

# DRŽAVNO TAKMIČENJE 2023.

ŠIFRA UČENIKA

SREDNJA ŠKOLA, III i IV RAZRED

# HEMIJA

UKUPAN BROJ OSVOJENIH BODOVA

Test pregledala/pregledao



**Upustva za takmičare:**

**Za izradu testa planirano je 150 minuta.**

**U toku izrade testa učenici mogu koristiti plavu ili crnu hemijsku olovku i kalkulator. Ostala sredstva nijesu dozvoljena za upotrebu.**

**Upotreba Periodnog sistema elemenata nije dozvoljena.**

**Odgovori i postupci koji nijesu pisani hemijskom olovkom, kao i nečitko ispisani odgovori, neće biti pregledani.**

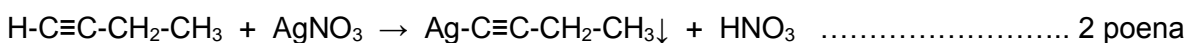
**Postupak i rješenja moraju biti jasno označeni brojem zadatka. Neoznačeni odgovori i rješenja neće biti pregledani niti bodovani.**

**Pisanje više odgovora, od kojih je jedan tačan, a drugi netačan, neće se bodovati.**

<b>Zadatak (broj)</b>	<b>Bodovi</b>
1.	5
2.	8
3.	3
4.	5
5.	2
6.	6
7.	4
8.	6
9.	5
10.	8
11.	6
12.	3
13.	5
14.	10
15.	2
16.	9
17.	2
18.	4
19.	5
20.	2
	<b>Ukupno: 100 bodova</b>

1. Kolika zapremina rastvora srebro-nitrata, količinske koncentracije  $1.0 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ , je utrošena za potpunu reakciju sa 1-butinom, pri čemu je nastalo 1.61 g nerastvorne soli?  
 $M(\text{C}) = 12.0 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{H}) = 1.0 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{Ag}) = 108.0 \text{ g/mol}$ .

*Rješenje:*



$$n(\text{C}_4\text{H}_5\text{Ag}) = \frac{m(\text{C}_4\text{H}_5\text{Ag})}{M(\text{C}_4\text{H}_5\text{Ag})} = \frac{1.61\text{g}}{161\text{g/mol}} = 0.01 \text{ mol} \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

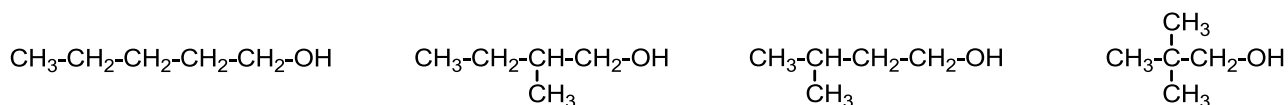
$$n(\text{AgNO}_3) = n(\text{C}_4\text{H}_5\text{Ag}) = 0.01 \text{ mol} \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$V_{r(\text{AgNO}_3)} = \frac{n(\text{AgNO}_3)}{c_r(\text{AgNO}_3)} = \frac{0.01 \text{ mol}}{1 \text{ mol/dm}^3} = 0.01 \text{ dm}^3 \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

Ukupno: 5 poena

2. Napisati racionalne strukturne formule svih strukturnih izomerna primarnih alkohola, kojima odgovara molekulska formula  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ .

*Rješenje:*



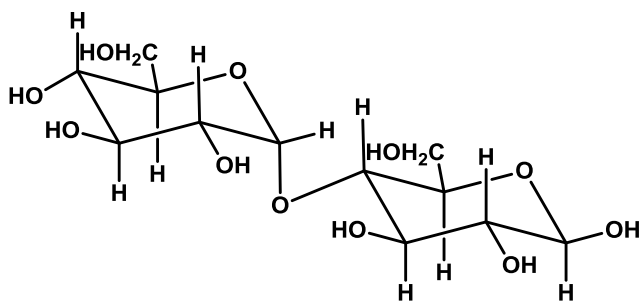
Za svaku tačno napisanu strukturnu formulu dodjeljuju se po 2 poena

