovog zakona

0,5 bodova

za navedenost odnosa mase atoma argona i molekula vode

0,5 bodova

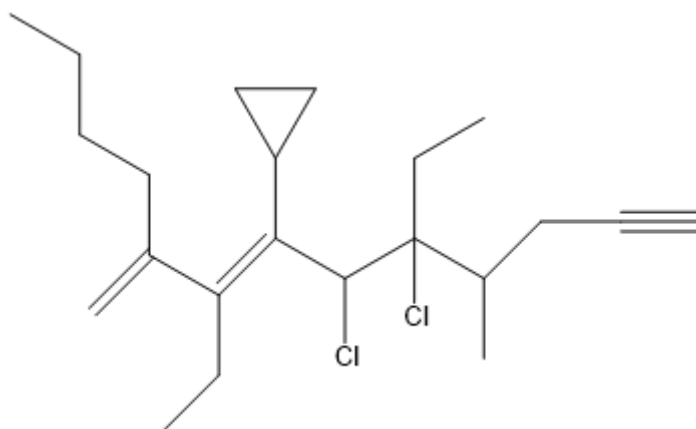
/3x  
0,5

1,5

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

3

6. 6.a) Imenuj sljedeći spoj prema pravilima nomenklature IUPAC-a:



**2-butil-4-ciklopropil-3,6-dietil-5,6-diklor-7-metildeka-1,3-dien-9-in**

/0,5

6.b) Odredi broj primarnih, sekundarnih, tercijarnih i kvarternih ugljikovih atoma u prikazanoj molekuli organskog spoja iz zadatka 6.a.

Broj primarnih ugljikovih atoma: \_\_\_\_\_

**6**

Broj sekundarnih ugljikovih atoma: \_\_\_\_\_

**10**

Broj tercijarnih ugljikovih atoma: \_\_\_\_\_

**6**

Broj kvarternih ugljikovih atoma: \_\_\_\_\_

**0**

/4x

0,5

6.c) Napiši empirijsku formulu spoja u prikazanoj molekuli organskog spoja iz zadatka 6.a.

Empirijska formula spoja je \_\_\_\_\_.

**C<sub>11</sub>H<sub>17</sub>Cl**

/0,5

6.d) Kolika je množina molekula vodika potrebna za potpuno katalitičko hidrogeniranje 2 mola molekula iz zadatka 6.a?

Potrebno je \_\_\_\_\_ molekula vodika.

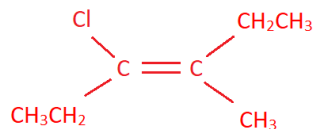
**8 mola molekula vodika**

/0,5

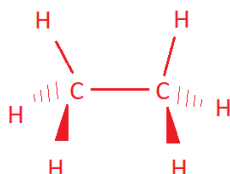
3,5

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

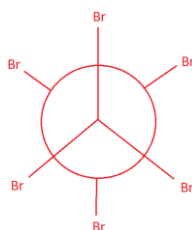
3,5

**7.** Prikaži:**7.a)** strukturnom formulom molekulu Z-3-klor-4-metilheks-3-ena.

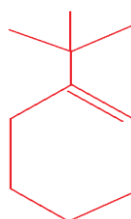
/0,5

**7.b)** prostornom (klinastom) formulom molekulu etana

/0,5

**7.c)** Newmanovom projekcijskom formulom zvjezdastu konformaciju molekule 1,1,1,2,2,2-heksabrometana

/0,5

**7.d)** strukturnom formulom pomoću veznih crtica (kenogramom) molekulu 1-tert-butilcikloheksena.

/0,5

2

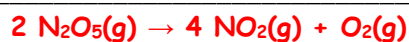
UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

2

**8.** Dušikov(v) oksid se zagrijavanjem raspada na dušikov(IV) oksid i elementarni kisik.

**8.a)** Napiši jednadžbu kemijske reakcije i izraz za prosječnu brzinu trošenja reaktanta.

JKR: \_\_\_\_\_



/0,5

Izraz za prosječnu brzinu trošenja reaktanta je:

$$v(\text{N}_2\text{O}_5) = -\Delta c(\text{N}_2\text{O}_5)/v(\text{N}_2\text{O}_5)\Delta t$$

/0,5

**8.b)** U kakvom su odnosu prosječne brzine nastajanja produkata? Objasni svoj odgovor.

One su jednake, jer je svaka podijeljena stehiometrijskim koeficijentom.

