

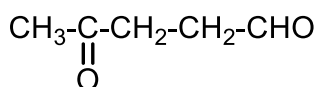
Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore

OLIMPIJADA ZNANJA 2023.

Rješenja zadataka iz HEMIJE
za III razred srednje škole

1. Jedinjenje **A** ima molekulsku formulu $C_5H_8O_2$. Za reakciju sa 1 mol jedinjenja **A** potrebna su 2 mol hidroksilamina. Jedinjenje **A** daje pozitivnu Felingovu i pozitivnu Tolensovu reakciju, a u svom molekulu ne posjeduje nijednu račvu (alkil-grupu). Za potpunu hidrogenizaciju jedinjenja **A** potrebna su 2 mol gasovitog vodonika. Jedinjenje **A** daje pozitivnu jodoformsku reakciju. Napisati strukturnu formulu i naziv jedinjenja **A** prema pravilima IUPAC-ove nomenklature.

Rješenje:



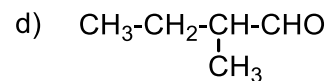
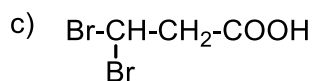
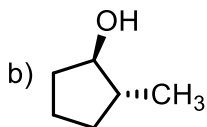
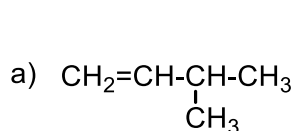
Naziv: 4-ketopentanal

..... 3 poena

..... 1 poen

Ukupno: **4 poena**

2. Imenovati sljedeća organska jedinjenja primjenom pravila IUPAC-ove nomenklature:



Rješenje:

a) 3-Metil-1-buten

b) *trans*-1-hidroksi-2-metilciklopentan (ili: *trans*-2-metilciklopentanol)

c) 3,3-Dibrompropanska kiselina

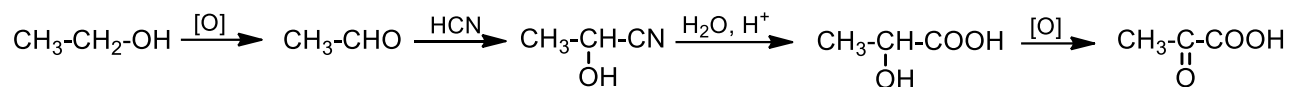
d) 2-Metilbutanal

Svaki tačan odgovor

..... 2 poena

Ukupno: **8 poena**

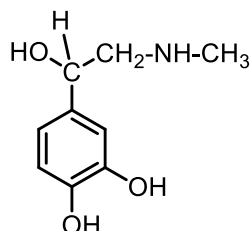
3. Kako biste, polazeći od etanola, sintetisali pirogrožđanu kiselinu (2-ketopropansku kiselinu), upotrebom samo neorganskih reagenasa?

Rješenje:

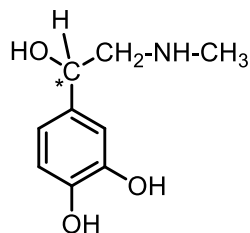
Priznaju se i drugačije tačno napisane sintetičke sekvence.

Ukupno: **4 poena**

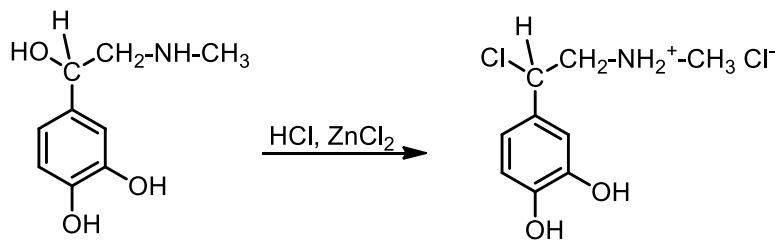
- 4.** Adrenalin je jedan od hormona srži nadbubrežne žlijezde, čija je strukturna formula prikazana ispod.



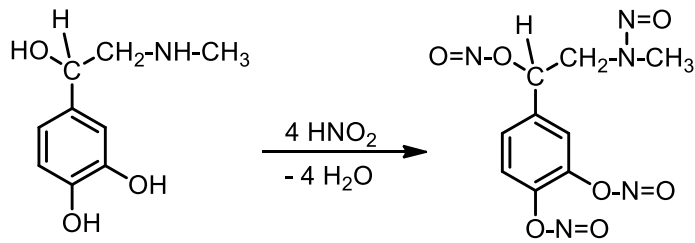
- Koliko optičkih izomera adrenalina postoji? Objasniti.
- Napisati jednačinu reakcije adrenalina sa Lukasovim reagensom.
- Napisati jednačinu reakcije adrenalina sa nitritnom (azotastom) kiselinom, dodatom u višku.