Ukupno: 8 poena

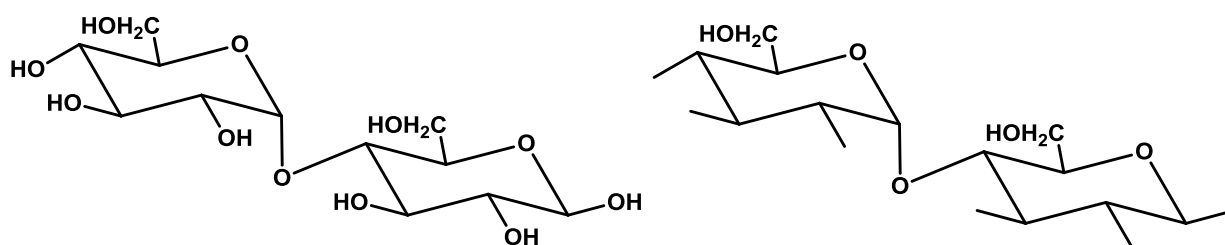
3. Nacrtati formulu disaharida maltoze u njenoj najstabilnijoj konformaciji.

*Rješenje:*

Molekul maltoze po strukturi predstavlja  $\alpha$ -D-glukopiranozil- $\beta$ -D-glukopiranozu.



Kao tačni odgovori se prihvataju i oni u kojima je strukturna formula maltoze predstavljena na jedan od pojednostavljenih načina (bez označenih vodonikovih atoma, kao i bez pisanja OH-grupa, ali uz njihovu naznačenu orijentaciju):



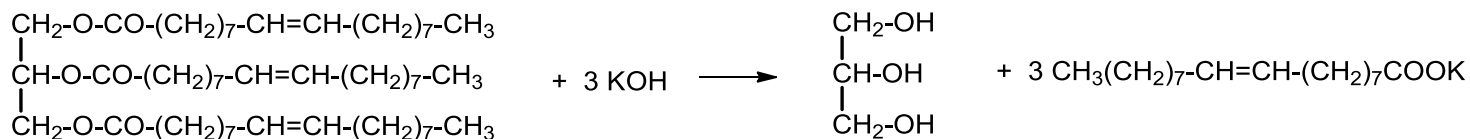
Ukoliko je struktura molekula predstavljena samo Hejvortovom formulom, bez crtanja stoličaste konformacije disaharida, dodjeljuje se 1 poen.

Ukoliko slobodna poluacetalna OH-grupa na drugoj jedinici glukoze nije predstavljena u  $\beta$ -orijentaciji, poeni se ne dodjeljuju.

Ukupno: 3 poena

4. Koliko grama kalijum-hidroksida je potrebno za potpunu hidrolizu 0.4 mol glicerol-trioleata?  
 M (K) = 39.0 g/mol; M (H) = 1.0 g/mol; M (O) = 16.0 g/mol.

Rješenje:



..... 3 poena

Ukoliko nedostaju koeficijenti ..... 1 poen

$$\frac{n(\text{KOH})}{n(\text{trioleata})} = \frac{3}{1} \Rightarrow n(\text{KOH}) = 3n(\text{trioleata}) = 3 \cdot 0.4 \text{ mol} = 1.2 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

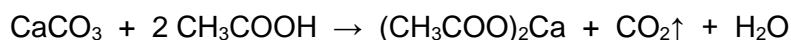
$$m(\text{KOH}) = n(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = 1.2 \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} = 67.2 \text{ g} \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

Ukupno: 5 poena

5. Da li se vodeni kamenac, nastao taloženjem kalcijum-karbonata po zidovima staklenih sudova i grijačima bojlera, može ukloniti rastvorom sirćetne kiseline? Objasniti odgovor.

