

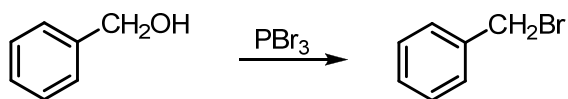
**Prirodno-matematički fakultet**  
**Društvo matematičara i fizičara Crne Gore**

**OLIMPIJADA ZNANJA 2016.**

**Rješenja zadataka iz HEMIJE**  
**za III razred srednje škole**

**1.** Smješa benzil-alkohola i benzil-bromida ima masu 400.0 g. Ukupna količina benzil-bromida nakon reakcije smješe sa  $\text{PBr}_3$  iznosi 2.87 mol. Koliko procenata benzil-alkohola je sadržavala početna smješa?  $\text{Ar}(\text{C})=12$ ;  $\text{Ar}(\text{H})=1$ ;  $\text{Ar}(\text{O})=16$ ;  $\text{Ar}(\text{Br})=80$ .

**Rješenje:**



..... (2 poena)

Ukupnu masu benzil-bromida (BzBr) ćemo izračunati primjenom sledeće relacije:

$$m_{\text{ukupno}}(\text{BzBr}) = n(\text{BzBr}) \cdot M(\text{BzBr}) = 2.87 \text{ mol} \cdot 171 \text{ g/mol} = 490.8 \text{ g}$$

$$m_{\text{ukupno}}(\text{BzBr}) = m_1(\text{BzBr}) + m_2(\text{BzBr}) \text{ / } m_1\text{-masa iz polaznog uzorka; } m_2\text{-masa koja je nastala/}$$

$$m_1(\text{BzBr}) = 490.8 - m_2(\text{BzBr}) \text{ ..... (1 poen)}$$

$$m(\text{BzOH}) + m_1(\text{BzBr}) = 400.0 \text{ g} \Rightarrow m(\text{BzOH}) = 400 - m_1(\text{BzBr}) = 400 - (490.8 - m_2(\text{BzBr})) \text{ (1 poen)}$$

$$n(\text{BzOH}) \cdot M(\text{BzOH}) = 400 - (490.8 - n_2(\text{BzBr}) \cdot M(\text{BzBr}))$$

$$n(\text{BzOH}) = n(\text{BzBr}) \Rightarrow n(\text{BzOH}) \cdot 108 = 400 - 490.8 + n(\text{BzOH}) \cdot 172$$

$$n(\text{BzOH}) = 1.44 \text{ mol} \text{ ..... (2 poena)}$$

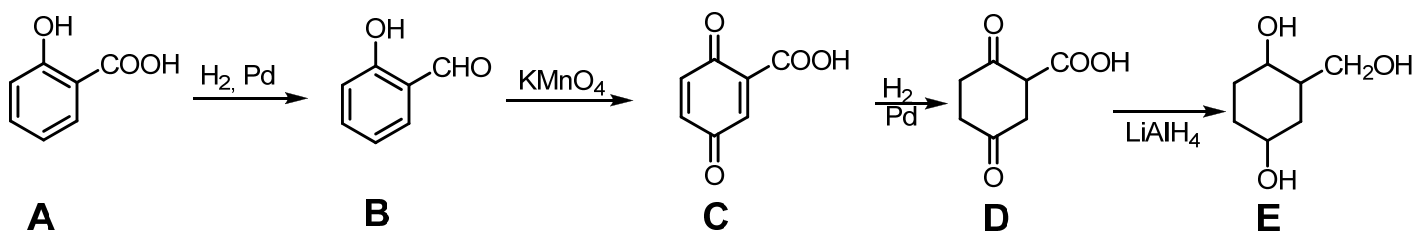
$$m(\text{BzOH}) = 1.44 \text{ mol} \cdot 108 \text{ g/mol} = 155.5 \text{ g}$$

$$\omega(\text{BzOH}) = m(\text{BzOH})/m_{\text{smjese}} = 155.5/400.0 = 0.3887 = 38.87 \% \text{ ..... (1 poen)}$$