Rješenje:

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



- b)** 3 poena



..... 3 poena

(Objašnjenje: nitritna kiselina u ovoj reakciji ima dvojaku ulogu: nitrozuje sekundanu amino-grupu adrenalina, ali i esterifikuje tri OH grupe u ovom molekulu).

Ukupno: **8 poena**

5. Po kojoj hemijskoj osobini se razlikuju cikloheksan-karbaldehid i benzofenon (*zaokružiti tačan odgovor*):

- a) reaguju sa alkoholima;
- b) reaguju sa amonijakom;
- c) redukuju se u alkohole;
- d) ne podliježu aldolnoj kondenzaciji;
- e) lako se oksiduju?

Rješenje:

Tačan odgovor: e)

Ukupno: **2 poena**

6. U dvije epruvete nalaze se vodeni rastvori etanola i oksalne kiseline. Navesti dva različita načina pomoću kojih je moguće dokazati koja supstanca se nalazi u kojoj epruveti.

Rješenje:

1. U obje epruvete dodati rastvor metil-oranža (ili nekog drugog kiselinsko-baznog indikatora). U epruveti u kojoj metil-oranž postane crven prisutna je oksalna kiselina, dok se u epruveti sa alkoholom boja indikatora ne mijenja.
2. U obje epruvete dodati vodeni rastvor natrijum-karbonata (ili natrijum-hidrogenkarbonata). U epruveti u kojoj se nalazi kiselina, doći će do izdvajanja mjehurića gasa (CO_2), dok u epruveti sa alkoholom neće doći do reakcije.

Priznaju se i drugačiji, tačno napisani odgovori.

Svaki tačno napisan odgovor 1 poen

Ukupno: **2 poena**

7. Zagrijavanjem 4.95 g nepoznatog sekundarnog amina sa opiljcima bakra, pored ostalih proizvoda, izdvaja se i gasoviti amonijak. Amonijak se uvodi u $625,0 \text{ cm}^3$ rastvora hlorovodonične kiseline, količinske koncentracije $0,128 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$. Višak kiseline se titruje rastvorom natrijum-hidroksida, količinske koncentracije $0,125 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$. Za potpunu titraciju kiseline utrošeno je $96,0 \text{ cm}^3$ rastvora natrijum-hidroksida. Ukoliko je poznato da zagrijavanjem 1 mol sekundarnog amina nastaje 1 mol amonijaka, odgovoriti (uz računski dokaz) koji od navedenih amina je podvrgnut opisanoj reakciji:

- a) *N*-etiletanamin;
- b) *N*-metilmetanamin;
- c) *N*-metiletanamin;
- d) difenil-amin.

Rješenje:

Najprije ćemo izračunati ukupnu količinu rastvora HCl, koja je upotrijebljena za apsorpciju amonijaka:

$$n_{\text{ukupno}}(\text{HCl}) = c_1(\text{HCl}) \cdot V_1(\text{HCl}) = 0,128 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,625 \text{ dm}^3 = 0,08 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

Oslobođeni amonijak reaguje sa hloridnom kiselinom prema sljedećoj jednačini:



Višak kiseline (koji nije izreagovao sa amonijakom) titruje se sa rastvorom natrijum-hidroksida:



Količina utrošenog natrijum-hidroksida za titraciju (neutralizaciju) viška hlorovodonične kiseline se računa na sledeći način:

$$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = 0,125 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,096 \text{ dm}^3 = 0,012 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$n_{\text{viška}}(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}) = 0,012 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

Količina hlorovodonične kiseline, koja je apsorbovala oslobođeni amonijak računa se na sljedeći način:

$$n_{\text{izreagovale}}(\text{HCl}) = n_{\text{ukupno}}(\text{HCl}) - n_{\text{viška}}(\text{HCl}) = 0,08 \text{ mol} - 0,012 \text{ mol} = 0,068 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$\Rightarrow n(\text{NH}_3) = n_{\text{izreagovale}}(\text{HCl}) = 0,068 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

