

Županijsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 1.** Trivijalna imena kemijskih spojeva ne sadržavaju podatke o sastavu ili građi, ali se unatoč tomu često koriste. Svakomu trivijalnom imenu pridruži odgovarajuće sustavno ime kemijskoga spoja.

Trivijalno ime	Sustavno ime
oksalna kiselina	etanska dikiselina
kristalna soda	natrijev karbonat dekahidrat
glicerol	propan-1,2,3-triol
sadra	kalcijev sulfat dihidrat
vinil-klorid	kloreten
solna kiselina	klorovodična kiselina

za svaki točan odgovor 0,5 bodova

6 × 0,5 = 3 boda

ostv.	maks.
	3

- 2.** Jednadžbom kemijske reakcije uz oznake agregacijskih stanja prikaži navedene kemijske promjene.

- 2.a)** Reakcija natrijeve lužine sa silicijevim(IV) oksidom iz stakla.



- 2.b)** Reakcija kalcijeva hidrida i vode.



- 2.c)** Reakcija aluminijeva oksida i kalijeve lužine.



- 2.d)** Reakcija kalcijeva karbida i vode.



Napomene uz JKR: točno navedeni svi reaktanti i produkti, zapis izjednačen po masi i naboju: 1 bod; agregacijska stanja: 0,5 bodova.

Priznati napisano i u ionskome obliku.

4 × 1,5 = 6 bodova

ostv.	maks.
	6

Županijsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

3. Usporedi fizikalna svojstva navedenih organskih spojeva približno jednakih molarnih masa i odgovori na postavljena pitanja:

butan-1-ol, metil-etanoat, propanska kiselina i 2-metilbutan.

3.a) Navedene spojeve poredaj prema porastu vrelišta pri istome tlaku od najnižega prema najvišemu.

2-metilbutan < metil-etanoat < butan-1-ol < propanska kiselina 1 bod

3.b) Napiši naziv onoga konstitucijskog izomera 2-metilbutana koji ima najniže vrelište.

2,2-dimetilpropan 0,5 bodova

3.c) Koji je od navedenih spojeva najbolje topljiv u vodi?

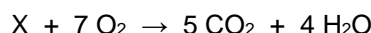
propanska kiselina 0,5 bodova

3.d) Napiši naziv dominantnih međumolekulskih interakcija između molekula 2-metilbutana?

Londonove sile ili disperzijske sile ili inducirani dipol–inducirani dipol 0,5 bodova

ostv.	maks.
	2,5

4. Spoj X nezasićeni je aciklički ugljikovodik u kojemu nema trostrukih kovalentnih veza. Gorenje spoja X prikazano je sljedećom jednačbom kemijske reakcije:



4.a) Odredi molekulska formulu spoja X.

Molekulska je formula ugljikovodika: C₅H₈

točna molekulska formula 0,5 bodova

4.b) Spoj Y konstitucijski je izomer spoja X. U spoju X dvostruke su veze izolirane, a u spoju Y konjugirane. Spoj Y ima samo jedan diastereomer. Odredi sustavna imena spojeva X i Y.

Sustavno ime spoja X: penta-1,4-dien

Sustavno ime spoja Y: 2-metilbuta-1,3-dien

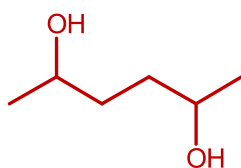
točno napisano sustavno ime spoja X 1 bod
točno napisano sustavno ime spoja Y 1 bod

4.c) Neki konstitucijski izomeri spojeva X i Y cikličke su strukture. Strukturnom formulom prikaži molekulu onoga cikličkog izomera spojeva X i Y čiji je prsten najstabilniji.



točno nacrtana strukturna formula ciklopentena 1 bod

4.d) Strukturnom formulom prikaži molekulu produkta potpunoga hidriranja spoja heksa-1,5-diena u kiselim reakcijskim uvjetima pri povišenome tlaku i temperaturi.



