

**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. Ispravljani 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 lanthanoidi	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]			

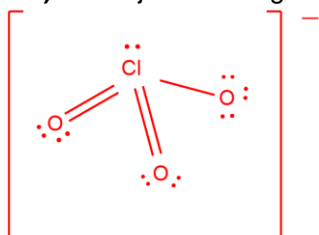
ostv. maks.

1. 1.a) Koja molekula **nema** planarnu strukturu? Zaokruži točan odgovor.

- A. BCl_3
☒ B. ClO_3^-
 C. SO_3
 D. CO_3^{2-}
 E. NO_3^-

/0,5

1.b) Nacrtaj Lewisovu građu te molekule tako da se na crtežu vidi i njezina prostorna građa.

/3x
0,5

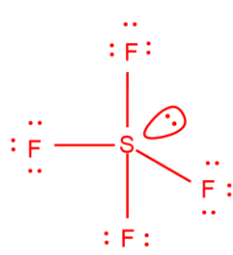
prikazani svi valentni elektroni
 korektna Lewisova strukturna formula
 naznačena prostorna građa

0,5 bodova

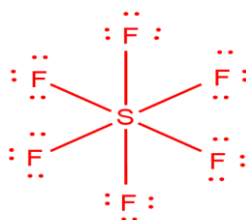
0,5 bodova

0,5 bodova

2

2. 2.a) Nacrtaj Lewisove strukturne formule molekula SF_4 i SF_6 tako da se na crtežu vidi i njihova prostorna građa. Napiši kakva će biti prostorna građa navedenih molekula prema VSEPR-teoriji.

poput ljuljačke



oktaedar

/6x
0,5

navedeni svi valentni elektroni u prikazu

2 x 0,5 bodova

jasno naznačena prostorna građa

2 x 0,5 bodova

točno napisana prostorna građa

2 x 0,5 bodova

2.b) Objasni koja će od dviju molekula iz teksta zadatka 2.a) biti reaktivnija.

Molekula SF_4 ima nevezni elektronski par pa je polarno građena molekula i stoga reaktivnija od molekule SF_6 .

da ima nevezni elektronski par

0,5 bodova

da je polarna

0,5 bodova

4

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

6

3. U tablici je prikazano osam energija ionizacije nekih kemijskih elemenata.

Element	Energija ionizacije ($E / \text{kJ mol}^{-1}$)							
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
A	1310	3390	5300	7470	10980	13330	71330	84080
E	580	1820	2740	11580	14830	18380	23300	27460
M	1520	2670	3930	5770	7240	8780	11990	13840
X	1060	1900	2910	4960	6270	21270	25400	29850
Z	420	3050	4400	5870	7960	9630	11320	13110

Usporedi međusobno energije ionizacije jednog kemijskog elementa i usporedi pojedine energije ionizacije različitih kemijskih elemenata. Na osnovi tih usporedbi odgovori:

3.a) Koji su kemijski elementi vjerojatno metali, a koji nemetali?

Metali: _____

E, Z

Nemetali: _____

A, M i X

/2x
0,5

Napomena: Priznaje se samo potpuno točan odgovor.

Napiši na čemu temeljiš svoj odgovor.

Metali imaju nisku 1. energiju ionizacije.

/0,5

b) Kojim skupinama periodnog sustava elemenata pripadaju kemijski elementi **A**, **E**, **M**, **X** i **Z**? Uz oznake kemijskih elemenata napiši imena skupina kojima pripadaju.

Odgovor:

A _____
16. skupina, Halkogeni elementi

E _____
13. skupina, Borova skupina

M _____
18. skupina, Plemeniti plinovi

X _____
15. skupina, Dušikova skupina

Z _____
1. skupina, Alkalijski metali

/5x
0,5

4

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

4

4. Gustoća para aluminijeva klorida mjerena je pri 200 °C i 800 °C, pri standardnom atmosferskom tlaku (100 000 Pa) dobivene su sljedeće vrijednosti:

Temperatura / °C	200	800
Gustoća /(g dm ⁻³)	6,7	1,5

Izračunaj relativne molekulske mase aluminijevog klorida u zadanim uvjetima i napiši njihove molekulske formule.