*Rješenje:*

Vodeni kamenac je moguće ukloniti rastvorom sirćetne kiseline jer je sirćetna kiselina jača kiselina u odnosu na ugljenu (karbonatnu), čije su soli karbonati, a po pravilu jača kiselina može istisnuti slabiju iz njenih soli. Ovaj process, predstavljen jednačinom, izgleda ovako:



Ukupno: 2 poena

6. Koje od niže navedenih karboksilnih kiselina reaguju sa vodenim rastvorom kalijum-permanganata (*zaokružiti tačan/tačne odgovor(e)*):

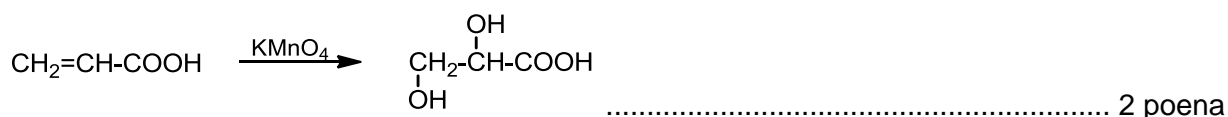
- a) sirćetna kiselina
- b) akrilna kiselina
- c) benzoeva kiselina
- d) jabučna kiselina?

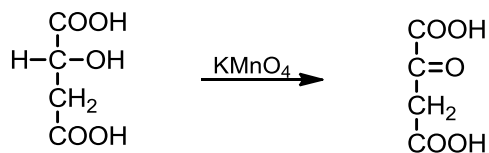
Odgovor obrazložiti pisanjem odgovarajućih jednačina hemijskih reakcija.

*Rješenje*

Sa rastvorom kalijum-permanganata reaguju kiseline pod b) i d), akrilna i jabučna kiselina  
..... 2 poena

Jednačine reakcija su:



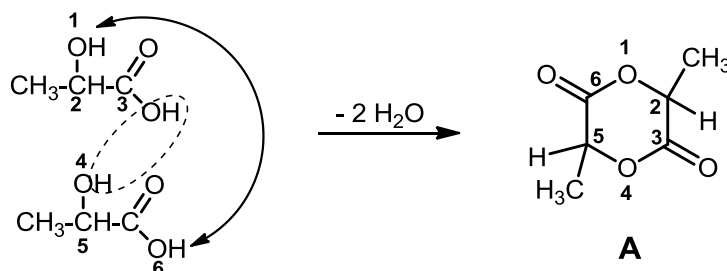


..... 2 poena

Ukupno: 6 poena

7. Pažljivim zagrijavanjem mliječne kiseline u prisustvu tragova kiselog katalizatora nastaje jedinjenje **A**, molekulske formule  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$ , koje ne reaguje ni sa vodenim rastvorom natrijum-hidrogenkarbonata niti sa metalnim natrijumom. Napisati strukturnu formulu jedinjenja **A**.

Rješenje:



Ukupno: 4 poena

8. Za navedene tvrdnje, date na lijevoj strani, zaokružiti na desnoj strani oznaku **T** ukoliko su tačne odnosno oznaku **N** ukoliko su tvrdjenja netačna:

- |   |          |          |
|---|----------|----------|
| a) Natrijum-etoksid nastaje u reakciji etanala sa natrijumom.       | <b>T</b> | <b>N</b> |
| b) Aldehidi su reaktivniji od ketona.                               | <b>T</b> | <b>N</b> |
| c) Najslađi prirodni šećer je fruktoza.                             | <b>T</b> | <b>N</b> |
| d) Glavni sastojak prirodnog gasa je eten.                          | <b>T</b> | <b>N</b> |
| e) Optički izomeri se drugačije nazivaju <i>cis/trans</i> -izomeri. | <b>T</b> | <b>N</b> |
| f) Tercijarni alifatični amini ne reaguju sa nitritnom kiselinom.   | <b>T</b> | <b>N</b> |

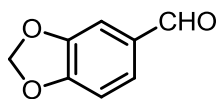
Rješenje:

- |   |                 |                 |
|---|-----------------|-----------------|
| a) Natrijum-etoksid nastaje u reakciji etanala sa natrijumom.       | <b>T</b>        | <b><u>N</u></b> |
| b) Aldehidi su reaktivniji od ketona.                               | <b><u>I</u></b> | <b>N</b>        |
| c) Najslađi prirodni šećer je fruktoza.                             | <b><u>I</u></b> | <b>N</b>        |
| d) Glavni sastojak prirodnog gasa je eten.                          | <b>T</b>        | <b><u>N</u></b> |
| e) Optički izomeri se drugačije nazivaju <i>cis/trans</i> -izomeri. | <b>T</b>        | <b><u>N</u></b> |
| f) Tercijarni alifatični amini ne reaguju sa nitritnom kiselinom.   | <b><u>I</u></b> | <b>N</b>        |