ukupno: **7 poena**

**2.** U rastvor jedinjenja **A** (aromatična kiselina koja je dobijena iz kore vrbe) dodat je paladijum u prahu i uveden je gasoviti vodonik. Nakon utroška 1 mol vodonika, reakcija je prekinuta, pri čemu je dobijen proizvod **B**, koji ne reaguje sa vodenim rastvorom natrijum-karbonata. U reakciji proizvoda **B** sa vodenim rastvorom kalijum-permanganata, dobija se jedinjenje **C**, molekulske formule  $\text{C}_7\text{H}_4\text{O}_4$ , koje metil-oranž boji u crvenu boju. Jedinjenje **C** je rastvoreno u alkoholu, ponovo je dodat paladijum u prahu i u nastalu smještu je uvođen vodonik, pri čemu su se utrošila ukupno 2 mol ovog gasa i dobijeno je jedinjenje **D**. Jedinjenje **D** može da adira 2 mol hidrazina. Dejstvom litijum-aluminijum-hidrida na jedinjenje **D** dobija se jedinjenje **E**, molekulske formule  $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_3$ . Na osnovu iznijetih informacija, identifikovati jedinjenja **A**, **B**, **C**, **D** i **E**.

**Rješenje:**



ukupno: **10 poena**

**3.** Koja vrsta izomerije se javlja kod sledećih parova jedinjenja:

- a) 1-butin i 2-butin
- b) 2-metilpentan i 3-metilpentan
- c) *cis*-2-buten i *trans*-2-buten
- d) 1-butanol i 2-butanol
- e) (*R*)-2-brombutan i (*S*)-2-brombutan

**Rješenje:**

izomerija položaja

izomerija niza

geometrijska (*cis/trans*) izomerija

izomerija položaja

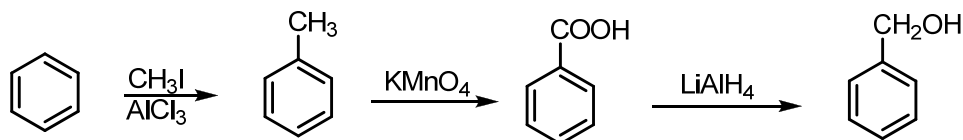
optička izomerija

Svaki tačan odgovor nosi po 2 poena

ukupno: **10 poena**

**4.** Kako biste, polazeći od benzena, sintetisali benzil-alkohol, pod uslovom da Vaša sintetička sekvenca ne obuhvata građenje aldehida, kao jednog od intermedijera?

**Rješenje:**



ukupno: **6 poena**

**5.** Od metanske kiseline je napravljen vodeni rastvor koncentracije  $0.10 \text{ mol/dm}^3$ . Konstanta disocijacije metanske kiseline na  $25^\circ\text{C}$  iznosi  $1.77 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ . Za dati rastvor kiseline izračunati *pH* -vrijednost.

**Rješenje:**



$K_d = \frac{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{HCOOH}]}$  ..... (2 poena)

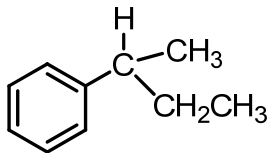
$\Rightarrow [\text{H}^+] = \sqrt{K_d \cdot [\text{HCOOH}]} = \sqrt{1.77 \cdot 10^{-4} \cdot 0.1 \text{ mol/dm}^3} = \sqrt{1.77 \cdot 10^{-6}} = 0.0042 \text{ mol/dm}^3$  ..... (3 poena)

$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (0.0042) = 2.38$  ..... (1 poen)

ukupno: **7 poena**

**6.** Napisati strukturnu formulu i naziv prema pravilima IUPAC-ove nomenklature za najprostiji optički aktivan aromatični ugljovodonik, a zatim njegovu reakciju sa vodenim rastvorom kalijum-permanganata.