Postupak:

pri $t = 200\text{ °C}$

$$m(\text{aluminijev klorid}) = 6,7\text{ g}$$

$$V(\text{aluminijev klorid}) = 1,0\text{ dm}^3$$

$$M_r(\text{aluminijev klorid}) = ?$$

$$T = 473\text{ K}$$

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

$$n = \frac{p \times V}{R \times T}$$

$$= \frac{10^5 \text{ Nm}^{-2} \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \text{ Nm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 473\text{ K}}$$

$$= 0,0254\text{ mol}$$

$$M = \frac{m}{n} = \frac{6,7\text{ g}}{0,025\text{ mol}} = 268\text{ g mol}^{-1}$$

$$\frac{M(\text{aluminij klorid})}{M(\text{AlCl}_3)} = \frac{268\text{ g mol}^{-1}}{133,3\text{ g mol}^{-1}} = 2,01 \approx 2$$

/0,5

/0,5

/0,5

pri $t = 800\text{ °C}$

$$m(\text{aluminijev klorid}) = 1,5\text{ g}$$

$$V(\text{aluminijev klorid}) = 1\text{ dm}^3$$

$$M_r(\text{aluminijev klorid}) = ?$$

$$T = 1073\text{ K}$$

$$n = \frac{10^5 \text{ Nm}^{-2} \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \text{ Nm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 1073\text{ K}}$$

$$= 0,0112\text{ mol}$$

$$M = \frac{m}{n} = \frac{1,5\text{ g}}{0,0112\text{ mol}} = 133,93\text{ g mol}^{-1}$$

$$\frac{M(\text{aluminij klorid})}{M(\text{AlCl}_3)} = \frac{133,93\text{ g mol}^{-1}}{133,3\text{ g mol}^{-1}} = 1,005 \approx 1$$

/0,5

/0,5

/0,5

Molekulska formula pri 200 °C je: _____.



Molekulska formula pri 800 °C je: _____.



/0,5

/0,5

Napomena: Učenik dobiva maksimalan broj bodova ako je zadatak točno riješio na drugi način.

4

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

4

5. Napiši kemijske nazive sljedećih tvari:

- a) $\text{Ba}(\text{ClO})_2$ _____
 barijev hipoklorit
- b) $\text{Al}(\text{ClO}_2)_3$ _____
 aluminijev klorit
- c) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ _____
 kalcijski dihidrogenfosfat
- d) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$ _____
 butan-2-on ili etil-metil-keton

/4x
0,5

2

6. 6.a) Od ponuđenih međumolekulskih interakcija odaberi one koje se javljaju između molekula estera:

- ☒ A) dipol-dipol interakcije
☐ B) vodikove veze
☒ C) inducirani dipol-inducirani dipol

/1

Nema parcijalnog bodovanja.

Odgovor potkrijepite argumentima koji se temelje na:

6.b) molekulskoj strukturi estera

Karbonilne skupine, $\text{C}=\text{O}$ veze, su polarne. Stoga se između molekula estera javljaju dipol-dipol interakcije. Ugljikovodični dijelovi molekula su nepolarni pa se među njima javljaju interakcije inducirani dipol-inducirani dipol.

/2x
0,5

polarnost karbonilnih skupina

0,5 bodova

nepolarnost ugljikovodičnih dijelova

0,5 bodova

6.c) fizikalnim svojstvima jednostavnijih estera

Jednostavniji esteri su hlapljive tekućine i imaju niska vrelišta.

