

Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore

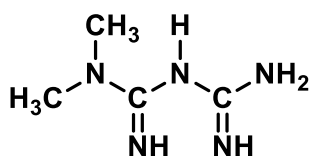
OLIMPIJADA ZNANJA 2017.

Rješenja zadataka iz HEMIJE
za III razred srednje škole

1. Metformin je lijek koji se koristi za snižavanje nivoa glukoze u krvi i za sprječavanje raznih kardio-vaskularnih oboljenja. Molekulska formula metformina je $C_4H_{11}N_5$. Napisati strukturnu formulu metformina ukoliko su poznate sledeće činjenice:

- 1 mol metformina sa 2 mol nitritne kiseline oslobađa 1 mol azota, a nastaje i kristalni talog od odgovarajućeg nitrozo-jedinjenja;
- u reakciji sa gasovitim vodonikom u prisustvu katalizatora dolazi do adicije 2 mol ovog gasa, pri čemu nastaje jedinjenje koje sadrži samo σ -veze. Dobijeno jedinjenje može da reaguje sa viškom nitritne kiseline, pri čemu se tom prilikom oslobađaju 3 mol azota;
- u molekulu metformina ne postoji direktna veza između dva atoma azota.

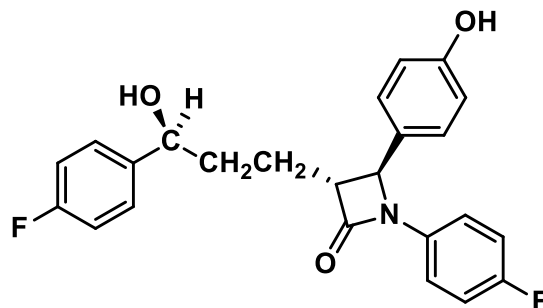
Rješenje:



..... 6 poena

2. Data je strukturna formula **ezetrola**, organskog molekula koji se koristi za regulaciju nivoa holesterola u organizmu.

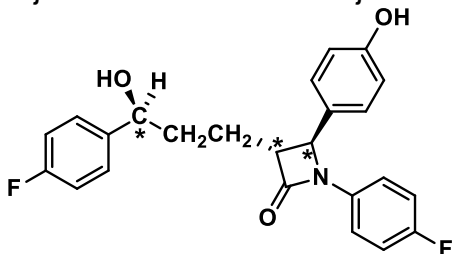
- a) Izračunati molarnu masu ezetrola.
- b) Koliko ukupno optičkih izomera posjeduje molekul ezetrola?
- c) Napisati strukturnu formulu proizvoda koji nastaje u reakciji ezetrola sa 80% vodenim rastvorom sumporne kiseline, uz zagrijavanje.
- d) Napisati strukturnu formulu proizvoda koji nastaje u reakciji ezetrola sa metanskom kiselinom, dodatom u višku.



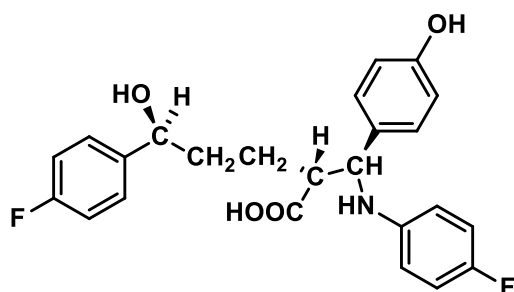
$Ar(C)=12.0$; $Ar(H)=1.0$; $Ar(N)=14.0$; $Ar(O)=16.0$; $Ar(F)=19.0$.

Rješenje:

- a) $M(C_{24}H_{21}F_2NO_3) = 409 \text{ g/mol}$ (2 poena)
 b) Molekul ezetrola sadrži ukupno 3 hiralna (asimetrična) ugljenikova atoma (obilježeni su zvjezdicom na strukturnoj formuli molekula), pa prema tome ima $2^3=8$ optičkih izomera.