Svaki tačan odgovor vrijedi po 1 poen

Ukupno: 6 poena

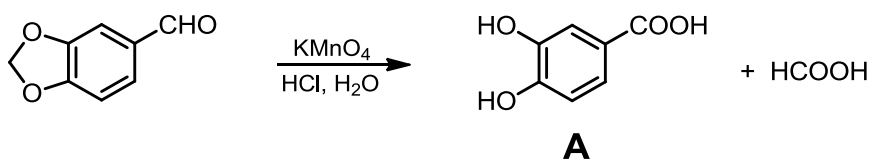
9. Piperonal (IUPAC-ov naziv: 1,3-benzodioksol-5-karbaldehid) je aromatični aldehid koji se javlja kao mirisna komponenta mnogih biljaka. Struktura piperonala je prikazana formulom:



Piperonal

Kada se piperonal zagrijava sa rastvorom kalijum-permanganata uz dodatak vodenog rastvora hloridne kiseline, dobijaju se dva organska jedinjenja: aromatično jedinjenje **A**, molekulske formule  $C_7H_6O_4$  i metanska kiselina. Napisati strukturnu formulu jedinjenja **A** i njegov naziv prema pravilima IUPAC-ove nomenklature.

Rješenje:



..... 3 poena



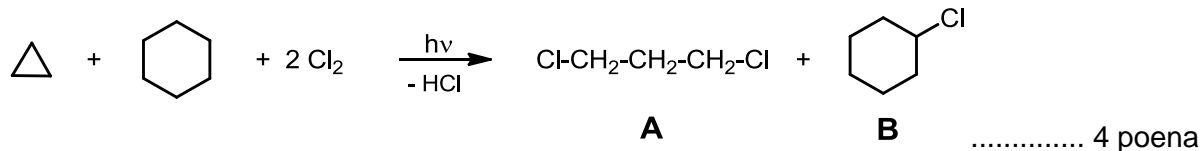
Naziv jedinjenja **A**: 3,4-dihidroksibenzoeva kiselina. .... 2 poena

Ukupno: 5 poena

- 10.** U reakciji smješe, koja se sastoji od ciklopropana i cikloheksana, mase 15.0 g, sa dovoljnom količinom hlora i u prisustvu svjetlosti, dobijaju se dva organska jedinjenja, **A** i **B**. U reakciji je dobijeno 9.0 g jedinjenja **A**. Jedinjenje **A** sadrži dva puta više atoma hlora u odnosu na jedinjenje **B**. Napisati strukturne formule jedinjenja **A** i **B** i odrediti maseni udio ciklopropana u polaznoj smješi.

M (C) = 12.0 g/mol; M (Cl) = 35.5 g/mol; M (H) = 1.0 g/mol.

Rješenje:



Tačno napisane strukturne formule jedinjenja **A** i **B** nose po 2 poena

$$n(\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2)}{M(\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2)} = \frac{9.0 \text{ g}}{113.0 \text{ g/mol}} = 0.0796 \text{ mol} \quad \text{..... 1 poen}$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_6) = n(\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2) = 0.0796 \text{ mol} \quad \text{..... 1 poen}$$

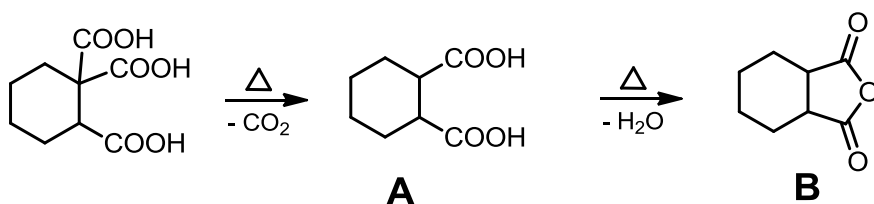
$$m(\text{C}_3\text{H}_6) = n(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot M(\text{C}_3\text{H}_6) = 0.0796 \text{ mol} \cdot 42 \text{ g/mol} = 3.34 \text{ g} \quad \text{..... 1 poen}$$

$$\omega(\text{C}_3\text{H}_6) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_6)}{m_{\text{smješe}}} = \frac{3.34 \text{ g}}{15.0 \text{ g}} = 0.2227 = 22.27\% \quad \text{..... 1 poen}$$

Ukupno: 8 poena

- 11.** Zagrijavanjem cikloheksan-1,1,2-trikarboksilne kiseline vrši se njena dekarboksilacija, prilikom čega nastaje jedinjenje **A**, kod kojeg postoji mogućnost pojave geometrijske izomerije. Daljim zagrijavanjem jedinjenja **A** dobija se jedinjenje **B**. Napisati strukturne formule jedinjenja **A** i **B**, a zatim navesti kojoj klasi organskih jedinjenja pripada molekul **B**.