/2x
0,5

da su hlapljivi

0,5 bodova

da imaju niska vrelišta

0,5 bodova

3

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

5

7. U pojedinim skupinama hidrida odredi spoj s najvišim i spoj s najnižim vrelištem.

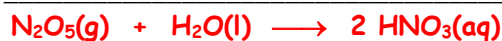
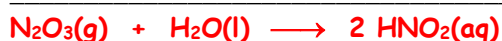
Skupine hidrida	Najviše vrelište	Najniže vrelište
7.a) H ₂ O, H ₂ S, H ₂ Se i H ₂ Te	H ₂ O	H ₂ S
7.b) NH ₃ , PH ₃ , AsH ₃ , SbH ₃ i BiH ₃	BiH ₃	PH ₃

/4x
0,5

2

8. 8.a) Oksidi: P₄O₁₀, N₂O₃, As₄O₆, N₂O₅ su topljivi u vodi.

Napiši jednadžbe kemijskih reakcija sljedećih oksida s vodom. Navedi oznake agregacijskih stanja svih reaktanata i produkata.



za točno napisan produkt

4 x 0,5 bodova

zapis izjednačen po masi

4 x 0,5 bodova

točno navedena sva agregacijska stanja

4 x 0,5 bodova

- 8.b) U koju vrstu tvari spadaju vodene otopine dobivene reakcijom oksida iz teksta zadatka 8.a) s vodom?

kiseline

/0,5

- 8.c) Kako bi se u tim otopinama obojio metiloranž?

Pocrvenio bi

/0,5

7

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

9

9. 9.a) Izračunaj vrijednost energije emitiranoga elektromagnetskog zračenja, ako elektron u vodikovu atomu prijeđe iz četvrte ($n = 4$) u drugu ljusku ($n = 2$). Potrebni podatci nalaze se u priloženoj tablici.

TABLICA PODATAKA	
BROJ LJUSKE	E / J
5	$-8,651 \times 10^{-20}$
4	$-1,362 \times 10^{-19}$
3	$-2,403 \times 10^{-19}$
2	$-5,447 \times 10^{-19}$
1	$-2,179 \times 10^{-18}$

Postupak:

$$\Delta E = E_4 - E_2$$

$$\Delta E = -1,362 \times 10^{-19} \text{ J} - (-5,447 \times 10^{-19} \text{ J})$$

$$\Delta E = 4,085 \times 10^{-19} \text{ J}$$

/2x
0,5

dobro postavljen izraz za izračun u energiji
točno izračunata vrijednost razlike u energiji

0,5 bodova
0,5 bodova

- 9.b) Kolika je, izraženo u nanometrima, valna duljina emitiranoga elektromagnetskog zračenja? ($h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ Js}$)

$$\lambda = \frac{h \times c}{E} = \frac{6,62 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{4,085 \times 10^{-19} \text{ J}} = 486,2 \times 10^{-7} \text{ m} = 486,2 \text{ nm}$$

/2x
0,5

dobro postavljen izraz za izračun valne duljine
točno izračunata valna duljina izražena u nanometrima

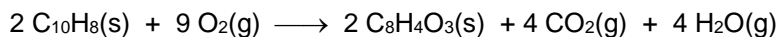
0,5 bodova
0,5 bodova

2

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

2

- 10.** U industriji plastičnih masa troši se mnogo ftalnoga anhidrida ($C_8H_4O_3$) koji nastaje kontroliranom oksidacijom naftalena prema jednadžbi kemijske reakcije:



Tijekom reakcije dio naftalena oksidira u druge produkte, stoga je najveće moguće iskorištenje reakcije 70 %. Kolika je masa ftalnoga anhidrida koji se može proizvesti u praksi iz 43,4 kg naftalena?