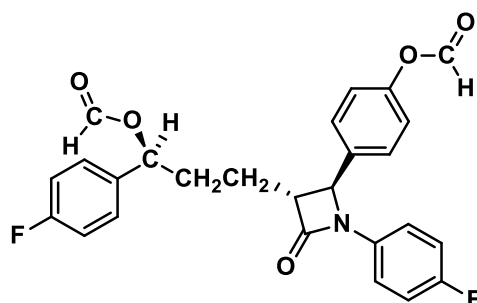


c)



..... (3 poena)

d)



..... (3 poena)

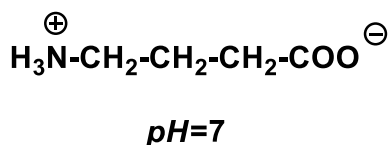
Ukupno: 10 poena

3. γ -Aminobutanska kiselina (skraćeno GABA) je prirodni inhibitor neurotransmisije u mozgu sisara. Napisati strukturnu formulu GABA-e u:

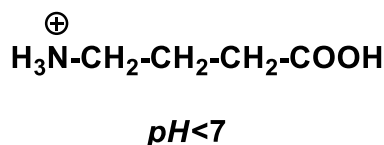
- a) vodenom rastvoru na $pH=7$;
 b) vodenom rastvoru kome je dodata koncentrovana hloridna kiselina.

Rješenje:

a)



b)



Ukupno: 4 poena

4. Smješa, koja se sastoji od ciklopropana, ciklobutana i cikloheksana, ima masu 47.0 g. U smješu se doda tačno 1 mol broma, pri čemu se dobija 22.0 g proizvoda **A**. Proizvod **A** se izdvoji iz smješe, pa se u ostatak doda nova količina broma, pri čemu nastaje jedinjenje **B**. Nakon ove reakcije, masa neizreagovale komponente smješe je iznosila 12.0 g. Odrediti procentni sastav smješe.

$Ar(C)=12.0$; $Ar(H)=1.0$; $Ar(Br)=79.9$.

Rješenje:

Kada se u smješu doda 1 mol broma, sa njim će reagovati najreaktivnija komponenta – ciklopropan:



U toj reakciji, prema uslovima zadatka, nastaje 22.0 g 1,3-dibrompropana (proizvod **A**). Preko količine proizvoda **A** možemo lako doći do mase ciklopropana, koji je bio prisutan u polaznoj smješi:

$$n(\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2)}{M(\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2)} = \frac{22.0\text{g}}{201.8 \text{ g/mol}} = 0.109\text{mol} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

$$\frac{n(\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2)}{n(\text{C}_3\text{H}_6)} = \frac{1}{1} \Rightarrow n(\text{C}_3\text{H}_6) = 0.109\text{mol} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

$$\Rightarrow m(\text{C}_3\text{H}_6) = n(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot M(\text{C}_3\text{H}_6) = 0.109 \text{ mol} \cdot 42 \text{ g/mol} = 4.6 \text{ g} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Daljim dodavanjem broma u ostatak smješe, reaguje i ciklobutan, dok cikloheksan ne reaguje pod ovim uslovima (razlog povišene reaktivnosti prve dvije komponente smješe je napon prstena).

Na osnovu podataka iz zadatka, zaključujemo da je masa cikloheksana 12.0 g. Iz razlike ukupne mase smješe i zbira masa cikloheksana i ciklopropana dobija se masa ciklobutana:

$$m(\text{C}_4\text{H}_8) = m_{\text{smješe}} - [m(\text{C}_6\text{H}_{12}) + m(\text{C}_3\text{H}_6)] = 47.0 \text{ g} - (12.0 + 4.6)\text{g} = 30.4 \text{ g} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Sada se može izračunati i procentni sastav polazne smješe:

$$\omega(\text{C}_3\text{H}_6) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_6)}{m_{\text{smješe}}} = \frac{4.6 \text{ g}}{47.0 \text{ g}} = 0.0978 = 9.79\% \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

$$\omega(\text{C}_4\text{H}_8) = \frac{m(\text{C}_4\text{H}_8)}{m_{\text{smješe}}} = \frac{30.4 \text{ g}}{47.0 \text{ g}} = 0.6468 = 64.68\% \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