Rješenje:

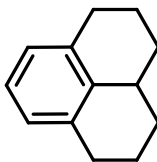


Svaka tačno napisana strukturna formula vrijedi po 2 poena.

Molekul **B** pripada klasi anhidrida karboksilnih kiselina ..... 2 poena

Ukupno: 6 poena

- 12.** Vodonikovi atomi koji se nalaze na prvom  $sp^3$ -hibridizovanom ugljenikovom atomu, vezanom za benzenov prsten, nazivaju se benzilni vodonikovi atomi. Na primjer, toluen posjeduje tri takva vodonikova atoma. Koliko benzilnih vodonikovih atoma sadrži molekul 2,3,3a,4,5,6-heksahidro-1H-fenalena, čija je strukturna formula predstavljena na slici ispod (zaokružiti tačan odgovor):

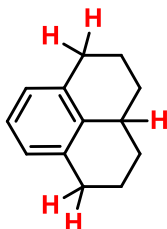


2,3,3a,4,5,6-heksahidro-1H-fenalena

- a) 2
- b) 4
- c) 5
- d) 8

Rješenje:

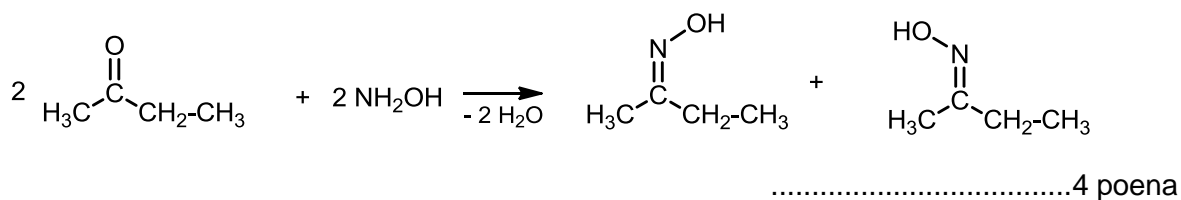
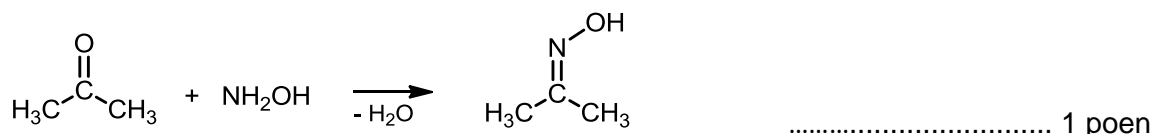
Tačan odgovor: c) 5.



Ukupno: 3 poena

- 13.** U reakciji acetona sa hidrosilaminom dobija se samo jedan proizvod, dok u reakciji butanona sa istim reagensom nastaju dva proizvoda. Objasniti ishod ove dvije reakcije pisanjem odgovarajućih jednačina hemijskih reakcija.

*Rješenje:*

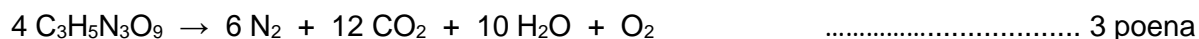


*Ukoliko su u drugoj jednačini napisane obje formule geometrijskih izomera dodjeljuju se 4 poena. Ukoliko je napisana samo jedna, dodjeljuju se 2 poena.*

Ukupno: 5 poena

- 14.** Prilikom eksplozije nitroglicerina, pored uobičajenih proizvoda koji nastaju potpunim sagorijevanjem organskih supstanci, dobijaju se još i dva gasa: azot i kiseonik. Gasna smješa, dobijena eksplozijom 0.066 mol čistog nitroglicerina (u odsustvu vazduha), uvedena je u prazan sud i naknadno ohlađena do sobne temperature. Kolika je zapremina gasne smješe na kraju ovog procesa, ukoliko je mjerenje izvršeno pri normalnim uslovima?