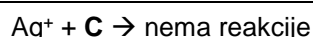
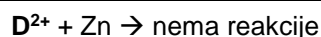
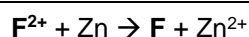
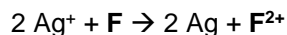
točno nacrtana strukturna formula heksan-2,5-diola 1 bod

ostv.	Maks.
	4,5

Ukupno bodova na stranici 2:

ostv.	maks.
	7

- 5.** Proučavajući kemijska svojstva metala učenik je napravio pokus s odabranim metalima i njihovim otopinama. Ispitao je svojstva srebra, cinka i još tri nepoznata metala označena slovima **C**, **D** i **F**. Poznati su standardni redukcijski potencijali $E^\circ(\text{Ag}/\text{Ag}^+) = 0,799 \text{ V}$ i $E^\circ(\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}) = -0,760 \text{ V}$. Nakon provedenih pokusa zabilježio je sljedeće:



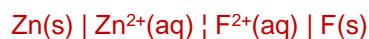
- 5.a)** Poredaj metale, Ag, Zn, **C**, **D** i **F** prema povećanju vrijednosti standardnoga redukcijskog potencijala.



pravilno poredani metali

1 bod

- 5.b)** Prikaži shematski galvanski članak koji se sastoji od cinkove elektrode i elektrode metala **F**.



pravilno prikazan članak, priznati i s oznakom elektrolitskoga mosta (||)

1 bod

- 5.c)** Učenik je pločicu cinka mase 2,50 g uronio u vodenu otopinu srebrovih iona. Nakon nekoga vremena pločicu je izvadio iz otopine, osušio je i izvagao. Masa pločice iznosila je 3,37 g. Izračunaj masu srebra istaloženoga na pločici.



$$m(\text{pločica nakon taloženja}) = m(\text{početna}) - m(\text{Zn, oksidirani}) + m(\text{Ag, reducirani})$$

$$m(\text{Ag, reducirani}) = m(\text{pločica nakon taloženja}) - m(\text{početna}) + m(\text{Zn, oksidirani})$$

$$\frac{n(\text{Ag})}{n(\text{Zn})} = \frac{2}{1} \quad n(\text{Ag, reducirani}) = 2 \cdot n(\text{Zn, oksidirani})$$

$$m(\text{Zn, oksidirani}) = \frac{m(\text{Ag, reducirani}) \cdot M(\text{Zn})}{2 \cdot M(\text{Ag})}$$

$$m(\text{Ag, reducirani}) = 3,37 \text{ g} - 2,5 \text{ g} + \frac{m(\text{Ag, reducirani}) \cdot 65,38 \text{ g mol}^{-1}}{2 \cdot 107,9 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$m(\text{Ag, reducirani}) = 1,25 \text{ g}$$

točno postavljen izraz za masu pločice nakon taloženja

0,5 bodova

točno postavljeni omjeri množina srebra i cinka

0,5 bodova

točna postavljen izrazi za masu oksidiranoga cinka

0,5 bodova

točno izračunana masa istaloženoga srebra

0,5 bodova

Napomena: Ako je konačno rješenje točno uz drukčiji, ali pravilan postupak, dodijeliti maksimalan broj bodova.

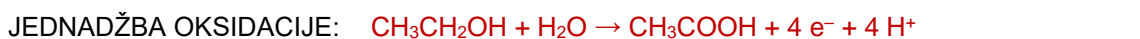
ostv.	maks.
	4,0

Županijsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.

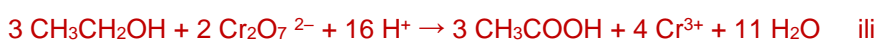
Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 6.** Oksidacijskim sredstvima primarne alkohole i aldehide moguće je oksidirati do karboksilnih kiselina, a sekundarne do ketona. Kao oksidacijsko sredstvo djeluje i diaminsrebrov(I) ion, a koristi se u reakcijama za dokazivanje prisutnosti aldehidne skupine.
- 6.a)** Razrijeđenoj vodenoj otopini kalijeva dikromata zakiseljenoj sumpornom kiselinom dodan je alkohol etanol i sadržaj je lagano zagrijan. Dodatak etanola prouzročuje promjenu boje otopine iz narančaste u zelenu. Napiši jednadžbe oksidacije i redukcije te ukupnu jednadžbu redoks-reakcije etanola i kalijeva dikromata ako je konačni organski produkt odgovarajuća karboksilna kiselina.



