

Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore

OLIMPIJADA ZNANJA 2022.

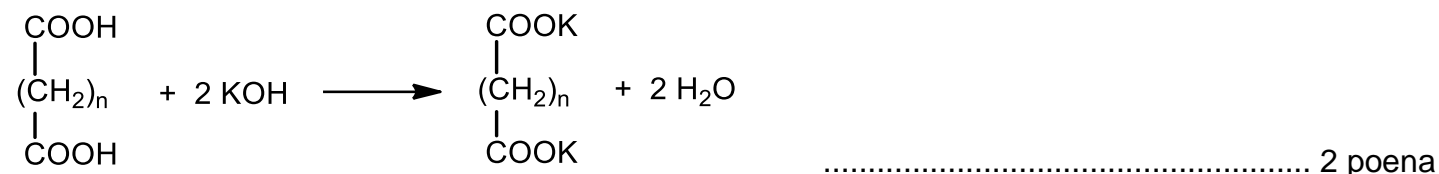
Rješenja zadataka iz HEMIJE
za III razred srednje škole

1. Nepoznata zasićena karboksilna kiselina je čvrsta kristalna supstanca, rastvorna u vodi. Zagrijavanjem, iz jednog molekula kiseline nastaje jedan molekul vode, pri čemu se ne vrši dekarboksilacija. Za potpunu neutralizaciju određene zapremine vodenog rastvora kiseline utrošeno je 200.00 cm³ rastvora kalijum-hidroksida, količinske koncentracije 1,0 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$. Tom prilikom dobijeno je 19,4 g soli. Napisati naziv nepoznate karboksilne kiseline, kao i jednačinu reakcije njenog zagrijavanja. $M(\text{C})=12.0 \text{ g/mol}$; $M(\text{O})=16.0 \text{ g/mol}$; $M(\text{K})=39.0 \text{ g/mol}$; $M(\text{H})=1.0 \text{ g/mol}$.

Rješenje:

Prema uslovima zadatka, u pitanju je dikarboksilna kiselina, jer zagrijavanjem dikiselina dolazi do dehidratacije, bez eliminacije CO₂, a prilikom čega se dobija ciklični anhidrid.

Zatim pišemo opštu jednačinu potpune neutralizacije dikiseline pomoću rastvora kalijum-hidroksida:



Količina utrošenog kalijum-hidroksida nalazi se na sljedeći način:

$$n(\text{KOH}) = c_R(\text{KOH}) \cdot V_R(\text{KOH}) = 1 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0.2 \text{ dm}^3 = 0.2 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$n_{\text{soli}} = \frac{1}{2} n(\text{KOH}) = 0.1 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

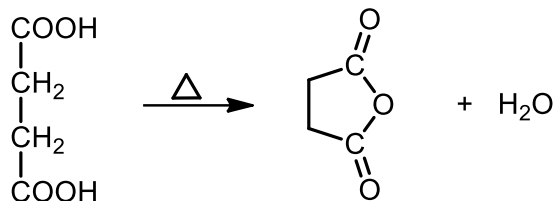
$$M_{\text{soli}} = \frac{m_{\text{soli}}}{n_{\text{soli}}} = \frac{19.4 \text{ g}}{0.1 \text{ mol}} = 194 \frac{\text{g}}{\text{mol}}. \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

Prema tome, molarna masa nepoznate kiseline se računa na sljedeći način:

$$M_{\text{kiseline}} = M_{\text{soli}} - (2M(\text{K}) + 2 M(\text{H})) = 194 \text{ g/mol} - (78+2) \text{ g/mol} = 118 \text{ g/mol} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

Naziv: Butan-dikiselina ili ćilibarna kiselina 1 poen

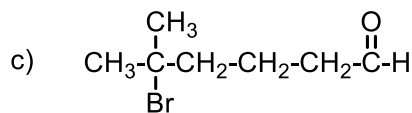
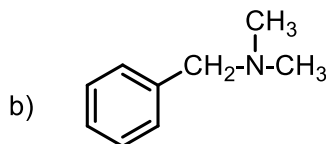
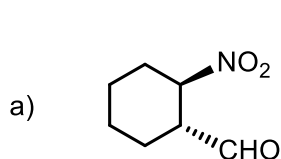
Jednačina zagrijavanja ćilibarne kiseline je:



..... 3 poena

Ukupno: 10 poena

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



Rješenje:

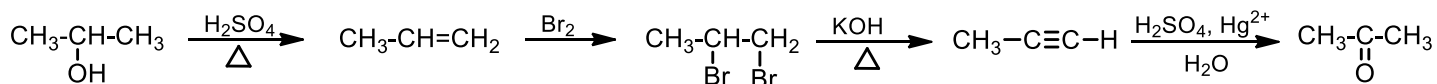
- a) *cis*-2-Nitro-1-cikloheksankarbaldehid
- b) *N,N*-dimetil-benzilamin
- c) 5-Brom-5-metilheksanal

Svaki tačan odgovor 2 poena

Ukupno: 6 poena

3. Kako biste, polazeći od 2-propanola, sintetisali propanon, uz uslov da reakciona sekvenca obuhvati više od jedne sintetičke transformacije.