*Rješenje:*



$$\frac{n(\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9)}{n(\text{N}_2)} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} \Rightarrow n(\text{N}_2) = \frac{3}{2}n(\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9) = 0.099 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$V(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) \cdot V_m = 0.099 \text{ mol} \cdot 22.4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 2.22 \text{ dm}^3 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$\frac{n(\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9)}{n(\text{CO}_2)} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3} \Rightarrow n(\text{CO}_2) = 3n(\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9) = 0.198 \text{ mol} \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_m = 0.198 \text{ mol} \cdot 22.4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 4.43 \text{ dm}^3 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$\frac{n(\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9)}{n(\text{O}_2)} = \frac{4}{1} \Rightarrow n(\text{O}_2) = \frac{1}{4}n(\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9) = 0.0165 \text{ mol} \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

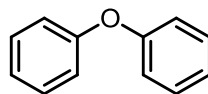
$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m = 0.0165 \text{ mol} \cdot 22.4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 0.37 \text{ dm}^3 \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

Prilikom hlađenja do sobne temperature, vodena para se kondenzuje u tečnu vodu, pa njena zapremina ne ulazi u ukupan zbir zapremina gasne smješe.

$$V_{\text{smješe}} = V(\text{N}_2) + V(\text{CO}_2) + V(\text{O}_2) = (2.22 + 4.43 + 0.37) \text{ dm}^3 = 7.02 \text{ dm}^3 \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

Ukupno: 10 poena

**15.** Napisati naziv prikazanog etra prema pravilima IUPAC-ove i pravilima radikalne nomenklature:



Rješenje:

IUPAC-ova nomenklatura: fenoksibenzen ..... 1 poen

Radikalna nomenklatura: difenil-etar ..... 1 poen

Ukupno: 2 poena

**16.** Noradrenalin je jedan od hormona srži nadbubrežne žlijezde, koji ima molekulsku formulu  $\text{C}_8\text{H}_{11}\text{NO}_3$ . IUPAC-ov naziv ovog jedinjenja je: 1-(3,4-dihidroksifenil)-2-aminoetanol.

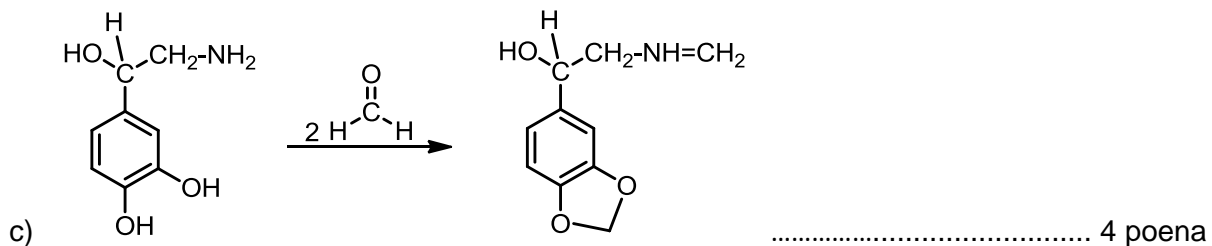
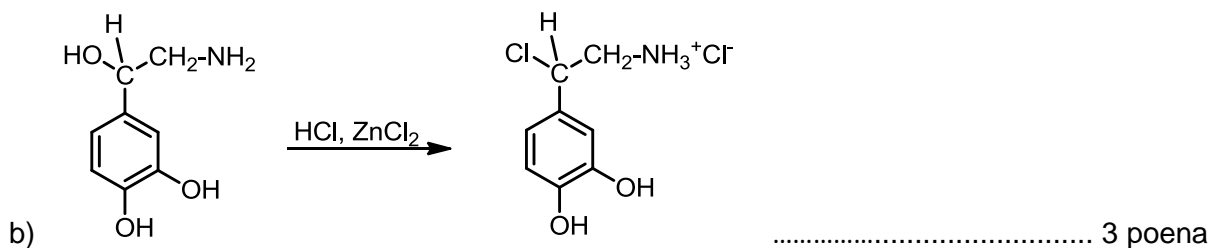
- Koliko optičkih izomera noradrenalina postoji? Objasniti.
- Napisati jednačinu reakcije noradrenalina sa Lukasovim reagensom.
- Napisati jednačinu reakcije noradrenalina sa metanalom (formaldehidom), dodatim u višku.