Postupak:

$$m(C_{10}H_8) = 43,4 \text{ kg} = 43\,400 \text{ g}$$

$$\eta = 70 \%$$

$$m(C_8H_4O_3) = ?$$

$$n(C_{10}H_8) = \frac{m(C_{10}H_8)}{M(C_{10}H_8)} = \frac{43400 \text{ g}}{128,164 \text{ g mol}^{-1}} = \underline{338,63 \text{ mol}}$$

$$M(C_{10}H_8) = 128,164 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\frac{n(C_{10}H_8)}{n(C_8H_4O_3)} = \frac{2}{2} = \frac{1}{1}$$

$$n(C_{10}H_8) = n(C_8H_4O_3) = 338,63 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} m(C_8H_4O_3) &= n(C_8H_4O_3) \times M(C_8H_4O_3) \\ &= 338,63 \text{ mol} \times 148,112 \text{ g mol}^{-1} \\ &= 50\,155,17 \text{ g} = \underline{50,16 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$m(C_8H_4O_3) = \underline{35,11 \text{ kg}} \text{ uz iskorištenje, } \eta = 70 \%$$

za dobro postavljene izraz za izračun množine naftalena

0,5 bodova

za povezivanje množine naftalena i ftalnog anhidrida

0,5 bodova

za točan izračun mase ftalnog anhidrida

0,5 bodova

za korektnu uporabu mjernih jedinica

0,5 bodova

/4x
0,5

2

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

2

- 11.** Jedan organski spoj sastoji se od atoma ugljika, vodika i kisika. Spaljivanjem uzorka toga spoja mase 0,576 mg dobiveno je 0,844 mg ugljikovog(IV) oksida i 0,340 mg vode. Relativna molekulska masa spoja je 180. Izračunaj empirijsku i molekulsku formulu spoja.

$$m(\text{org. spoja}) = 0,576 \text{ mg} = 5,76 \times 10^{-4} \text{ g}$$

$$m(\text{CO}_2) = 0,844 \text{ mg} = 8,44 \times 10^{-4} \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,340 \text{ mg} = 3,40 \times 10^{-4} \text{ g}$$

$$M_r(\text{org. spoja}) = 180$$

emp. formula spoja = ?

mol. formula spoja = ?

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2)$$

$$\frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)}$$

$$m(\text{C}) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} \times M(\text{C})$$

$$m(\text{C}) = \frac{8,44 \times 10^{-4} \text{ g}}{44,0 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$m(\text{C}) = 2,30 \times 10^{-4} \text{ g}$$

$$m(\text{O}) = m(\text{uzorka}) - [m(\text{C}) + m(\text{H})]$$

$$m(\text{O}) = 5,76 \times 10^{-4} \text{ g} - 2,68 \times 10^{-4} \text{ g}$$

$$m(\text{O}) = 3,08 \times 10^{-4} \text{ g}$$

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

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

$$= \frac{2,30 \times 10^{-4} \text{ g}}{12,0 \text{ g mol}^{-1}} : \frac{3,82 \times 10^{-5} \text{ g}}{1,01 \text{ g mol}^{-1}} : \frac{3,08 \times 10^{-4} \text{ g}}{16,0 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$= 1,92 \times 10^{-5} \text{ mol} : 3,78 \times 10^{-5} \text{ mol} : 1,93 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$= 1 : 2 : 1$$

Empirijska formula spoja je: _____



$$\frac{Mr(\text{spoja})}{Mr(\text{CH}_2\text{O})} = \frac{180}{30} = 6$$

Molekulska formula spoja je: _____



za povezivanje množine atoma ugljika i množine molekula CO_2

0,5 bodova

za točan izračun mase ugljika u uzorku spoja

0,5 bodova

za povezivanje množine atoma vodika i množine molekula vode

0,5 bodova

za točan izračun mase vodika u uzorku spoja

0,5 bodova

za točan izračun mase kisika u uzorku spoja

0,5 bodova

za dobro postavljen omjer množina pojedinih vrsta atoma u uzorku spoja

0,5 bodova

za točnu empirijsku formulu

0,5 bodova

za točnu molekulsku formulu

0,5 bodova

Napomena: Učenik dobiva maksimalan broj bodova ako je zadatak točno riješio na drugi način.