Rješenje:



Priznaju se i drugačije tačno napisane sintetičke sekvence.

Ukupno: 4 poena

4. Iz jednog insekta je izolovan feromon **A**, koji ima molekulsku formulu $\text{C}_{23}\text{H}_{46}$. Ozonolizom feromona nastaju dva jedinjenja, **B** i **C**, koja u reakciji sa vodenim rastvorom kalijum-permanganata grade dvije karboksilne kiseline: jedinjenje **B** daje tetradekansku kiselinu, dok oksidacijom jedinjenja **C** nastaje nonanska kiselina. Napisati strukturne formule jedinjenja **A**, **B** i **C**.

Rješenje:

[illegible]

Svaka tačno napisana strukturna formula 2 poena

Ukupno: 6 poena

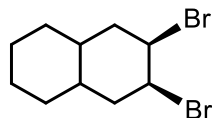
5. U dvije epruvete nalaze se nitrobenzen i aminobenzen. Kako biste najjednostavnije razlikovali ova dva organska jedinjenja?

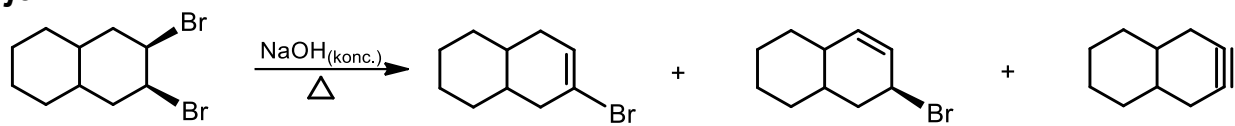
Rješenje:

Aminobenzen (anilin) posjeduje bazne osobine pa bismo ga najlakše mogli dokazati reakcijom sa rastvorom neke jake neorganske kiseline, pri čemu nastaje amonijum-so, rastvorna u vodi. Pod ovim uslovima, nitrobenzen ne reaguje.

Ukupno: 2 poena

6. Napisati sve proizvode, koji se mogu dobiti u reakciji *cis*-1,2-dibromdekalina (čija je strukturna formula prikazana ispod) sa koncentrovanim vodenim rastvorom natrijum-hidroksida, dodatim u višku i uz zagrijavanje.

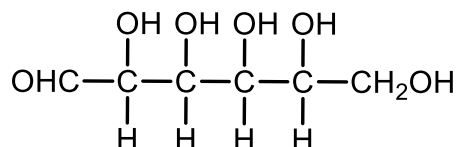


Rješenje:

Svaka tačno napisana strukturna formula 2 poena

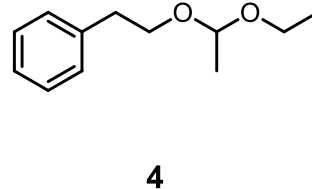
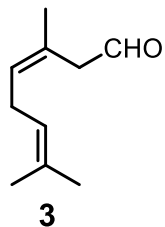
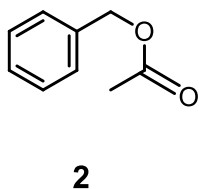
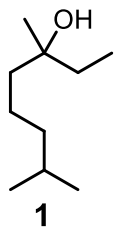
Ukupno: **6 poena**

7. Perjodna kiselina (HIO_5) je bijela kristalna higroskopna supstanca koja spada u grupu jakih oksidacionih sredstava. Jedna od njenih primjena u organskoj analizi jeste određivanje sastava monosaharida (polihidroksilnih aldehida ili ketona), budući da ima osobinu da raskida C-C veze, koje za sebe vezuju kiseonične funkcionalne grupe. Tako, nađeno je da svaka aldehidna i sekundarna hidroksilna grupa nekog polihidroksilnog karbonilnog jedinjenja oksidacijom sa perjodnom kiselinom gradi metansku kiselinu, primarna hidroksilna grupa gradi metanal, dok se keto-grupa sa ovom kiselinom oksiduje do CO_2 . Znajući to, napisati strukturnu formulu nepoznatog organskog jedinjenja, ukoliko je poznato da je njegovom oksidacijom sa HIO_5 dobijeno 5 mol metanske kiseline i 1 mol metanala. Nepoznato organsko jedinjenje može da adira ukupno 1 mol gasovitog vodonika u prisustvu odgovarajućeg katalizatora.