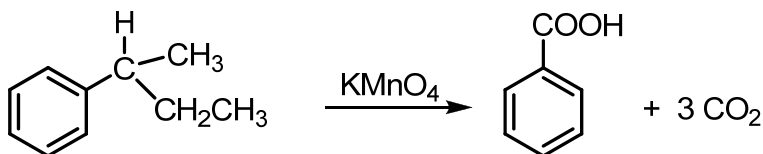
**Rješenje:**



.....(3 poena)

Naziv: **2-fenilbutan**

.....(2 poena)



.....(2 poena)

ukupno: **7 poena**

**7.** Potpunim sagorijevanjem etanola dobijena je smješa dva gasovita proizvoda. Smješa je ohlađena na 0 °C. Gasoviti proizvod iz ohlađene smješe je uveden u rastvor, koji se sastoji od hloridne kiseline, koncentracije 1 mol/dm<sup>3</sup> u vodi i etanola (pomiješanih u zapreminskom odnosu 1:1). Gas se u ovoj smješi apsorbirao u potpunosti. Napisati strukturnu formulu i naziv organskog proizvoda koji je nastao u ovoj reakciji.

**Rješenje:**

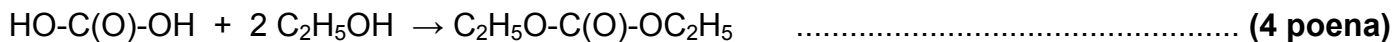
Sagorijevanjem etanola dobija se smješa ugljen-dioksida i vodene pare. Hlađenjem smješe, voda se kondenzuje u tečnost, dok CO<sub>2</sub> i dalje ostaje u gasovitom stanju.



Uvođenjem gasovitog ugljen-dioksida u smješu HCl i etanola dolazi do reakcije ovog gasa sa vodom, pri čemu se gradi nestabilna ugljena (karbonatna) kiselina:



Karbonatna kiselina je dvobazna kiselina koja kao takva može da reaguje sa etanolom, pri čemu se gradi estar (kako je etanol upotrijebljen u višku, esterifikuju se obje OH-grupe kiseline):



Dobijeni estar se zove dietil-karbonat ..... (2 poena)

ukupno: **10 poena**

8. Uzorak alifatične dikarboksilne kiseline, mase 1.22 g, rastvoren je u vodi i razblažen do 250.0 cm<sup>3</sup>. Za neutralizaciju 25.0 cm<sup>3</sup> takvog rastvora utrošeno je 21.0 cm<sup>3</sup> rastvora NaOH, koncentracije 0.100 mol/dm<sup>3</sup>. Napisati strukturnu formulu pomenute kiseline. Ar(C)=12; Ar(H)=1; Ar(O)=16.

**Rješenje:**



$$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V_R(\text{NaOH}) = 0.1 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0.25 \text{ dm}^3 = 0.0021 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

$$n(\text{kiseline}):n(\text{NaOH})=1/2 \text{ pa je } n(\text{kiseline})=0.00105 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Kako je od prvobitno pripremljenog rastvora odmjeren 25 cm<sup>3</sup>, količinu kiseline u toj zapremini rastvora nalazimo iz sledeće proporcije:

$$250 \text{ cm}^3 : 1.22 \text{ g} = 25 \text{ cm}^3 : x \text{ pa je } x=0.122 \text{ g kiseline u } 25 \text{ cm}^3 \quad \dots\dots\dots (2 \text{ poena})$$