/2x

0,5

**8.c)** Kojem se produktu brže mijenja množinska koncentracija i koliko puta?

Četiri puta brže se mijenja množinska koncentracija dušikovog(IV) oksida.

da je brža promjena množinske koncentracije dušikovog(IV) oksida

0,5 bodova

/2x

da je četiri puta brža

0,5 bodova

0,5

**8.d)** Kako će na brzinu ove reakcije djelovati povišenje energije aktivacije, a kako sniženje temperature?

Povišenje energije aktivacije usporava reakciju. Sniženje temperature usporava reakciju.

da povišenje energije aktivacije usporava reakciju

0,5 bodova

/2x

da sniženje temperature usporava reakciju

0,5 bodova

0,5

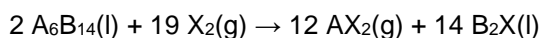
4

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

4



9. Pri temperaturi od 25 °C reakcijska entalpija za prikazanu reakciju iznosi -8326,42 kJ mol<sup>-1</sup>.



Tvar	$\Delta_f H / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{AX}_2(\text{g})$	-393,50
$\text{B}_2\text{X}(\text{l})$	-285,84

- 9.a) Izračunaj entalpiju stvaranja tvari  $\text{A}_6\text{B}_{14}$ .



$$\Delta_r H = [6 \cdot \Delta_f H (\text{AX}_2, \text{g}) + 7 \cdot \Delta_f H (\text{B}_2\text{X}, \text{l})] - [\Delta_f H (\text{A}_6\text{B}_{14}, \text{l}) + 0 \text{ kJ mol}^{-1}]$$

$$\Delta_f H (\text{A}_6\text{B}_{14}, \text{l}) = [6 \cdot \Delta_f H (\text{AX}_2, \text{g}) + 7 \cdot \Delta_f H (\text{B}_2\text{X}, \text{l})] - \Delta_r H$$

$$\Delta_f H (\text{A}_6\text{B}_{14}, \text{l}) = 6 \cdot (-393,15 \text{ kJ mol}^{-1}) + 7 \cdot (-285,84 \text{ kJ mol}^{-1}) - (-4163,21 \text{ kJ mol}^{-1})$$

$$\Delta_f H (\text{A}_6\text{B}_{14}, \text{l}) = 198,67 \text{ kJ mol}^{-1}$$

za uporabu entalpije jedinične pretvorbe

0,5 bodova

za postavljanje izraza za izračun entalpije stvaranja

0,5 bodova

za prepoznavanje elementarne tvari ( $\text{X}_2$ )

0,5 bodova

za korektnu uporabu mjernih jedinica

0,5 bodova

za točno numeričko rješenje

0,5 bodova

- 9.b) Reakcija iz zadatka 9.a predstavlja gorenje ugljikovodika. Atome kojih kemijskih elemenata označavaju slova A, B i X?

A - ugljik, B - vodik, X - kisik

/0,5

- 9.c) Ako je množina molekula tvari  $\text{X}_2$  na početku reakcije bila 18 mola, koliko se topline oslobodilo tijekom promjene, ako se ta množina smanjila na polovicu?

$$\xi = -\Delta n(\text{X}_2) / -\nu(\text{X}_2) = -9 \text{ mol} / (-19) = 0,47 \text{ mol}$$

/2x

$$\Delta H = \xi \cdot \Delta_r H = 0,47 \text{ mol} \cdot (-8326,42 \text{ kJ mol}^{-1}) = -3913,42 \cdot 10^3 \text{ J}$$

0,5

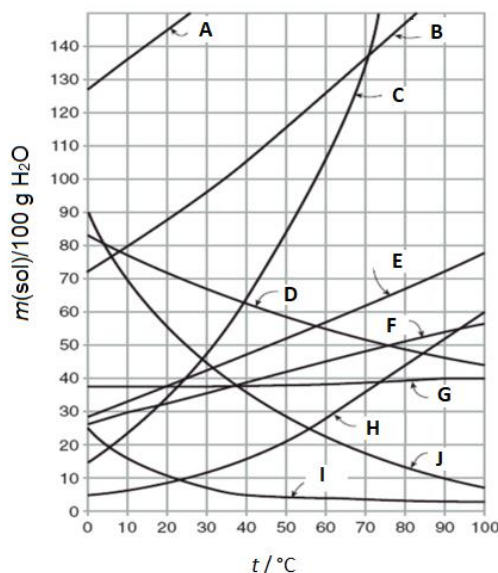
4

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

4

- 10.** U tablici je prikazana topljivost kalijevog nitrata u vodi izražena kao masa kalijevog nitrata u 100 grama vode.