Rješenje:

Ukupno: **4 poena**

8. Prirodna organska jedinjenja koja imaju prijatne mirise koriste se kao dodaci prilikom proizvodnje hemikalija za kućnu upotrebu. Date su strukturne formule četiri prirodne organske supstance (obilježene brojevima **1-4**), koje bi potencijalno mogle naći primjenu za ove namjene.



Koje od njih nijesu pogodne kao dodaci prilikom proizvodnje detergenata za pranje rublja i zbog čega (vodeni rastvor detergenta ima pH-vrijednosti između 11 i 12)?

Rješenje:

Jedinjenja označena brojevima **2** i **3** nijesu podesna kao dodaci prilikom proizvodnje detergenata jer se jedinjenje **2** u baznoj sredini hidrolizuje (estar je) a jedinjenje **3** u baznoj sredini podliježe aldolnoj reakciji (aldehid).

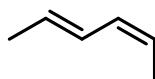
Tačan odgovor uz adekvatno objašnjenje. 2 poena

Ukupno: **4 poena**

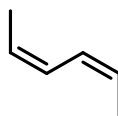
9. Nacrtati strukturne formule svih mogućih geometrijskih izomera 2,4-heksadiena.

Rješenje:

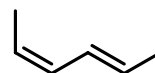
trans-trans



trans-cis



cis-cis



cis-trans

Svaki tačan odgovor 1 poen

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:

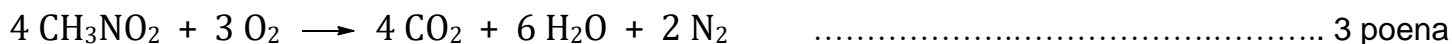
- | | | | |
|----|--|-----------------|-----------------|
| a) | Optički aktivna jedinjenja sadrže samo jedan hiralan ugljenikov atom. | T | <u>N</u> |
| b) | Enantiomeri imaju iste gustine. | <u>I</u> | N |
| c) | Diastereoizomeri se ne odnose kao predmet i njegov lik u ogledalu. | <u>I</u> | N |
| d) | Uređaj za određivanje vrijednosti ugla obrtanja ravni polarizovane svjetlosti se zove polarizator. | T | <u>N</u> |
| e) | Molekul sa 4 asimetrična C-atoma ima 16 stereoizomera. | <u>I</u> | N |
| f) | Racemska smješa predstavlja smještu jednakih količina diastereoizomera. | T | <u>N</u> |

Svaki tačan odgovor 1 poen

Ukupno: **6 poena**

11. Nitro-jedinjenja su najčešće veoma eksplozivna i prilikom njihove eksplozije se, pored uobičajenih gasovitih proizvoda potpunog sagorijevanja organskih supstanci, dobija i azot. Kolika je ukupna zapremina gasne smješe, koja nastaje eksplozijom 1.0 g najjednostavnijeg organskog nitro-jedinjenja? $M(C)=12.0$ g/mol; $M(O)=16.0$ g/mol; $M(N)=14.0$ g/mol; $M(H)=1.0$ g/mol.

Rješenje:



$$n(\text{CH}_3\text{NO}_2) = \frac{m(\text{CH}_3\text{NO}_2)}{M(\text{CH}_3\text{NO}_2)} = \frac{1.0\text{g}}{61\frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0.0164 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{CH}_3\text{NO}_2) = 0.0164 \text{ mol} \Rightarrow V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_m = 0.0164 \text{ mol} \cdot 22.4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 0.3674 \text{ dm}^3 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3}{2} n(\text{CH}_3\text{NO}_2) = 0.0246 \text{ mol} \Rightarrow V(\text{H}_2\text{O}) = 0.0246 \text{ mol} \cdot 22.4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 0.551 \text{ dm}^3 \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