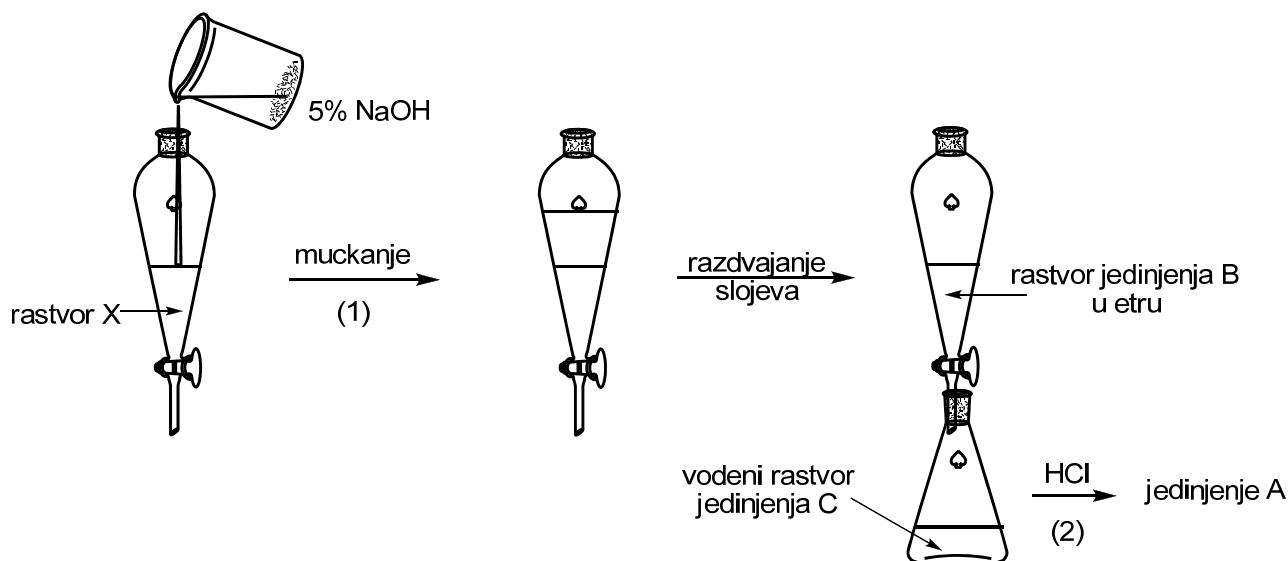
$$M_{\text{kiseline}} = \frac{m_{\text{kiseline}}}{n_{\text{kiseline}}} = \frac{0.122 \text{ g}}{0.00105 \text{ mol}} = 116.2 \text{ g/mol} \quad \dots\dots\dots (2 \text{ poena})$$

Na osnovu izračunate molarne mase kiseline i činjenice da molarna masa dvije COOH-grupe iznosi 90 g/mol, nalazimo i molekulsku formulu tražene dikarboksilne kiseline:



ukupno: **10 poena**

9. U lijevku za odvajanje nalazi se rastvor **X**, koji je sastavljen od jedinjenja **A** i **B**, rastvorenih u etru. Oba jedinjenja imaju po šest C-atoma; jedno je ciklični alkohol, dok drugo daje karakterističnu ljubičastu boju sa rastvorom FeCl<sub>3</sub>. Postupak odvajanja sastojaka smješe prikazan je crtežom:



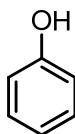
- Napisati strukturne formule jedinjenja **A** i **B**?
- Kako se naziva postupak razdvajanja supstanci **A** i **B** iz rastvora **X**?
- Napisati jednačinu reakcije jedinjenja iz smješe **X** sa rastvorom NaOH.
- Napisati hemijsku jednačinu (2).
- Kako biste najefikasnije dobili jedinjenje **B** u čistom stanju iz rastvora etra?

Svaki tačan odgovor nosi po 2 poena

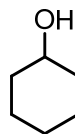
ukupno: **10 poena**

**Rješenje:**

- Na osnovu podataka iz uslova zadatka dolazi se do zaključka da su tražena jedinjenja: **A**-fenol i **B**-cikloheksanol:

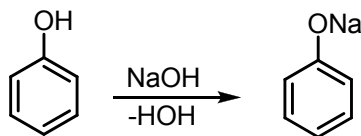


**A**

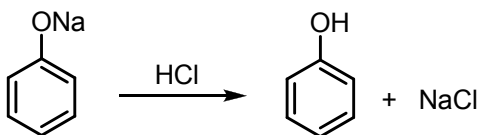


**B**

- Postupak razdvajanja jedinjenja **A** i **B** naziva se ekstrakcija.
- Sa natrijum-hidroksidom iz smjese reaguje fenol, pri čemu nastaje natrijum-fenoksid:



- To je reakcija natrijum-fenoksida sa hloridnom kiselinom, pri čemu nastaje fenol:



- Pošto je etar vrlo isparljivo jedinjenje, njegovim uparavanjem moguće je dobiti čistu supstancu **B**.