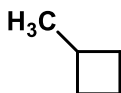
$$\omega(\text{C}_6\text{H}_{12}) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12})}{m_{\text{smješe}}} = \frac{12.0 \text{ g}}{47.0 \text{ g}} = 0.2553 = 25.53\% \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Ukupno: **9 poena**

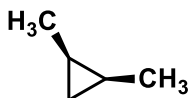
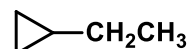
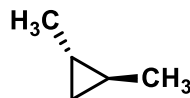
5. Napisati strukturne formule i nazive svih zasićenih jedinjenja, koja su izomerna sa 2-pentenom.

Rješenje:

Ciklopentan



Metilciklobutan

*cis*- i *trans*-1,2-Dimetilciklopropan

Etilciklopropan

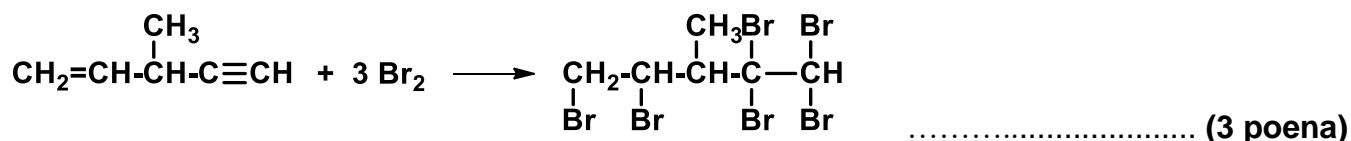
Svaka tačno napisana formula i naziv nose po 2 poena.

Ukupno: **10 poena**

6. Jedan ugljovodonič sadrži šest ugljenikovih atoma. Na jednom kraju ima dvostruku vezu (terminalna dvostruka veza), a na drugom terminalnu trostruku vezu. Za jedini sp^3 -hibridizovani ugljenikov atom osnovnog niza vezana je metil-grupa. Koliko mililitara broma može da adira 10.0 g ovog ugljovodonič?

Gustina broma je 3.1 g/cm^3 .
 $A_r(\text{C})=12.0$; $A_r(\text{H})=1.0$; $A_r(\text{Br})=79.9$.

Rješenje:



Količina ugljovodonič je:

$$n(\text{C}_6\text{H}_8) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_8)}{M(\text{C}_6\text{H}_8)} = \frac{10.0\text{g}}{80 \text{ g/mol}} = 0.125\text{mol} \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Zapremina izreagovalog broma se traži na sledeći način:

$$\frac{n(\text{Br}_2)}{n(\text{C}_6\text{H}_8)} = \frac{3}{1} \Rightarrow n(\text{Br}_2) = 3 \cdot n(\text{C}_6\text{H}_8) = 3 \cdot 0.125\text{mol} = 0.375\text{mol} \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

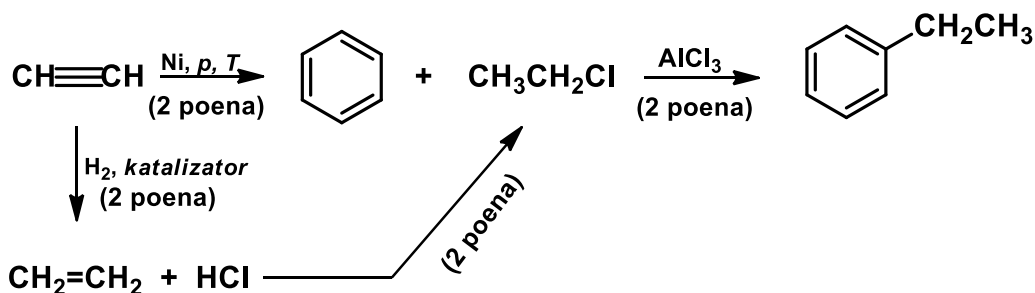
$$m(\text{Br}_2) = n(\text{Br}_2) \cdot M(\text{Br}_2) = 0.375 \text{ mol} \cdot 159.8 \text{ g/mol} = 59.9 \text{ g} \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

$$V(\text{Br}_2) = \frac{m(\text{Br}_2)}{\rho(\text{Br}_2)} = \frac{59.9 \text{ g}}{3.1 \text{ g/cm}^3} = 19.33\text{cm}^3 = 19.33 \text{ mL} \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Ukupno: 7 poena

