

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

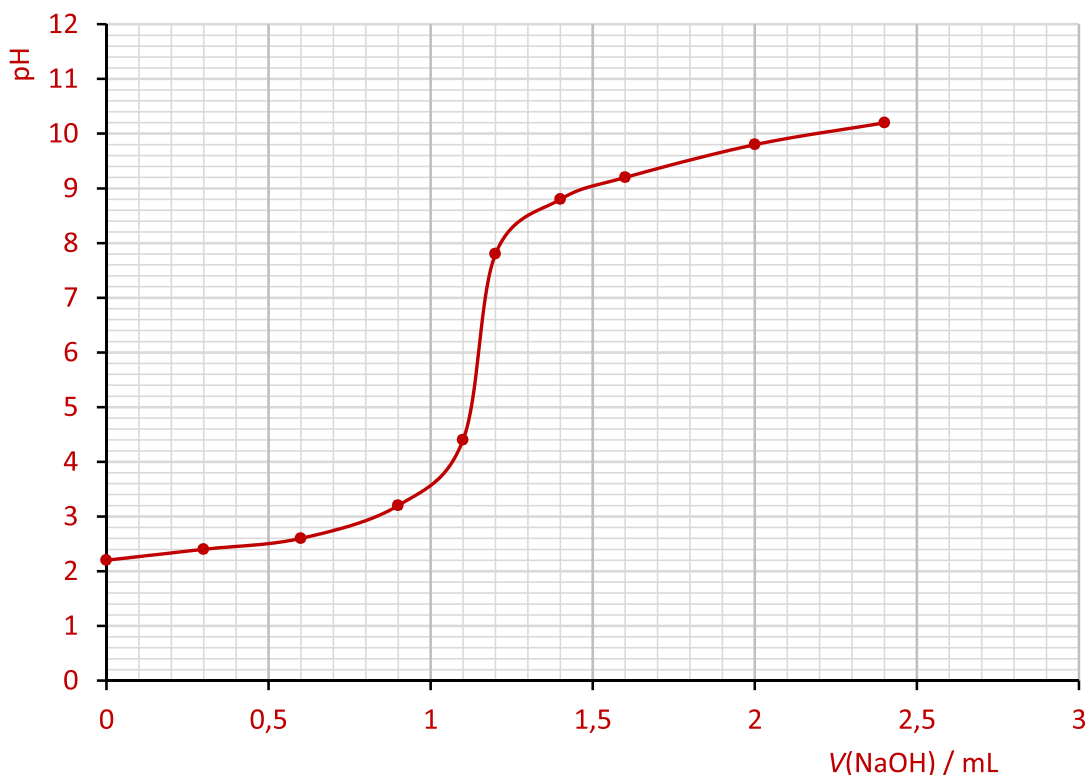
Zaporka: _____

1. Glutamin je jedna od najčešćih aminokiselina u čovjeka.

1.a) Proveden je postupak potencijometrijske titracije vodene otopine glutamina natrijevom lužinom tijekom kojega je mjerena promjena pH-vrijednosti otopine glutamina s pomoću pH-metra. Uzorak vodene otopine glutamina zakiseljen je s klorovodičnom kiselinom, a zatim je titriran natrijevom lužinom množinske koncentracije 50 mmol L⁻¹. Rezultati opisane titracije prikazani su u tablici.

V(NaOH)/mL	0,00	0,300	0,600	0,900	1,10	1,20	1,40	1,60	2,00	2,40
pH-vrijednost	2,20	2,40	2,60	3,20	4,40	7,80	8,80	9,20	9,80	10,2

Nacrtaj titracijsku krivulju koja prikazuje ovisnost pH-vrijednosti o volumenu dodane natrijeve lužine.



za točno označene apscisu i ordinatu
za točnu raspodjelu vrijednosti na apscisi i ordinati
za točno označene točke na dijagramu
za točno povezane točke na dijagramu u krivulju

1 bod
1 bod
1 bod
1 bod

1.b) Eksperimentalno su određene vrijednosti pK_a za aminokiselinu glutamin: $pK_a(1) = 2,17$; $pK_a(2) = 9,13$. Izračunaj izoelektričnu točku te aminokiseline.