što je ujedno i količina nepoznatog amina. 1 poen

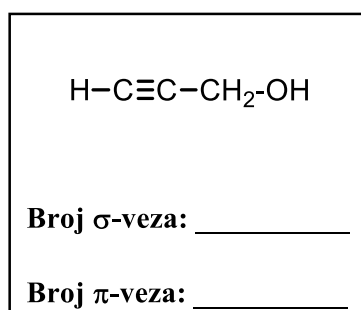
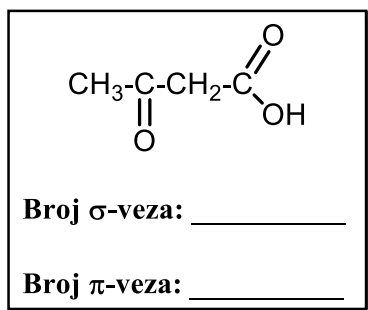
Molarna masa nepoznatog amina računa se preko sljedeće jednačine:

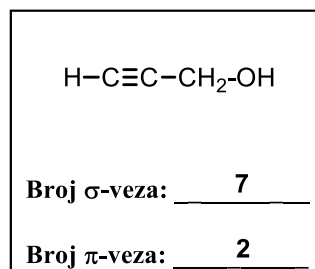
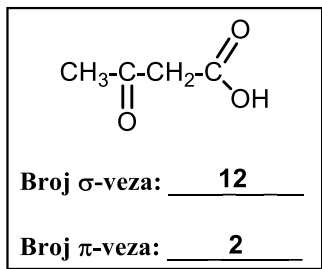
$$M(\text{R}_2\text{NH}) = \frac{m(\text{R}_2\text{NH})}{n(\text{R}_2\text{NH})} = \frac{4,95 \text{ g}}{0,068 \text{ mol}} = 73 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

Ovu molarnu masu ima *N*-etiletanamin (odgovor pod a). 1 poen

Ukupno: **10 poena**

8. Koliko σ -, a koliko π -veza sadrže sljedeći molekuli (*upisati brojeve na predviđeno mjesto u tabelama*):

**Rješenje:**



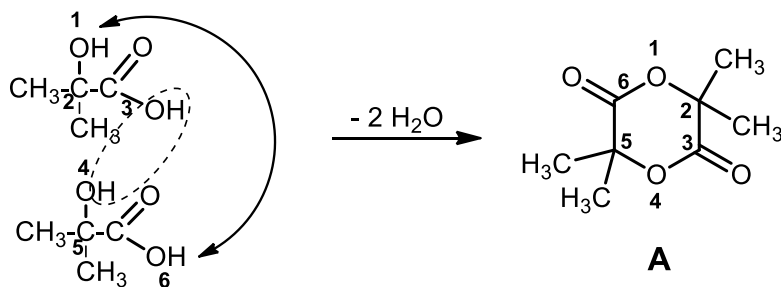
Svaki tačan odgovor .

..... 2 poena

Ukupno: **8 poena**

9. Pažljivim zagrijavanjem 2-metil-2-hidroksipropanske kiseline u prisustvu tragova kiselog katalizatora nastaje jedinjenje **A**, koje sadrži dva puta više ugljenikovih atoma u odnosu na polaznu kiselinu. Jedinjenje **A** ne reaguje ni sa vodenim rastvorom natrijum-hidrogenkarbonata niti sa metalnim natrijumom. Napisati strukturnu formulu jedinjenja **A**.

Rješenje:



Ukupno: **4 poena**

10. Na lijevoj strani su data odgovarajuća tvrđenja. Na desnoj strani zaokružiti oznaku **T** za tačnu tvrdnju odnosno oznaku **N** za netačnu tvrdnju:

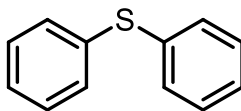
Rješenje:

- | | | | |
|----|---|----------|----------|
| a) | Pikrinska kiselina sadrži hidroksilnu grupu. | <u>I</u> | N |
| b) | Vrenjem glukoze nastaju etanol i CO ₂ . | <u>I</u> | N |
| c) | Fenilalanin ne daje pozitivnu ksantoproteinsku reakciju. | T | <u>N</u> |
| d) | Salicilna kiselina se nalazi u kori vrbe. | <u>I</u> | N |
| e) | Porfin sadrži piridinov prsten. | T | <u>N</u> |
| f) | Polarimetar se koristi za eksperimentalno razlikovanje geometrijskih izomera. | T | <u>N</u> |

Svaki tačan odgovor 1 poen

Ukupno: **6 poena**

11. Napisati naziv navedenog molekula prema pravilima IUPAC-ove nomenklature:



Rješenje:

Difenil-sulfid (ili: feniltiobenzen).