UKUPNA JEDNADŽBA REDOKS-REAKCIJE:



točno napisana jednadžba oksidacije

točno napisana jednadžba redukcije

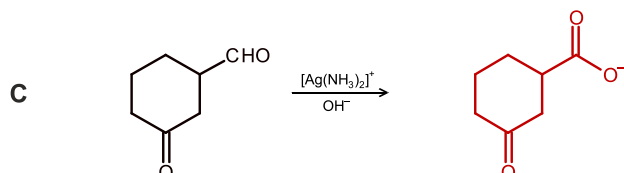
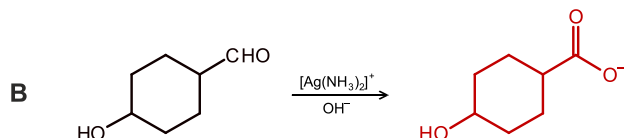
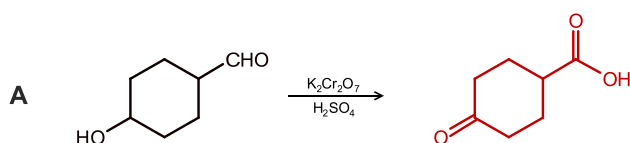
točno napisana ukupna jednadžba

1 bod

1 bod

1 bod

- 6.b)** Strukturnim formulama prikaži glavne organske produkte sljedećih reakcija:



točne strukturne formule produkata reakcija A, B, C

3 × 1 = 3 boda

- 6.c)** Za dokazivanje prisutnosti aldehidne skupine u molekuli galaktoze korišten je Tollensov reagens. Izračunaj masu srebra nastaloga reakcijom Tollensova reagensa s 5,00 cm³ vodene otopine galaktoze gustoće 1,0250 g cm⁻³ i masenoga udjela galaktoze 5,00 %.

$m(\text{otopina}) = \rho \cdot V = 5,13 \text{ g}$

$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,256 \text{ g}$

$n(\text{Ag}) = 2 \cdot n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$

$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 1,42 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$n(\text{Ag}) = 2,84 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$m(\text{Ag}) = 0,307 \text{ g}$

točno izračunanu masu otopine

točno izračunanu masu galaktoze

točan omjer množina galaktoze i srebra

točno izračunana množina galaktoze

točno izračunana množina srebra

točno izračunanu masu srebra

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

ostv.	maks.
	9

Ukupno bodova na stranici 4:

ostv.	maks.
	9

7. Kvantitativnom analizom neke monoprotonske organske kiseline određeni su maseni udjeli ugljika i vodika, a molarna masa kiseline određena je neutralizacijom.

7.a) Odredi empirijsku formulu kiseline ako je maseni udio ugljika 40,0 % i vodika 6,7 %.

$$w(O) = 53,3 \%$$

$$N(C) : N(H) : N(O) = \frac{40,0}{12,01} : \frac{6,7}{1,008} : \frac{53,3}{16,00}$$

$$N(C) : N(H) : N(O) = 3,33 : 6,65 : 3,33$$

$$N(C) : N(H) : N(O) = 1 : 2 : 1$$

empirijska formula: CH₂O

točan izraz koji povezuje brojnost atoma ugljika, vodika i kisika

0,5 bodova

točan brojčani omjer broja atoma ugljika, vodika i kisika

0,5 bodova

točno napisana empirijska formula spoja

0,5 bodova

7.b) Otapanjem 1,00 g monoprotonske kiseline u vodi pripravljeno je 50,0 mL otopine. Vodena otopina te kiseline titrirana je natrijevom lužinom množinske koncentracije 0,300 mol L⁻¹ uz fenolftalein kao indikator. Promjena boje indikatora primijećena je nakon utrošenih 37,0 mL lužine. Na temelju rezultata dobivenih titracijom odredi molarnu masu organske kiseline i napiši njezinu molekulsku formulu.

$$n(\text{kiselina}) = n(\text{NaOH})$$

$$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})$$

$$n(\text{NaOH}) = 0,0111 \text{ mol}$$

$$M(\text{kiselina}) = \frac{1,00 \text{ g}}{0,0111 \text{ mol}} = 90,1 \text{ g / mol}$$

$$\frac{M_r(\text{kiselina})}{M_r(\text{CH}_2\text{O})} = 3$$

molarna masa kiseline: 90,1 g / mol

molekulska formula kiseline: C₃H₆O₃

točni omjeri množina kiseline i lužine

0,5 bodova

točna množina natrijeve lužine

0,5 bodova

točna molarna masa kiseline

0,5 bodova

točno napisana molekulska formula spoja

0,5 bodova

7.c) Konstanta disocijacije kiseline određena je mjerenjem vrijednosti pH tijekom titracije otopine pripravljene kao u zadatku **7.b**. Izračunaj konstantu disocijacije kiseline ako je nakon dodatka 10,0 mL natrijeve lužine množinske koncentracije 0,300 mol L⁻¹ u 50,0 mL vodene otopine kiseline izmjerena vrijednost pH iznosila 3,43.