$$pI = \frac{pK_a(1) + pK_a(2)}{2}$$

$$pI = \frac{2,17 + 9,13}{2} = 5,65$$

za točan izraz pI i točno rješenje

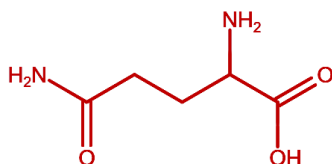
0,5 bodova

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

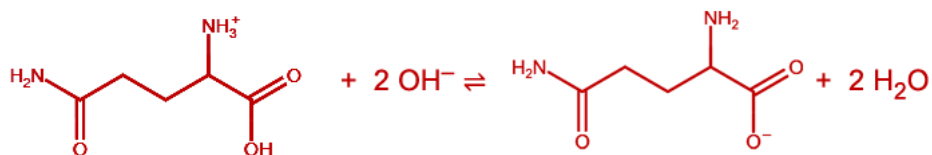
- 1.c)** Sustavni naziv aminokiseline glutamin jest 2-amino-4-karbamoilbutanska kiselina. Karbamoil- označava amidnu skupinu kao supstituent. Prikaži strukturnu formulu glutamina.



za točnu strukturnu formulu

1 bod

- 1.d)** Jednadžbom kemijske reakcije prikaži promjenu nakon dodatka 2 mL vodene otopine natrijeva hidroksida u vodenu otopinu glutamina pH-vrijednosti 1,00.

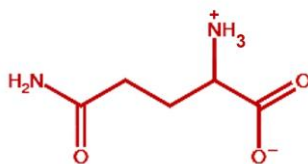


za točnu jednadžbu kemijske reakcije izjednačenu po masi i naboju

1 bod

Napomena: priznaje se i produkt u obliku dvostrukoga iona.

- 1.e)** Prikaži strukturnu formulu aminokiseline glutamina u obliku koji je dominantan u krvi zdravoga čovjeka.



za točnu strukturnu formulu

0,5 bodova

ostv.	maks.
	7

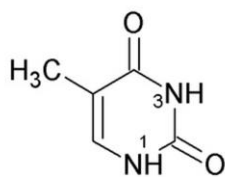
Državno natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.

Zadatci za 4. razred srednje škole

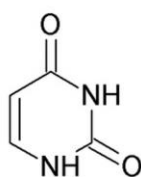
Zaporka: _____

2.

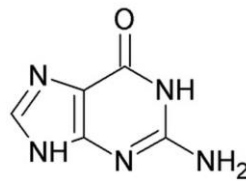
Pozorno promotri strukturne formule dušičnih baza u građi nukleinskih kiselina.



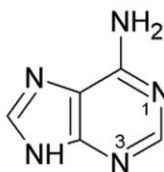
a) timin



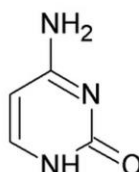
b) uracil



c) gvanin



d) adenin



e) citozin

2.a) Razvrstaj prikazane dušične baze prema razlikama u strukturi (1.) te prema vrsti nukleinske kiseline u čijoj građi sudjeluju (2.). U odgovorima koristi se slovima kojima su dušične baze označene.

1. purinske baze: c, d

pirimidinske baze: a, b, e

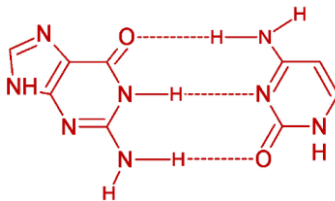
2. mitohondrijska DNA: a, c, d, e

m-RNA: b, c, d, e

za svaki potpuno točan redak 0,5 bodova

4 × 0,5 = 2 boda

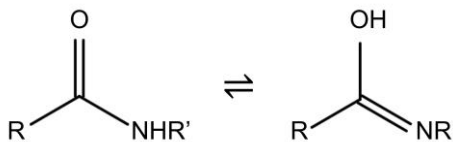
2.b) Prikaži dominantne međumolekulske interakcije između baza označenih slovima c) i e). Baze se nalaze u dvama komplementarnim lancima.



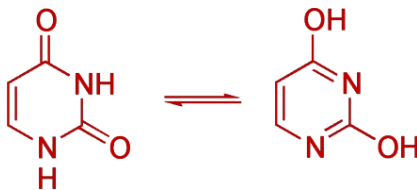
za točno povezane molekule vodikovim vezama

1 bod

2.c) Za prikazane dušične baze karakteristična je izomerizacija koja se može prikazati na sljedeći način:



Prikaži izomerizaciju dušične baze označene slovom b).



za točno prikazanu izomerizaciju

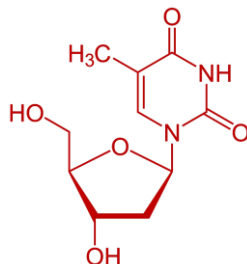
1 bod

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

2.d) Prikaži strukturnu formulu β -deoksiribonukleozida dušične baze označene slovom a).