$t / ^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60
$m(\text{KNO}_3)/100 \text{ g H}_2\text{O}$	13,3	20,9	31,6	45,8	63,9	85,5	110



- 10.a)** Dijagram prikazuje krivulje topljivosti različitih soli. Kojim slovom je označena krivulja topljivosti kalijevog nitrata? Označena je slovom \_\_\_\_\_.

**C**

/0,5

- 10.b)** Kolika je množinska koncentracija vodene otopine kalijevog nitrata gustoće  $1,45 \text{ g cm}^{-3}$  u kojoj je maseni postotak vode 45 %? Pretpostavimo da je to jedina sol otopljena u vodi.

$$c(\text{KNO}_3) = n(\text{KNO}_3) \cdot \rho(\text{otopina}) \cdot w(\text{KNO}_3) / m(\text{KNO}_3)$$

/0,5

$$c(\text{KNO}_3) = \rho(\text{otopina}) \cdot w(\text{KNO}_3) / M(\text{KNO}_3) = 1,45 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,55 / 101,11 \text{ g mol}^{-1}$$

/2x

0,5

$$c(\text{KNO}_3) = 7,89 \cdot 10^{-3} \text{ mol cm}^{-3}$$

/0,5

- 10.c)** Navedi slova kojima su označene soli prilikom čijih otapanja dolazi do zagrijavanja čaše.

**D, J, I su slova soli prilikom čijih otapanja dolazi do zagrijavanja čaše.**

/0,5

- 10.d)** Kojim slovom je označena sol na čije otapanje u vodi najmanje utječe promjena temperature?

**Promjena temperature najmanje utječe na otapanje soli G.**

/0,5

- 10.e)** Kakva je zasićenost otopine soli **B** pri temperaturi od  $40 ^\circ\text{C}$ , ako je masa soli u ovoj otopini 80 grama?

Otopina soli **B** je pri  $40 ^\circ\text{C}$  \_\_\_\_\_.

**nezasićena**

/0,5

4

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

4

- 11.** Pomiješano je 300 mL vodene otopine natrijevog karbonata, 400 mL vodene otopine natrijevog fosfata i 200 mL vodene otopine kalcijevog klorida. Sve tri polazne otopine imale su jednaku množinsku koncentraciju otopljenih tvari od  $0,500 \text{ mol dm}^{-3}$ .

**11.a)** Koja je od fizikalnih veličina spomenutih u tekstu zadatka **11** ekstenzivna a koja intenzivna?

**Množinska koncentracija je intenzivna veličina, a volumen je ekstenzivna.**

/0,5

**11.b)** Izračunaj množinsku koncentraciju natrijevih kationa u konačnoj otopini.

$$c(\text{Na}^+)_{\text{konačna}} = ?$$

$$c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,500 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,500 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = c \cdot V = 0,150 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = c \cdot V = 0,200 \text{ mol}$$



pa je

$$n_1(\text{Na}^+) = 0,300 \text{ mol}$$



pa je

$$n_2(\text{Na}^+) = 0,600 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}^+) = n_1(\text{Na}^+) + n_2(\text{Na}^+) = 0,900 \text{ mol}$$

$$V_{\text{ukupni}} = V(\text{Na}_2\text{CO}_3) + V(\text{Na}_3\text{PO}_4) + V(\text{CaCl}_2) = 900 \text{ mL}$$

$$c(\text{Na}^+) = n/V = 1,00 \text{ mol dm}^{-3}$$

za izračun množine natrijevih iona u prvoj otopini

0,5 bodova

za izračun množine natrijevih iona u drugoj otopini

0,5 bodova

za izračun ukupne množine natrijevih iona

0,5 bodova

za izračun ukupnog volumena smjese

0,5 bodova

za korektnu primjenu mjernih jedinica

0,5 bodova

za točno konačno numeričko rješenje

0,5 bodova

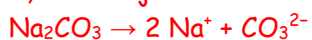
/6x  
0,5

**Ako je konačno rješenje točno, a postupak drugačiji, dati sve bodove.**

**11.c)** Koja je od navedene tri početne otopine imala najveći osmotski tlak? Odgovor potkrijepi računom.

$$\Pi = i \cdot c \cdot T \cdot R$$

$T$ ,  $R$  i  $c$  su jednake kod svih otopina, razlikuju se samo po broju otopljenih čestica.



$$i = 3$$



$$i = 4$$



$$i = 3$$

/0,5

Najveći osmotski tlak imala je otopina \_\_\_\_\_.