Rješenje:



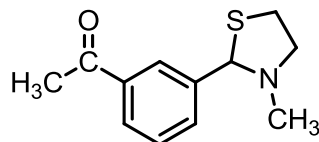
a)  $2^n = 2^1 = 2$  optička izomera. ..... 2 poena

Odgovor se ne priznaje ukoliko nije predstavljena strukturna formula molekula noradrenalina.

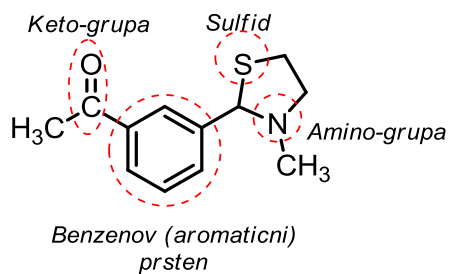


Ukupno: 9 poena

17. U navedenom organskom molekulu zaokružiti i imenovati sve funkcionalne grupe koje posjeduje:



Rješenje:

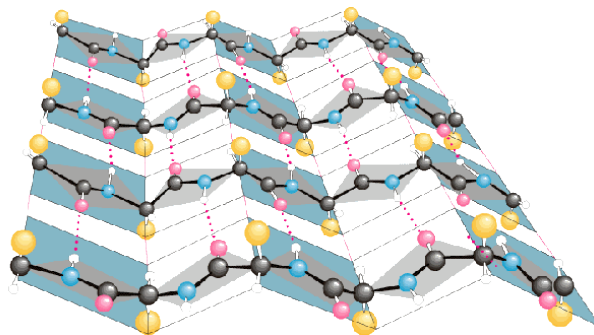
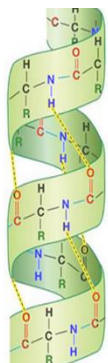


Dva tačno napisana odgovora boduju se sa ..... 1 poenom

Tri i četiri tačno napisana odgovora boduju se sa ..... 2 poena

Ukupno: 2 poena

18. Ispod svake od navedenih slika koje se odnose na proteine napisati naziv koji objašnjava šta je na datoj slici predstavljeno:



*Rješenje:*

Na prvoj slici je prikazan  $\alpha$ -heliks ( $\alpha$ -zavojnica) ..... 1 poen

Na drugoj slici je prikazana  $\beta$ -pločica ( $\beta$ -nabrana struktura) ..... 1 poen

Ukupno: 2 poena

19. Holesterol je steroid koji se nalazi u **čvrstom** / **tečnom** agregatnom stanju i u vodi se **rastvara** / **ne rastvara**. Tri grupe steroida - biološki aktivnih derivata holesterola su:

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ i \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ (zaokružiti tačne odgovore i dopuniti rečenicu ispravnim tvrdnjama).

*Rješenje:*

Holesterol je steroid koji se nalazi u **čvrstom** / **tečnom** agregatnom stanju i u vodi se **rastvara** / **ne rastvara**. Tri grupe steroida - biološki aktivnih derivata holesterola su: polni hormoni, kortikosteroidi i žučne kiseline.

*Ukoliko je učenik napisao „vitamin D” ili „sterol” umjesto jednog od ponuđenih derivata holesterola, odgovor se priznaje.*

*Svaki tačno napisan ili zaokružen odgovor nosi po 1 poen.*

Ukupno: 5 poena

- 20.** Dok se askorbinska kiselina u literaturi uobičajeno označava kao *vitamin C*, folna kiselina se obilježava kao vitamin \_\_\_\_\_ (*dopuniti rečenicu ispravnom oznakom*).

*Rješenje:*

Dok se askorbinska kiselina u literaturi uobičajeno označava kao *vitamin C*, folna kiselina se obilježava kao vitamin **B<sub>9</sub>**.

Ukupno: 2 poena