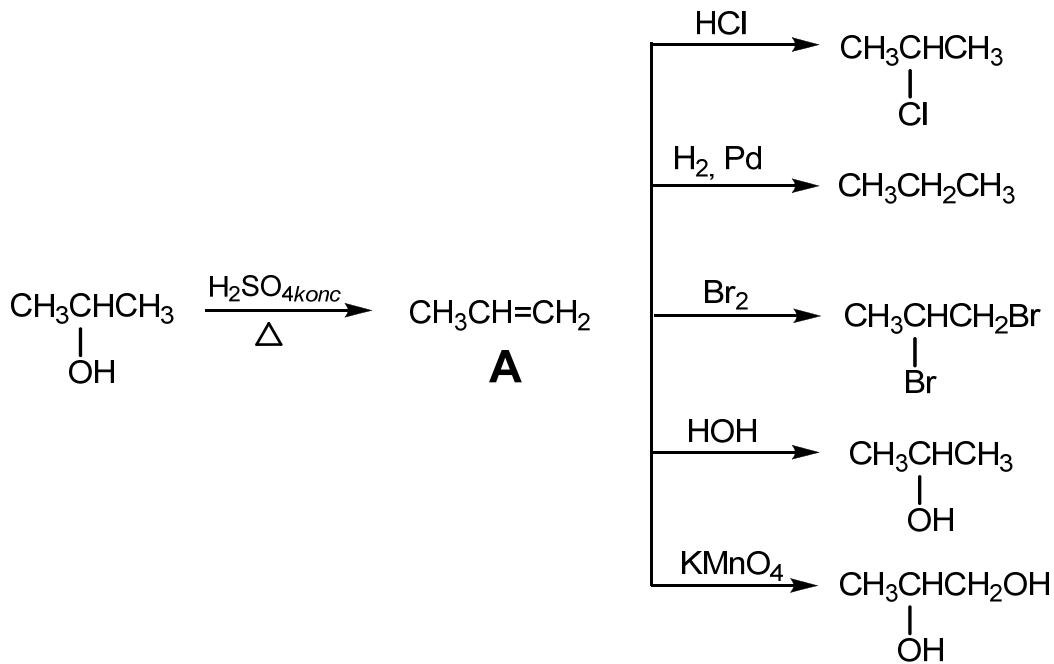
**10.** Zagrijavanjem 2-propanola sa koncentrovanom sulfatnom kiselinom nastaje organsko jedinjenje **A**. Napisati jednačine reakcija jedinjenja **A** sa sledećim reagensima:

- HCl;
- H<sub>2</sub>, Pd;
- bromom;
- vodom;
- rastvorom KMnO<sub>4</sub>.