7. Kako biste, polazeći od etina, sintetisali etil-benzen, uz uslov da koristite samo neorganske reagense?

Rješenje:



Ukupno: 8 poena

8. Ukupan broj izomera, koji imaju molekulsku formulu $C_4H_{10}O$ (računajući sve oblike izomerije) je (zaokružiti tačan odgovor):

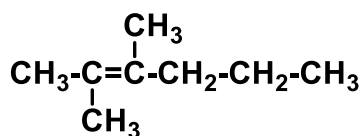
- a) 4; b) 5; c) 6; d) 7; e) 8.

Rješenje:

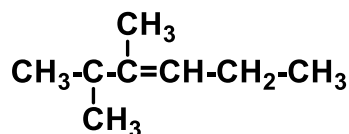
Pod e). Izomeri su: 1-butanol, 2-butanol (koji je optički aktivan pa postoji u obliku dva enantiomera), 2-metil-1-propanol, 2-metil-2-propanol, metil-propil-etar, dietil-etar i metil-izopropil-etar.
..... **4 poena**

9. Napisati moguće strukturne formule i nazive alkena, iz kojih se može sintetisati 3-brom-2,3-dimetilheksan.

Rješenje:



2,3-dimetil-2-heksen



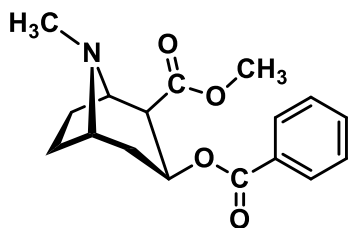
2,3-dimetil-3-heksen

Svaka tačno napisana formula po 2 poena
Svaki tačno napisan naziv po 1 poen

..... (4 poena)
..... (2 poena)

Ukupno: 6 poena

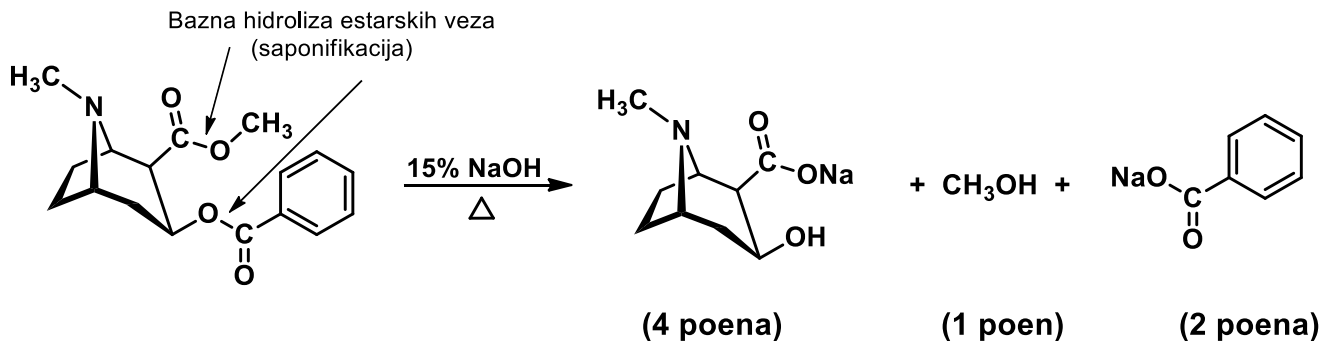
10. Kokain pripada grupi takozvanih „tropa“-alkaloida i izoluje se iz lišća koke – *Erythroxylum coca*.



Kokain

Posjeduje stimulativno, narkotičko i analgetičko dejstvo, a u stanju je da izazove jaku zavisnost.

Zagrijavanjem kokaina sa 15% vodenim rastvorom natrijum-hidroksida, dobijaju se tri organska proizvoda. Predstaviti jednačinu reakcije kokaina sa rastvorom NaOH.