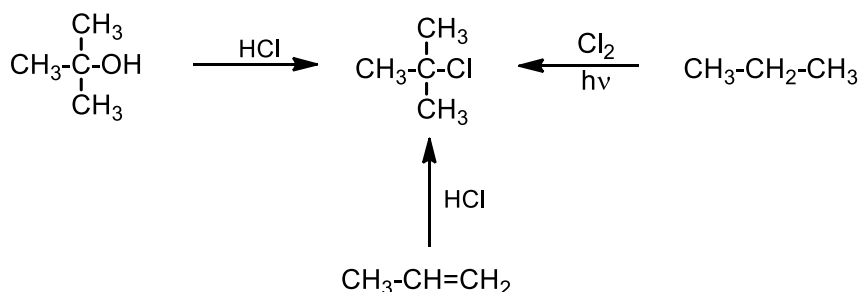
$$n(\text{N}_2) = \frac{1}{2} n(\text{CH}_3\text{NO}_2) = 0.0082 \text{ mol} \Rightarrow V(\text{N}_2) = 0.0082 \text{ mol} \cdot 22.4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 0.1837 \text{ dm}^3 \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$V_{\text{ukupno}} = (0.3674 + 0.551 + 0.1837) \text{ dm}^3 = 1.102 \text{ dm}^3 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

Ukupno: **8 poena**

12. Navesti tri međusobno različita načina, pomoću kojih je moguće dobiti 2-hlor-2-metilpropan (*terc*-butil-hlorid).

Rješenje:

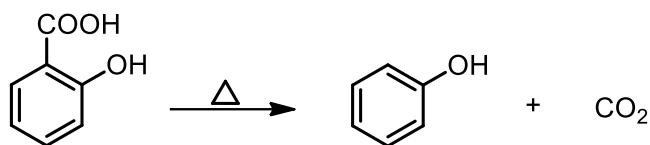


Svaka tačno napisana konverzija 2 poena

Priznaju se i drugačija tačno napisana rješenja.

Ukupno: **6 poena**

13. Data je reakcija laboratorijskog dobijanja fenola:



Navedena reakcija spada u reakcije (*zaokružiti tačan odgovor*):

- a) hidrogenizacije;
- b) hidratacije;
- c) alkalne hidrolize;
- d) kisele hidrolize;
- e) neutralizacije;
- f) dekarboksilacije.

Rješenje:

Tačan odgovor je pod f)

Ukupno: 2 poena

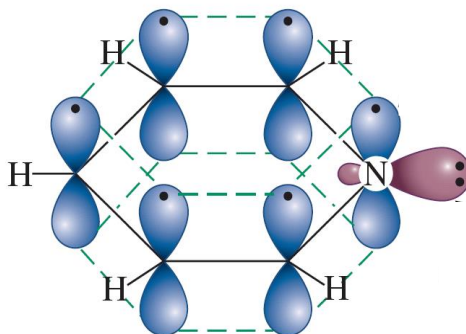
14. Tačka topljenja benzoeve kiseline iznosi 122.3 °C, *o*-hidroksibenzoeve (salicilne) je 158.6 °C, dok se *p*-hidroksibenzoeva kiselina topi na 214.5 °C. Kojim fenomenom se može objasniti ovakav trend vrijednosti tački topljenja?

Rješenje:

Razlog ovakog trenda vrijednosti tački topljenja je prisustvo vodoničnih veza. Vodonične veze povećavaju tačke ključanja ili topljenja organskih jedinjenja i što ih je više, vrijednost odgovarajuće tačke će takođe biti veća.

Ukupno: 2 poena

15. Na sljedećoj slici predstavljena je struktura jednog organskog molekula:



Dopuniti sljedeće rečenice pojmovima koji nedostaju.

Rješenje:

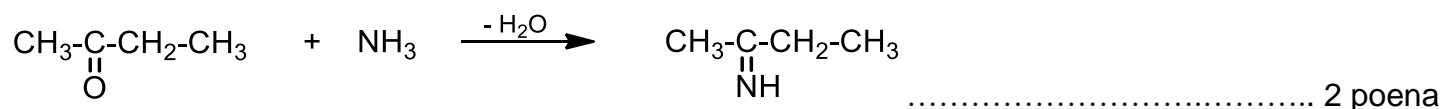
- a) Na slici je predstavljena struktura molekula koji se naziva **piridin**.
- b) Vrsta hibridizacije koja je zastupljena u ovom molekulu je **sp^2** -hibridizacija.
- c) Ugao koji je karakterističan za ovaj tip hibridizacije je **120 °**.
- d) Navedeni molekul pripada klasi **heterocikličnih aromatičnih jedinjenja**.