Svaka potpuno tačno napisana jednačina nosi po 2 poena

**(10)**

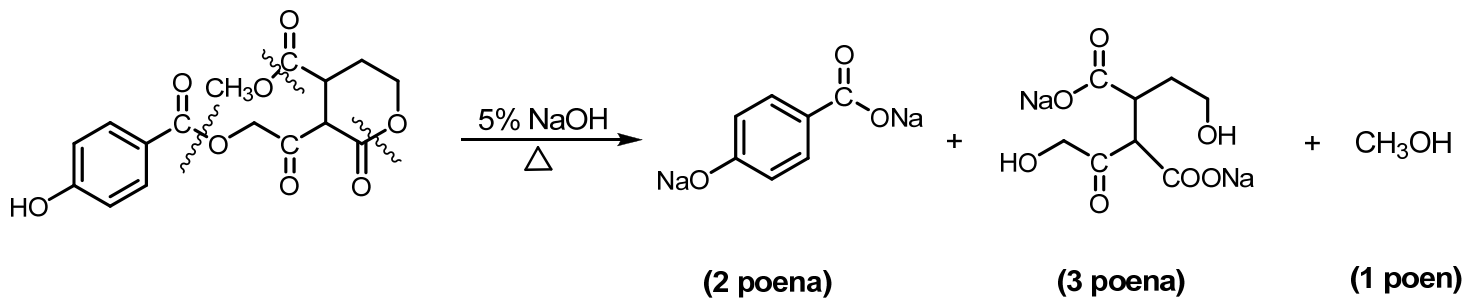
**Rješenje:**



ukupno: **10 poena**

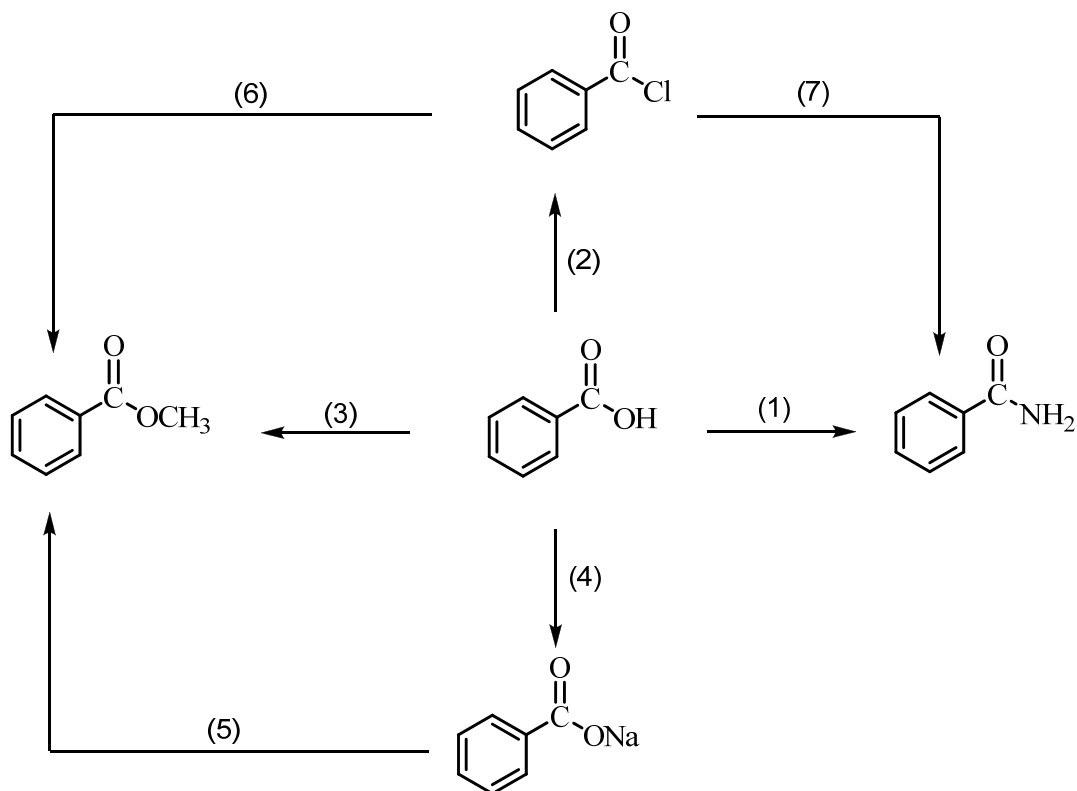
**11.** Na slici je data strukturna formula jednog složenog organskog jedinjenja. Napisati strukturne formule svih proizvoda koji nastaju kada se to jedinjenje zagrijava sa 5% vodenim rastvorom NaOH.

**Rješenje:**



**ukupno: 6 poena**

**12.** Napisati formule reagenasa 1-7, koji omogućavaju sintetičke transformacije, predstavljene na slici:



*Svaka tačno napisana formula nosi po 1 poen*

**Rješenje:**

- 1 –  $\text{NH}_3$
- 2-  $\text{PCl}_3$
- 3-  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{H}^+$
- 4-  $\text{NaOH}$  (ili  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )
- 5-  $\text{CH}_3\text{OH}$
- 6-  $\text{CH}_3\text{OH}$
- 7-  $\text{NH}_3$

ukupno: **7 poena**