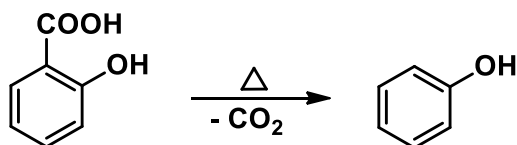
Rješenje:

Ukupno: **7 poena**

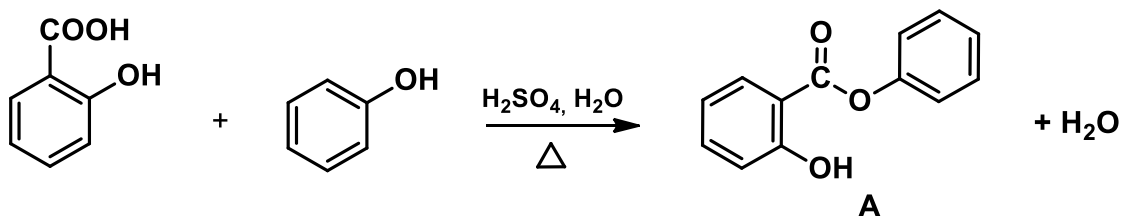
11. Zagrijavanjem salicilne kiseline vrši se njena dekarboksilacija, pri čemu se iz jednog molekula kiseline izdvađa jedan molekul ugljenik(IV)-oksida. Ukoliko se, međutim, zagrijavanje salicilne kiseline prekine u momentu kada je svega polovina kiseline dekarboksilovana, a odmah zatim se u reakcionu smjesu doda razblažen vodeni rastvor sulfatne kiseline. Nakon kraćeg zagrijavanja dobijene reakcione smješe, kao jedino organsko jedinjenje se izoluje bijela kristalna supstanca **A**, čija je molekulska formula $C_{13}H_{10}O_3$. Napisati strukturnu formulu supstance **A**.

Rješenje:

Zagrijavanjem salicilne kiseline, dolazi do eliminacije molekula CO_2 , pri čemu nastaje fenol:



Kako se, prema uslovima zadatka, dekarboksilacija nije izvršila do kraja, znači da se u reakcionoj smješi nalaze neizreagovala salicilna kiselina i dobijeni fenol. Kada se u tu smjesu doda vodeni rastvor neorganske kiseline, stvaraju se uslovi za esterifikaciju, pri čemu se formira organska supstanca **A**:

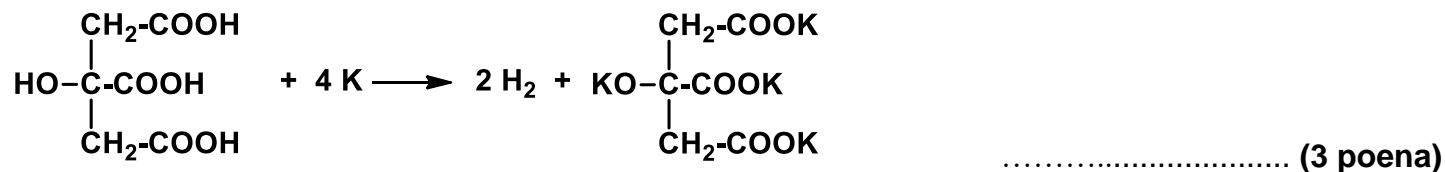


ukupno: **6 poena**

12. U 100.0 g rastvora limunske kiseline, masenog udjela 0.5, u inernom organskom rastvaraču, dodavaju se parčići metalnog kalijuma sve do prestanka izdvajanja gasovitog proizvoda. Rastvarač se ukloni destilacijom, pri čemu zaostaje bijela kristalna supstanca, čiji vodeni rastvor reaguje bazno. Koliko grama te supstance je dobijeno u ovoj reakciji?
 $Ar(C)=12.0$; $Ar(H)=1.0$; $Ar(O)=16.0$; $Ar(K)=39.1$.