$$V(\text{ukupni}) = 60,0 \text{ mL}$$

$$c(\text{H}^+) = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$n(\text{nastala sol}) = n(\text{NaOH})_{\text{dodanog}} = 3,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$c(\text{nastala sol}) = 3,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 60,0 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 0,05 \text{ mol/L}$$

$$n(\text{kiselina}) = 0,0111 \text{ mol} - 0,003 \text{ mol} = 0,0081 \text{ mol}$$

$$c(\text{kiselina}) = 0,0081 \text{ mol} / 60,0 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 0,135 \text{ mol/L}$$

$$K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} = 1,37 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

točna koncentracija nastale soli

0,5 bodova

točna koncentracija kiseline

0,5 bodova

točna vrijednost konstante disocijacije kiseline i pripadajuća jedinica

1 bod

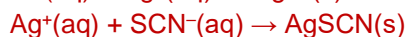
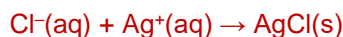
ostv.	maks.
	5,5

Županijsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 8.** Kloridi u uzorku urina volumena 1,00 dm³ određivani su taloženjem otopinom srebrova nitrata dodanom u suvišku.
 U 25,0 cm³ uzorka urina dodano je 50,0 cm³ vodene otopine srebrova nitrata množinske koncentracije 0,1241 mol / dm³.
 Za titraciju preostalih srebrovih iona utrošeno je 21,22 cm³ vodene otopine kalijeva tiocijanata množinske koncentracije 0,1211 mol / dm³.
 Izračunaj masu kloridnih iona u uzorku urina.
 Izračunaj maseni udio kloridnih iona u uzorku urina i izrazi ga u postotcima. Gustoća urina iznosi 1,012 g / cm³.



$$\frac{n(\text{SCN}^-)}{n(\text{Ag}^+)_{\text{suvišak}}} = \frac{1}{1}$$

$$n(\text{Ag}^+)_{\text{suvišak}} = 2,569 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{Cl}^-)}{n(\text{Ag}^+)} = \frac{1}{1}$$

$$n(\text{Ag}^+)_{\text{ukupna}} = 6,205 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{Ag}^+)_{\text{reakcija sa Cl}^-} = 6,205 \cdot 10^{-3} \text{ mol} - 2,569 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 3,636 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{Cl}^-) = 0,129 \text{ g u } 25 \text{ cm}^3$$

$$m(\text{Cl}^-) = 5,16 \text{ g u } 1000 \text{ cm}^3$$

$$w(\text{Cl}^-) = \frac{5,16 \text{ g}}{1012 \text{ g}} = 0,00510 = 0,510 \%$$

točno postavljene omjere množina srebrovih i tiocijanatnih iona	0,5 bodova
točno postavljene omjere množina srebrovih i kloridnih iona	0,5 bodova
točno izračunana ukupna množina srebrovih iona	0,5 bodova
točno izračunana množina srebrovih iona u suvišku	0,5 bodova
točno izračunana množina srebrovih iona za reakciju s kloridima	0,5 bodova
točno izračunana masa kloridnih iona u 25 mL uzorka	0,5 bodova
točno izračunana masa kloridnih iona u 1000 mL uzorka	0,5 bodova
točno izračunana masa uzorka urina	0,5 bodova
točno izračunana maseni udio klorida u %	0,5 bodova
Napomena: Ako je konačno rješenje točno uz drukčiji, ali pravilan postupak, dodjeliti maksimalan broj bodova.	
Jednadžbe se kemijskih reakcija ne boduju.	

ostv.	maks.
	4,5

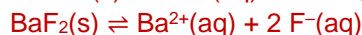
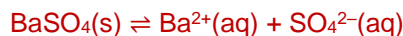
Županijsko natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

9. Konstanta ravnoteže otapanja (konstanta produkta topljivosti) barijeva sulfata iznosi $1 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$, a barijeva fluorida $1,7 \cdot 10^{-6} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}$ pri $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

9.a) Napiši jednačbe kemijskih reakcija otapanja navedenih soli u vodi i pripadajuće izraze za konstante ravnoteže otapanja soli.



$$K_s(\text{BaSO}_4) = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] \quad \text{ili} \quad K_s(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$$

$$K_s(\text{BaF}_2) = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{F}^{-}]^2 \quad \text{ili} \quad K_s(\text{BaF}_2) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{F}^{-})$$

točno napisan JKR otapanja barijeva sulfata u vodi uz pripadajuća agreg. stanja (strelicu ne bodovati)