**natrijevog fosfata**

/0,5

točni svi van't Hoffovi koeficijenti

0,5 bodova

za točan odgovor

0,5 bodova

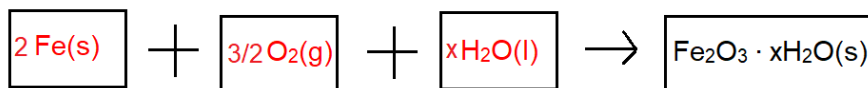
4,5

UKUPNO BODOVA NA 9. STRANICI :

4,5

- 12.** Unesi u kvadratiće kemijske formule tvari, potrebne stehiometrijske brojeve i agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

**12.a)** Reakcijska shema prikazuje koroziju.



/3x  
0,5

da su točne sve kemijske formule

0,5 bodova

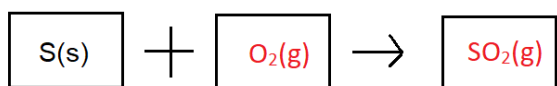
da su točni svi stehiometrijski koeficijent i

0,5 bodova

da su točna sva agregacijska stanja

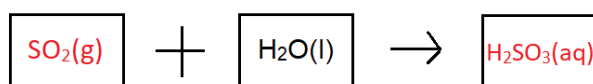
0,5 bodova

**12.b)** Reakcijska shema prikazuje nastajanje tvari **K** koja će promijeniti boju plavog lakmus papira. Atomi sumpora su u tvari **K** u oksidacijskom stanju +IV.



međuprodukt O

/4x  
0,5



međuprodukt O

tvar K

da su točne sve kemijske formule

0,5 bodova

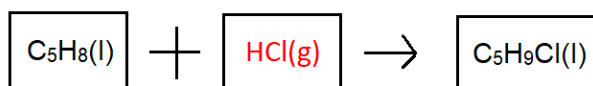
da su točni svi stehiometrijski koeficijent i

0,5 bodova

da su točna sva agregacijska stanja

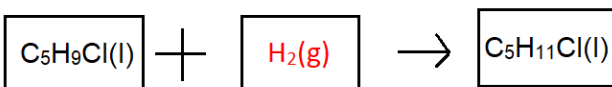
0,5 bodova

**12.c)** Reakcijska shema prikazuje nastajanje organskog spoja  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ .



međuprodukt P

/2x  
0,5



međuprodukt P

da su točne sve kemijske formule

0,5 bodova

da su točni svi stehiometrijski koeficijent i

0,5 bodova

da su točna sva agregacijska stanja

0,5 bodova

4,5

UKUPNO BODOVA NA 10. STRANICI :

4,5

**13.** 13.a) Poredaj sljedeće tvari po porastu tališta od najnižeg prema najvišem: voda, željezo, živa, argon, kalcij i sumporovodik.

argon, sumporovodik, živa, voda, kalcij, željezo

/0,5

13.b) Koliko vodikovih veza najčešće tvore molekule vode?

Četiri vodikove veze.

/0,5

13.c) Jedna od tvari navedenih u tekstu zadatka 13.a burno reagira s vodom. Napiši jednadžbu te reakcije i označi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

JKR:



/3x

0,5

za ispravno napisane sve reaktante i produkte

0,5 bodova

da je zapis izjednačen po masi (i naboju)

0,5 bodova

da su korektno pripisana sva agregacijska stanja

0,5 bodova

13.d) Jedna od tvari navedenih u tekstu zadatka 13.a dolazi u obliku dvovalentnih i trovalentnih iona. Napiši raspored elektrona po ljuskama za neutralni atom tog kemijskog elementa.

2 8 14 2

/0,5

13.e) Neke od tvari navedenih u tekstu zadatka 13.a su elementarne tvari. Koja od njih ima najvišu energiju ionizacije?

argon

/0,5

3,5

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

6. stranica

7. stranica

8. stranica

9. stranica

10. stranica

11. stranica

Ukupni bodovi

<input type="text"/>	40
----------------------	----

UKUPNO BODOVA NA 11. STRANICI :

3,5