Ukupno: **2 poena**

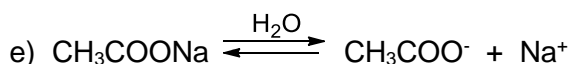
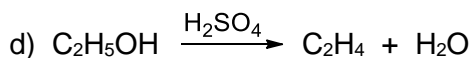
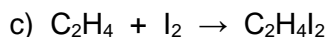
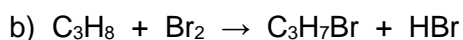
12. U reakciji izopropilmagnezijum-jodida sa čvrstim ugljenik(IV)-oksidom, nakon čega slijedi kisela hidroliza dobijenog organometalnog intermedijera, kao glavni organski proizvod dobija se _____ (dopuniti rečenicu ispravnim terminom).

Rješenje:

U reakciji izopropilmagnezijum-jodida sa čvrstim ugljenik(IV)-oksidom, nakon čega slijedi kisela hidroliza dobijenog organometalnog intermedijera, kao glavni organski proizvod dobija se **2-metilpropanska kiselina**.

Ukupno: **2 poena**

13. Koja od navedenih reakcija predstavlja reakciju supstitucije (zaokružiti tačan odgovor):



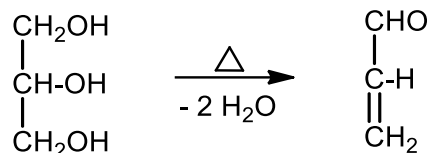
Rješenje:

Tačan odgovor je pod b)

Ukupno: **2 poena**

14. Kolika zapremina akroleina (izražena u cm³) nastaje zagrijavanjem 100,00 g glicerola, ukoliko je prinos ove reakcije 60%? Gustina akroleina je 0,839 g/cm³.

Rješenje:



..... 3 poena

Količinu glicerola izračunavamo na osnovu sljedeće jednačine:

$$n(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3)}{M(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3)} = \frac{100 \text{ g}}{92 \text{ g/mol}} = 1,087 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

Količina akroleina jednaka je količini glicerola (1,087 mol) 1 poen

Masa akroleina računa se prema sljedećoj jednačini:

$$m(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}) = n(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}) \cdot M(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}) = 1,087 \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} = 60,87 \text{ g} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

Izračunata masa je teorijska. Realna masa dobija se množenjem teorijske mase sa prinosom reakcije:

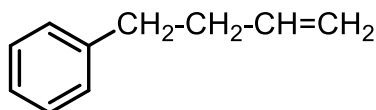
$$m_{\text{realna}} = m_{\text{teorijska}} \cdot \text{Prinos} = 60,87 \text{ g} \cdot 0,60 = 36,52 \text{ g} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

Zapremina akroleina izračunava se na sljedeći način:

$$V(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_4\text{O})}{\rho} = \frac{36,52 \text{ g}}{0,839 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 43,53 \text{ cm}^3 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

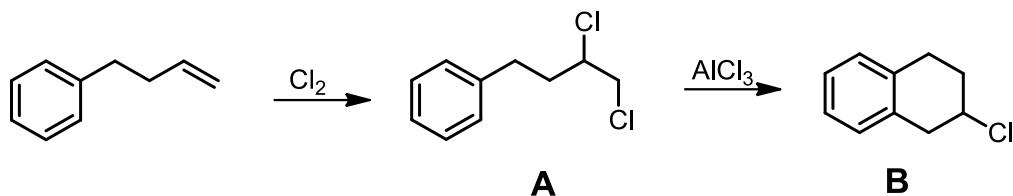
Ukupno: 8 poena

15. U reakciji 1-(3-butenil)benzena (čija je strukturna formula prikazana ispod) sa 1 mol gasovitog hlora, kao jedini proizvod nastaje jedinjenje **A**. Kada se jedinjenje **A** zagrijava sa čvrstim anhidrovanim aluminijum-hloridom, dobija se jedinjenje **B**, molekulske formule C₁₀H₁₁Cl, koje ne sadrži alkil-grupe kao račve. Napisati strukturne formule jedinjenja **A** i **B**.



1-(3-butenil)benzen

Rješenje:

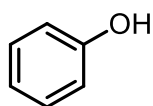


Svaka tačno napisana strukturna formula

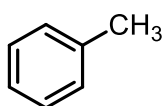
3 poena

Ukupno: **6 poena**

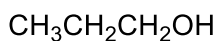
16. Jedinjenja, obilježena brojevima 1-5, čije su strukturne formule prikazane ispod, poređati prema porastu kiselosti.