1,5 bod

točno napisan JKR otapanja barijeva fluorida u vodi uz pripadajuća agreg. stanja (strelicu ne bodovati)

1,5 bod

točno napisan izraz za konstantu ravnoteže otapanja barijeva sulfata

0,5 bodova

točno napisan izraz za konstantu ravnoteže otapanja barijeva fluorida

0,5 bodova

9.b) Izračunaj množinske koncentracije zasićenih vodenih otopina navedenih soli i odredi koja je sol topljivija.

$$K_s(\text{BaSO}_4) = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = [\text{BaSO}_4]^2$$

$$[\text{BaSO}_4] = \sqrt{K_s} = \sqrt{10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}}$$

$$[\text{BaSO}_4] = 1 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = [\text{BaF}_2]$$

$$[\text{F}^{-}] = 2 \cdot [\text{BaF}_2]$$

$$K_s(\text{BaF}_2) = [\text{BaF}_2] \cdot \{2[\text{BaF}_2]\}^2$$

$$[\text{BaF}_2] = \sqrt[3]{\frac{1,7 \cdot 10^{-6} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}}{4}}$$

$$[\text{BaF}_2] = 7,52 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{BaF}_2] > [\text{BaSO}_4]$$

Topljivija sol je barijev fluorid.

točno izračunana koncentracija barijeva sulfata

0,5 bodova

točno izračunana koncentracija barijeva fluorida

0,5 bodova

točno određena topljivija sol

0,5 bodova

9.c) Kolika je najmanja množinska koncentracija sulfatnih iona potrebna da bi iz vodene otopine barijeva klorida množinske koncentracije $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$ započelo taloženje barijeva sulfata?

$$K_s(\text{BaSO}_4) = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

$$1 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6} = 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$$

točno uvrštena koncentracija u izraz za konstantu ravnoteže otapanja

0,5 bodova

točno izračunana koncentracija sulfatnih iona s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

ostv.	maks.
	6,5

10. 10.a) Otapanjem uzorka natrijeva klorida i saharoze ukupne mase 10,2 g u vodi pripremljeno je 250 mL otopine. Osmotski tlak otopine pri 23 °C iznosi 741,699 kPa. Izračunaj maseni udio natrijeva klorida u uzorku.

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

$$T = 296,15 \text{ K}$$

$$m(\text{NaCl}) + m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 10,2 \text{ g}$$

$$\frac{\Pi}{R \cdot T} = \frac{2 n(\text{NaCl})}{V(\text{otopina})} + \frac{n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})}{V(\text{otopina})}$$

$$\frac{\Pi}{R \cdot T} = \frac{2 m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl}) \cdot V(\text{otopina})} + \frac{m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})}{M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) \cdot V(\text{otopina})}$$

$$M_r(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 342,296$$

$$M_r(\text{NaCl}) = 58,44$$

$$m(\text{NaCl}) = 1,45 \text{ g}$$

$$w(\text{NaCl}) = 14,22 \%$$

točan izraz za izračun osmotskoga tlaka

0,5 bodova

točan izraz za ukupnu masu smjese

0,5 bodova

točno razrađen izraz za ukupnu koncentraciju otopine

0,5 bodova

točno izračunana masa natrijeva klorida

0,5 bodova

točno izračunan maseni udio natrijeva klorida

0,5 bodova

Napomena: Ako je konačno rješenje točno bez drukčiji, ali pravilan postupak, dodijeliti maksimalan broj bodova.

10.b) Pripremljene su vodene otopine četiriju različitih tvari jednakih množinskih koncentracija. Otopine su označene slovima A, B, C i D.

A: otopina fruktoze

B: otopina kalijeva hidroksida

C: otopina octene kiseline

D: otopina natrijeva sulfata

Na praznu crtu napiši slovo kojim je označena otopina koja ima:

najviše talište A

najviše vrelište D

najviši osmotski tlak D

najviši tlak vodene pare iznad otopine A

svaki točan odgovor 0,5 bodova

4 × 0,5 = 2 boda

ostv.	Maks.
	4,5

1. stranica 2. stranica 3. stranica 4. stranica

	+		+		+		+
--	---	--	---	--	---	--	---

5. stranica 6. stranica 7. stranica 8. stranica **Ukupni bodovi**

	+		+		+		=		50
--	---	--	---	--	---	--	---	--	-----------