Svaki tačan odgovor 1 poen

Ukupno: **4 poena**

16. Koliko dm^3 amonijaka (mjereno pri normalnim uslovima) je potrebno uvesti u rastvor, koji sadrži 21.6 g butanona, u cilju dobijanja odgovarajućeg proizvoda?

$M(\text{C})=12.0 \text{ g/mol}$; $M(\text{O})=16.0 \text{ g/mol}$; $M(\text{N})=14.0 \text{ g/mol}$; $M(\text{H})=1.0 \text{ g/mol}$.

Rješenje:

$$n(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}) = \frac{m(\text{C}_4\text{H}_8\text{O})}{M(\text{C}_4\text{H}_8\text{O})} = \frac{21.6\text{g}}{72\text{g/mol}} = 0.3\text{mol} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$n(\text{NH}_3) = n(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}) = 0.3 \text{ mol}$$

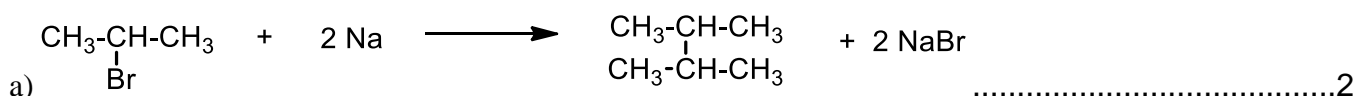
$$\Rightarrow V(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot V_m = 0.3 \text{ mol} \cdot 22.4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 6.72\text{dm}^3 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

Ukupno: **4 poena**

17. Napisati jednačinu hemijske reakcije 2-brompropana sa:

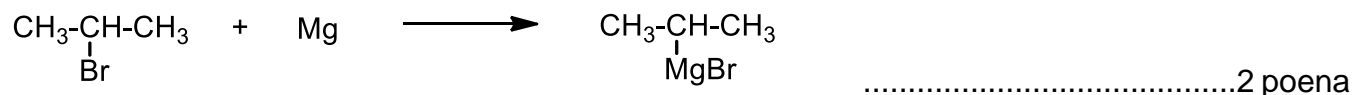
- a) natrijumom;
- b) magnezijumom u apsolutnom etru.

Napisati nazive ove dvije reakcije.

Rješenje:

poena

b)



Reakcija pod a) naziva se **Vurcova (Wurtz) reakcija**, a reakcija pod b) se zove **Grinjarova (Grignard) reakcija**.

Svaki tačno napisan naziv 1 poen

Ukupno: **6 poena**

18. U reakciji 2,2-propanditiola (2,2-dimerkaptopropana) sa vodenim rastvorom vodonik-peroksida, gradi se organsko jedinjenje **A** (1 mol ditiola gradi 1 mol jedinjenja **A**). Jedinjenje **A** ne reaguje sa razblaženim rastvorom natrijum-hidroksida niti sa rastvorom srebro-nitrata. Napisati jednačinu reakcije oksidacije 2,2-propanditiola i navesti u koju klasu jedinjenja spada proizvod **A**.

Rješenje:

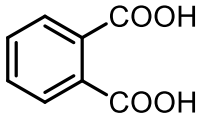


Jedinjenje **A** spada u klasu disulfida 2 poena

Ukupno: **5 poena**

19. Napisati strukturne formule organskih kiselina, ukoliko su dati nazivi njihovih soli.

Rješenje:

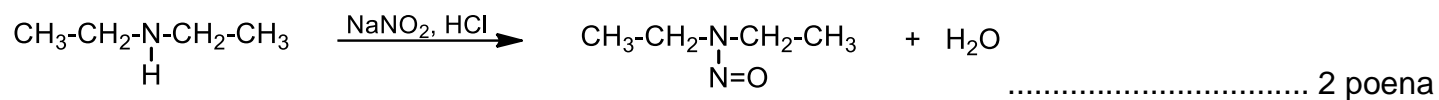
Malati	Citrati	Tartarati	Ftalati
$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H-C-OH} \\ \\ \text{H-C-H} \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COOH} \\ \\ \text{HO-C-COOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H-C-OH} \\ \\ \text{H-C-OH} \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	

Svaka tačno napisana strukturna formula kiseline 2 poena

Ukupno: **8 poena**

20. Napisati jednačinu reakcije dietil-amina (*N*-etiletanamina) sa smješom natrijum-nitrita i hloridne kiseline i odrediti klasu kojoj dobijeno jedinjenje pripada.

Rješenje:



Klasa: nitrozo-jedinjenja \dots\dots\dots 1 poen

Ukupno: **3 poena**