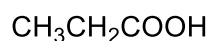
1



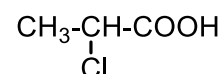
2



3



4



5

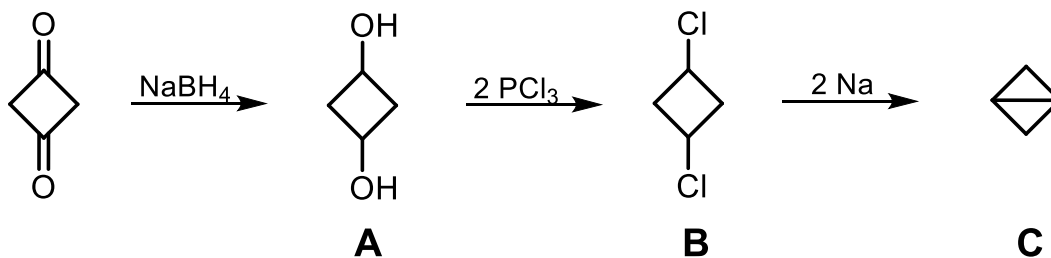
Rješenje:

$2 < 3 < 1 < 4 < 5$

Ukupno: **4 poena**

17. U reakciji 1,3-ciklobutandiona (1,3-diketociklobutana) sa natrijum-borhidridom dobija se jedinjenje **A**. Kada se jedinjenje **A** podvrgne reakciji sa viškom fosfor(III)-hlorida, nastaje jedinjenje **B**. Zagrijavanjem jedinjenja **B** sa metalnim natrijumom, dodatim u višku, gradi se jedinjenje **C**, koje u svom sastavu ne sadrži atome halogena. Napisati strukturne formule jedinjenja **A**, **B** i **C**.

Rješenje:



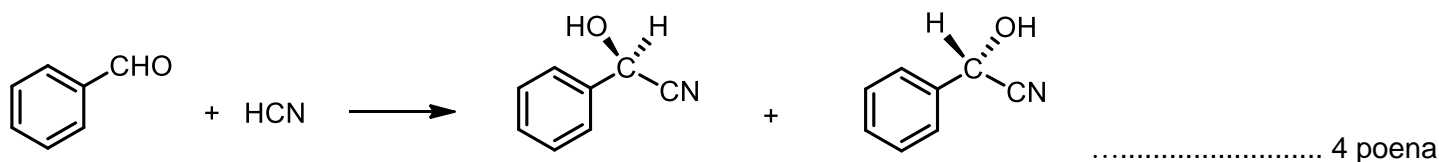
Svaka tačno napisana strukturna formula

2 poena

Ukupno: **6 poena**

18. U reakciji benzaldehida sa gasovitim cijanovodonikom dobijaju se dva tečna proizvoda, koja nije moguće odvojiti destilacijom. Napisati strukturne formule ova dva proizvoda.

Rješenje:



4 poena

Napisana formula samo jednog enantiomera

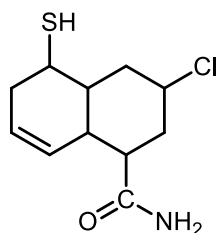
2 poena

Napisana formula cijanohidrina bez oznake stereocenara

1 poen

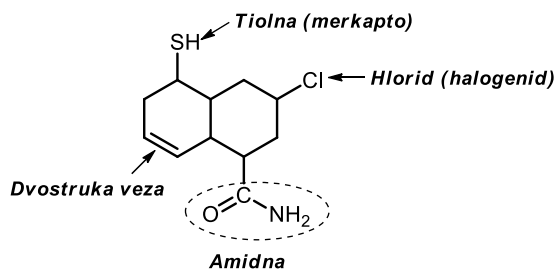
Ukupno: 4 poena

19. Na strukturnoj formuli organskog molekula (datoj ispod) navesti nazive svih funkcionalnih grupa koje posjeduje.



Nazivi funkcionalnih grupa:

Rješenje:



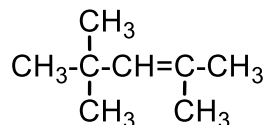
Svaka tačno napisana funkcionalna grupa

1 poen

Ukupno: 4 poena

20. Ozonolizom nepoznatog jedinjenja dobija se smješa, koja se sastoji od acetona i 2,2-dimetilpropanala. Napisati strukturnu formulu i naziv jedinjenja koje je podvrgnuto ozonolizi.

Rješenje:



.....

3 poena

Naziv: 2,4,4-trimetil-2-penten

1 poen

Ukupno: 4 poena