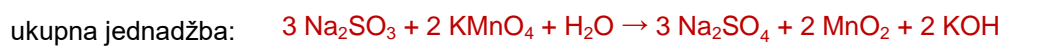
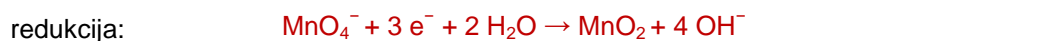
za točno prikazanu strukturnu formulu

1 bod

ostv.	maks.
	5

3. Učenik je proveo pokus ispitivanja oksidacijskih stanja mangana. U epruvetu je dodao vodenu otopinu kalijeva permanganata, vodenu otopinu natrijeva sulfita i destiliranu vodu.

3.a) Napiši jednadžbe polureakcija oksidacije i redukcije te ukupnu jednažbu kemijske reakcije. Produkti su kemijske reakcije manganov(IV) oksid, natrijev sulfat i kalijev hidroksid.



točno napisana jednadžba oksidacije
točno napisana jednadžba redukcije
točno napisana ukupna jednadžba

1 bod
1 bod
0,5 bodova

3.b) Prikaži Lewisove strukturne formule permanganatnoga iona i sulfitnoga iona. Navedi nazive prostornih oblika navedenih kemijskih vrsta prema teoriji VSEPR. Odgovore upiši u priloženu tablicu.

Kemijski spoj	Lewisova formula	Prostorni oblik
Permanganatni ion		tetraedarski
Sulfitni ion		trigonska piramida

za svaku točnu Lewisovu formulu 1 bod
za svaki točni prostorni oblik 0,5 bodova

$2 \times 1 = 2$ boda
 $2 \times 0,5 = 1$ bod

3.c) U kojoj je kemijskoj vrsti iz 3.b) zadatka veći vezni kut? Odgovor napiši kemijskom formulom.



za točan odgovor

0,5 bodova

ostv.	maks.
	6

Ukupno bodova na stranici 4:

ostv.	maks.
	7

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

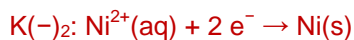
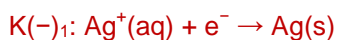
Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

4.

Serijski su spojena dva elektrolizera kroz koje je tekla električna struja jakosti 0,200 A tijekom 30,0 min. Prvi elektrolizer sadržava zasićenu vodenu otopinu srebrova nitrata, a drugi sadržava zasićenu vodenu otopinu niklova(II) sulfata.

4.a) Izračunaj najveću masu metala koja se može izlučiti u pojedinom elektrolizeru. Napiši jednadžbe kemijskih reakcija izlučivanja tih metala.



$$n_1 \cdot z_1 = n_2 \cdot z_2$$

$$n_1(Ag) = \frac{I \cdot t}{z_1 \cdot F} = \frac{0,200 \text{ A} \cdot 1800 \text{ s}}{1 \cdot 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}}$$

$$n_1(Ag) = 3,73 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m_1(Ag) = n_1(Ag) \cdot M(Ag) = 0,402 \text{ g}$$

$$n_2 = \frac{I \cdot t}{z_2 \cdot F} = \frac{0,200 \text{ A} \cdot 1800 \text{ s}}{2 \cdot 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}}$$

$$n_2 = 1,87 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m_2 = n_2 \cdot M(Ni) = 0,110 \text{ g}$$

za točne jednadžbe kemijskih reakcija na katodama izjednačene po masi i naboju

2 × 0,5 = 1 bod

za točan izraz i uvrštene vrijednosti za n_1 i n_2

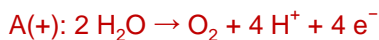
2 × 0,5 = 1 bod

za točan rezultat $m_1(Ag)$ i $m_2(Ni)$ u elektrolizerima

2 × 0,5 = 1 bod

Napomena: priznaju se i drukčiji postupci rješavanja koji dovode do točnoga rješenja.

4.b) Izračunaj ukupni volumen plina koji može nastati u oba elektrolizera pri temperaturi 20 °C i tlaku 1,013 bara i izrazi ga u litrama. Napiši jednadžbu kemijske reakcije nastajanja toga plina.