Rješenje:

Limunska kiselina je trokarboksilna hidroksi-kiselina. Sa kalijumom (koji se dodaje sve dok postoje kiseli atomi vodonika koji sa njim reaguju) reagovaće tri protona iz karboksilnih grupa, ali i onaj jedan iz hidroksilne grupe:



Najprije ćemo izračunati masu i količinu čiste limunske kiseline, koja je stupila u reakciju:

$$m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = \omega \cdot m_{\text{rastvora}} = 0.5 \cdot 100 \text{ g} = 50 \text{ g} \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7)}{M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7)} = \frac{50.0 \text{ g}}{192 \text{ g/mol}} = 0.26 \text{ mol} \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Kako je količinski odnos kiseline i nastale soli 1:1, onda će masa nastale soli biti:

$$m(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_7\text{K}_4) = n(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_7\text{K}_4) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_7\text{K}_4) = 0.26 \text{ mol} \cdot 344.4 \text{ g/mol} = 89.54 \text{ g} \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Ukupno: **6 poena**

13. Pažljivim ukapavanjem koncentrovane sulfatne kiseline u 10.0 cm³ zagrijane metanske kiseline (gustine 1.22 g/cm³), vrši se dehidratacija organske kiseline, pri čemu iz 1 mol kiseline nastaje 1 mol vode. Osim vode, ovoj reakciji se oslobađa i jedan gasoviti proizvod. Koliko dm³ tog gasovitog proizvoda nastaje u reakciji dehidratacije metanske kiseline, mjereno pri normalnim uslovima? Ar(C)=12.0; Ar(H)=1.0; Ar(O)=16.0.

Rješenje:

$$m(\text{HCOOH}) = V(\text{HCOOH}) \cdot \rho(\text{HCOOH}) = 10 \text{ cm}^3 \cdot 1.22 \text{ g/cm}^3 = 12.2 \text{ g} \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

$$n(\text{HCOOH}) = \frac{m(\text{HCOOH})}{M(\text{HCOOH})} = \frac{12.2 \text{ g}}{46 \text{ g/mol}} = 0.2652 \text{ mol} \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

$$n(\text{HCOOH}) = n(\text{CO}) = 0.2652 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow V(\text{CO}) = n(\text{CO}) \cdot V_m = 0.2652 \text{ mol} \cdot 22.4 \text{ dm}^3/\text{mol} = 5.94 \text{ dm}^3 \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Ukupno: **6 poena**

14. Kojoj klasi organskih jedinjenja pripada molekul čija je formula: $\text{CH}_3\text{-CH=N-OH}$? Napisati jednačinu njegovog dobijanja i objasniti kakav je značaj jedinjenja ovoga tipa u organskoj hemiji.

Rješenje:

Jedinjenje pripada klasi oksima (aldoksima) (1 poen)

Dobija se u reakciji odgovarajućeg aldehida sa hidroksil-aminom:

$\text{CH}_3\text{CHO} + \text{NH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH(OH)-NH-OH}$ (1 poen)

$\text{CH}_3\text{CH(OH)-NH-OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH=N-OH} + \text{H}_2\text{O}$ (2 poena)

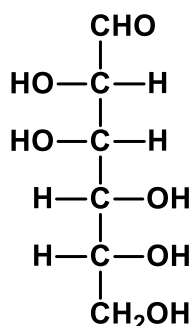
Aldoksimi su kristalne supstance sa precizno definisanim tačkama topljenja pa se zbog toga u kvalitativnoj organskoj analizi koriste za identifikaciju aldehida (i ketona), iz kojeg su nastali.

..... (2 poena)

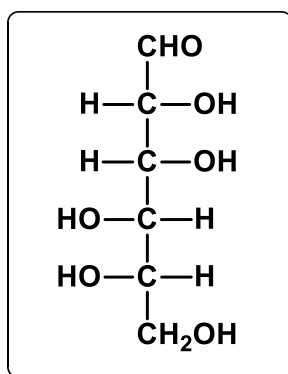
Ukupno: **6 poena**

15. Napisati Fischer-ovu strukturnu formulu L-manoze.

Rješenje:



D-Manoza



L-Manoza

..... **5 poena**