/8x
0,5

4

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

4

- 12.** Kraljica Elizabeta II. naručila je krunu od čistog zlata. Kako bi bila sigurna da je kruna načinjena od čistog zlata zatražila je u jednom laboratoriju da se utvrdi je li kruna od čistog zlata ili je zlatar umiješao i neki drugi metal.

12.a) Masa krune bila je 2,510 kg. Kruna ove mase, ako je napravljena od čistog zlata, trebala je istisnuti iz posude 0,130 dm³ vode gustoće 0,997 kg dm⁻³. Međutim, kruna je istisnula 0,1539 dm³ vode. Ako je maseni udio drugog metala u kruni bio 0,100, koji je od navedenih metala bio pomiješan sa zlatom?

Metal	Gustoća [kg dm ⁻³]
Cu	8,9
Ag	10,5
Au	19,3
Pt	21,5

Postupak:

$$m(\text{kruna}) = 2,510 \text{ kg}$$

$$V_1(\text{voda}) = 0,130 \text{ dm}^3$$

$$V_2(\text{voda}) = 0,1539 \text{ dm}^3$$

$$V_2(\text{voda}) - V_1(\text{voda}) = 0,1539 \text{ dm}^3 - 0,130 \text{ dm}^3 = 0,0239 \text{ dm}^3$$

$$\rho(\text{metal}) = \frac{m(\text{kruna}) \times 0,100}{(V_2 - V_1)} = \frac{2,510 \text{ kg} \times 0,100}{0,0239 \text{ dm}^3} = 10,5 \text{ kg dm}^{-3}$$

Ime dodanog metala je: _____ .

srebro

/3x
0,5

za dobro postavljen izraz za izračun gustoće metala

0,5 bodova

za točno izračunatu gustoću metala

0,5 bodova

točna vrsta dodanog metala

0,5 bodova

Napomena: Mora biti vidljiv korektan izračun da bi se dobili bodovi. Prihvaća se i drugačiji smislen način izračuna.

12.b) Napiši raspored elektrona po ljuskama za atom zlata.

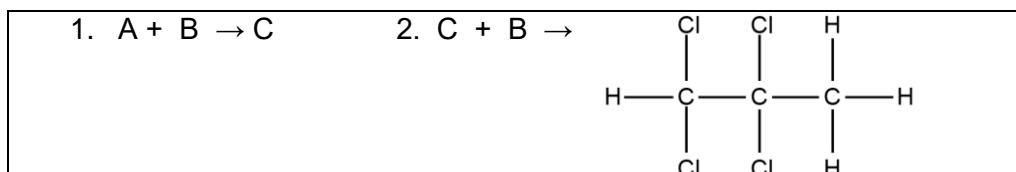
2, 8, 18, 32, 18, 1

/0,5

2

UKUPNO BODOVA NA 9. STRANICI :

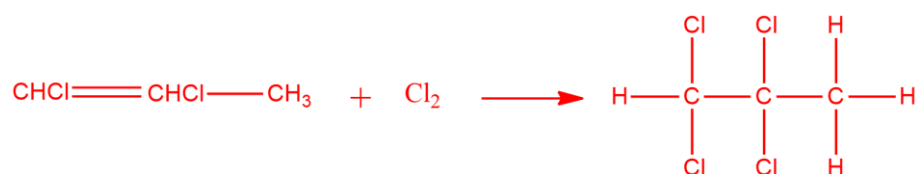
2

13. Prouči reakcijsku shemu.**13.a)** Napiši odgovarajuće jednačbe kemijskih reakcija.

1. _____



2. _____

/2x
0,5**13.b)** Navedi imena produkata prema IUPAC-ovoj nomenklaturi.

1. _____

1,2-diklorpropen

2. _____

1,1,2,2-tetraklorpropan/2x
0,5

2

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

6. stranica

7. stranica

8. stranica

9. stranica

10.
stranica

Ukupni bodovi

	40
--	----

UKUPNO BODOVA NA 10. STRANICI :

2