$$n_1 \cdot z_1 = n_2 \cdot z_2$$

$$z_1 = z_2 = 4$$

$$n_1(O_2) = \frac{I \cdot t}{z_1 \cdot F} = \frac{0,200 \text{ A} \cdot 1800 \text{ s}}{4 \cdot 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}}$$

$$n_1(O_2) = 9,33 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n_1(O_2) = n_2(O_2)$$

$$n(O_2)_{\text{ukupni}} = n_1(O_2) + n_2(O_2)$$

$$n(O_2)_{\text{ukupni}} = 1,866 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$V(O_2)_{\text{ukupni}} = \frac{n(O_2)_{\text{ukupni}} \cdot R \cdot T}{p} = \frac{1,866 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}}{101\,300 \text{ Pa}}$$

$$V(O_2)_{\text{ukupni}} = 4,49 \times 10^{-2} \text{ L}$$

za točnu jednadžbu kemijske reakcije na anodi izjednačenu po masi i naboju

0,5 bodova

za točan izraz i uvrštene vrijednosti za n_1

0,5 bodova

za točan izraz i rezultat n_{ukupni}

0,5 bodova

za točan izraz i uvrštene vrijednosti za $V(O_2)_{\text{ukupni}}$

0,5 bodova

za točan rezultat $V(O_2)_{\text{ukupni}}$ u L

0,5 bodova

Napomena: priznaju se i drukčiji postupci rješavanja koji dovode do točnoga rješenja.

ostv.	maks.
	5,5

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

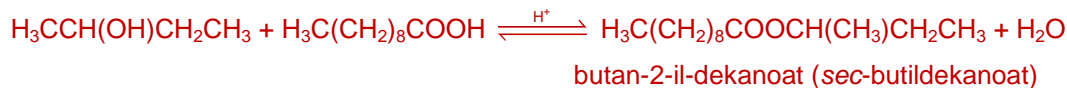
Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

5.

Masti i ulja važni su organski spojevi u metabolizmu organizama, ali i u industriji.

- 5.a)** Strukturnim formulama prikaži jednadžbu kemijske reakcije butan-2-ola i dekanske kiseline. Imenuj organski produkt opisane reakcije.

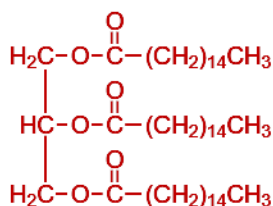


za točnu jednadžbu kemijske reakcije
za točno naveden reakcijski uvjet
za točno ime organskoga produkta

1 bod
0,5 bodova
0,5 bodova

- 5.b)** Tripalmitat važan je triglicerid u biljaka, naročito u palminome ulju, koji sadržava tri molekule palmitinske kiseline (heksadekanske kiseline).

- 1.) Prikaži strukturnu formulu tripalmitata.



za točnu strukturnu formulu

1 bod

- 2.) Molekulskim formulama prikaži jednadžbu kemijske reakcije tripalmitata i kalijeve lužine.



za točnu jednadžbu kemijske reakcije izjednačenu po masi i naboju

1 bod

- 5.c)** Litijev 12-hidroksistearat ključna je komponenta industrijskih lubrikanata.

- 1.) Napiši molekulsku formulu litijeva 12-hidroksistearata.

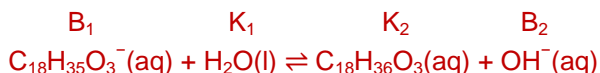


za točnu formulu soli

1 bod

- 2.) Kakva je otopina litijeva 12-hidroksistearata prema kiselosti? Odgovor potkrijepi jednadžbom kemijske reakcije i označi kiselinsko-bazne parove prema Brønsted-Lowryjevoj teoriji.

Odgovor: lužnata



za točan odgovor
za točnu jednadžbu kemijske reakcije
za točno označene kiselinsko-bazne parove

0,5 bodova
1 bod
1 bod

ostv.	maks.
	7,5

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

6. Određivanje jodnoga broja jedna je od metoda utvrđivanja sastava i kvalitete ulja. Temelji se na određivanju zasićenosti masnih kiselina u trigliceridima. Jodni broj predstavlja masu elementarnoga joda koju veže 100 g uzorka.

Proveden je postupak određivanja jodnoga broja uzorka ulja. U tri Erlenmeyerove tikvice odvagano je po 0,250 g uzorka ulja te je u svaku tikvicu dodano 15 mL kloroforma i 30 mL otopine joda. Nakon dva sata u uzorke je dodano 15 mL vodene otopine kalijeva jodida i 100 mL destilirane vode. Neutrošeni jod u uzorcima titriran je standardiziranom vodenom otopinom natrijeva tiosulfata množinske koncentracije 0,100 mol L⁻¹ uz dodatak otopine škroba kao indikatora.

Produkti su reakcije joda i otopine natrijeva tiosulfata natrijev tetratonat i natrijev jodid. Kemijska je formula tetratonatnoga iona S₄O₆²⁻.

Za titraciju otopina uzoraka utrošeni su sljedeći volumeni otopine natrijeva tiosulfata: 5,50 mL; 5,70 mL; 5,60 mL. Proveden je postupak titracije slijepe probe (isti volumen otopine joda bez dodatka uzorka ulja), za što je utrošeno 15,9 mL otopine natrijeva tiosulfata.

Izračunaj masu joda koji će se vezati na 100 g uzorka ulja.

$$m_{(\text{uzorak})} = 0,250 \text{ g}$$

$$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,100 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\bar{V}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 5,6 \text{ mL}$$

$$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_{\text{slijepe proba}} = 15,9 \text{ mL}$$



$$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot (V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_{\text{slijepe proba}} - \bar{V}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3))$$

$$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,100 \text{ mol L}^{-1} \cdot 1,03 \times 10^{-2} \text{ L}$$

$$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 1,03 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$n(\text{I}_2)_{\text{za } 0,250 \text{ g uzorka}} = \frac{1}{2} n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$$

$$n(\text{I}_2)_{\text{za } 0,250 \text{ g uzorka}} = 5,15 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$m(\text{I}_2)_{\text{za } 1,00 \text{ g uzorka}} = n(\text{I}_2) \cdot M(\text{I}_2) \cdot 4 = 0,524 \text{ g}$$

$$m(\text{I}_2)_{\text{za } 100 \text{ g uzorka}} = n(\text{I}_2)_{\text{za } 1,00 \text{ g uzorka}} \cdot 100 = 52,4 \text{ g}$$

za točnu jednadžbu kemijske reakcije izjednačenu po masi i naboju

za točan $\bar{V}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$

za točan izraz $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$

za točan rezultat $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$

za točan omjer množina I₂ i Na₂S₂O₃

za točan rezultat $m(\text{I}_2)_{\text{za } 0,25 \text{ g uzorka}}$

za točan rezultat $m(\text{I}_2)_{\text{za } 100 \text{ g uzorka}}$

Napomena: priznaju se i drukčiji postupci rješavanja koji dovode do točnoga rješenja.

1 bod

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

0,5 bodova

ostv.

maks.

4

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 7.** U laboratorijsku čašu odmjeren je 10 mL mravlje kiseline ($pK_a = 3,75$) množinske koncentracije $0,500 \text{ mol L}^{-1}$. U istu čašu zatim je dodano 8,00 mL kalcijeve lužine masene koncentracije $5,00 \times 10^{-4} \text{ kg L}^{-1}$. Izračunaj pH-vrijednost otopine u čaši.

$$n(\text{HCOOH})_{\text{početna}} = c(\text{HCOOH}) \cdot V(\text{HCOOH})$$

$$n(\text{HCOOH})_{\text{početna}} = 5,00 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{OH}^-)_{\text{početna}} = 2 n(\text{Ca}(\text{OH})_2)$$

$$n(\text{OH}^-)_{\text{početna}} = 2 \frac{\gamma \cdot V(\text{Ca}(\text{OH})_2)}{M(\text{Ca}(\text{OH})_2)}$$

$$n(\text{OH}^-)_{\text{početna}} = 2 \frac{0,500 \text{ g L}^{-1} \cdot 0,008 \text{ L}}{74,096 \text{ g mol}^{-1}} = 1,08 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$c(\text{HCOO}^-) = \frac{n(\text{OH}^-)}{V_{\text{ukupni}}} = 6,00 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$c(\text{HCOOH})_{\text{preostalo}} = \frac{n(\text{HCOOH})_{\text{početna}} - n(\text{OH}^-)}{V_{\text{ukupni}}} = 0,272 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{pH} = pK_a + \log \frac{c(\text{HCOO}^-)}{c(\text{HCOOH})}$$

$$\text{pH} = 3,75 + \log \frac{6,00 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}}{0,272 \text{ mol L}^{-1}}$$

$$\text{pH} = 2,09$$

za točan izraz i vrijednosti $n(\text{HCOOH})_{\text{početna}}$

0,5 bodova

za točan izraz $n(\text{OH}^-)_{\text{početna}}$

0,5 bodova

za točnu vrijednost $n(\text{OH}^-)_{\text{početna}}$

0,5 bodova

za točnu vrijednost $c(\text{HCOOH})_{\text{preostalo}}$

1 bod

za točnu vrijednost $c(\text{HCOO}^-)$

1 bod

za točan izraz za pH-vrijednost

0,5 bodova

za točan rezultat pH-vrijednosti

1 bod

ostv.	maks.
	5

— RJEŠENJA —

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

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

1. stranica

+

2. stranica

+

3. stranica

+

4. stranica

+

5. stranica

+

6. stranica

+

7. stranica

+

8. stranica

=

Ukupni bodovi

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