

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

OLIMPIJADA ZNANJA 2017.

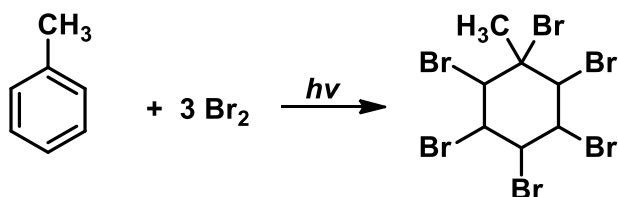
**Rješenja zadataka iz HEMIJE
za IX razred osnovne škole**

1. U reakciji toluena sa bromom u prisustvu sunčeve svjetlosti dobija se jedinjenje **A**, koje nije u stanju da reaguje sa rastvorima bromne vode i kalijum-permanganata. Takođe, zagrijavanjem jedinjenja **A** sa gasovitim vodonikom, dodatim u višku i u prisustvu katalizatora, ne dolazi do reakcije. Izračunati molarnu masu jedinjenja **A**.

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

Rješenje:

Prema uslovima zadatka zaključujemo da se ovdje radi o reakciji adicije broma na benzenovo jezgro. Jedinjenje **A** ne sadrži dvostruke veze, što potvrđuju činjenice da ne može da reaguje sa rastvorima bromne vode i $KMnO_4$, kao ni sa vodonikom u prisustvu katalizatora.



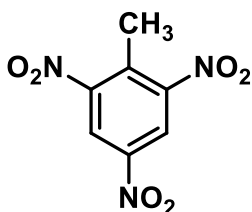
..... (3 poena)

Molarna masa jedinjenja **A** iznosi: $M(C_7H_8Br_6) = 571.4 \text{ g/mol}$

..... (2 poena)

Ukupno: 5 poena

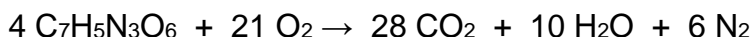
2. Data je strukturna formula trinitro-toluena (TNT), organskog jedinjenja koje je veoma jak eksploziv:



Trinitro-toluen (TNT)

Trinitro-toluen je standard za određivanje stepena eksplozivnosti i jačine detonacije drugih sintetičkih eksploziva. Eksplozija se definiše kao trenutna i brza reakcija oksidacije, a njeno razorno dejstvo (osim velike količine oslobođene toplote) potiče i od naglog povećanja pritiska, izazvanog velikom količinom gasovitih proizvoda, koji nastaju na taj način. Znajući da se eksplozijom TNT-a oslobađaju azot, ugljenik(IV)-oksid i vodena para, napisati jednačinu ove reakcije.

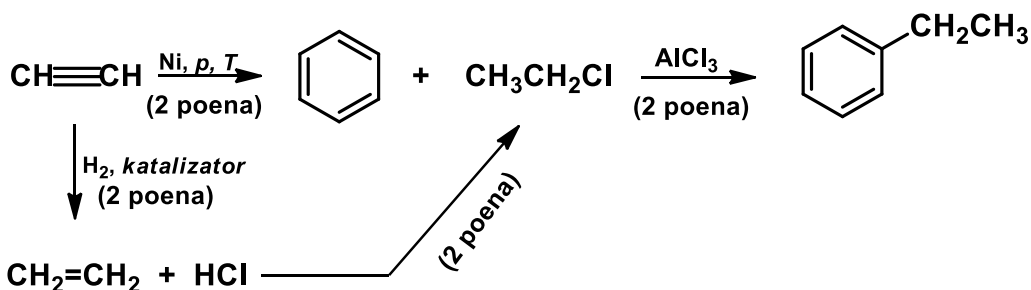
Rješenje:



Ukupno: 5 poena

3. Kako biste, polazeći od etina, sintetisali etil-benzen, ukoliko na raspolaganju imate samo neorganske reagense?

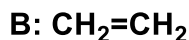
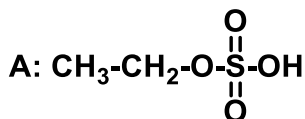
Rješenje:



ukupno: 8 poena

4. Zagrijavanjem smješe etanola i koncentrovane sulfatne kiseline na 100 °C dobija se jedinjenje **A**, molekulske formule $\text{C}_2\text{H}_6\text{SO}_4$, čijom kiselom hidrolizom ponovo nastaju polazni alkohol i kiselina. Ukoliko se, međutim, polazna smješa etanola i kiseline zagrije na 170 °C, nastaje gasovito jedinjenje **B**, koje je u stanju da obezboji rastvore bromne vode i kalijum-permanganata. Hemijskom analizom jedinjenja **B** je zaključeno da ne sadrži ni sumpor ni kiseonik. Napisati strukturne formule jedinjenja **A** i **B**.

Rješenje:



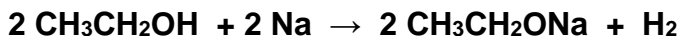
Svaka tačno napisana formula nosi po 3 poena.

Ukupno: 6 poena

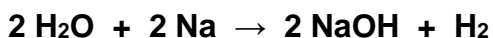
5. U 23 cm³ vodenog rastvora etanola, gustine 0.80 g/cm³, dodato je 12.0 g metalnog natrijuma. Kolika zapremina gasa se oslobađa u ovom procesu, mjereno pri normalnim uslovima? $\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})=0.95$. $\text{Ar}(\text{C})=12.0$; $\text{Ar}(\text{H})=1.0$; $\text{Ar}(\text{O})=16.0$; $\text{Ar}(\text{Na})=23.0$.

Rješenje:

Sa natrijumom će reagovati i etanol i voda, koji zajedno čine vodeni rastvor etanola:



..... (1 poen)



..... (1 poen)

Najprije ćemo izračunati masu rastvora etanola, kojoj je dodat natrijum:

$$m_R(C_2H_5OH) = \rho \cdot V_R = 0.80 \text{ g/cm}^3 \cdot 23 \text{ cm}^3 = 18.40 \text{ g} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Iz mase rastvora i masenog udjela izračunaćemo mase etanola, odnosno vode:

$$\omega(C_2H_5OH) = \frac{m(C_2H_5OH)}{m_R} \Rightarrow m(C_2H_5OH) = \omega(C_2H_5OH) \cdot m_R = 0.95 \cdot 18.4 \text{ g} = 17.48 \text{ g} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

$$m(H_2O) = m_R - m(C_2H_5OH) = 18.4 \text{ g} - 17.48 \text{ g} = 0.92 \text{ g} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Iz podataka, datih u postavci zadatka, najprije ćemo naći količinu izreagovalog etanola, pa, na osnovu poređenja količinskih odnosa sa izdvojenim vodonikom, naći i zapreminu ovog gasa:

$$n(C_2H_5OH) = \frac{m(C_2H_5OH)}{M(C_2H_5OH)} = \frac{17.48 \text{ g}}{46.0 \text{ g/mol}} = 0.38 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

$$\frac{n(C_2H_5OH)}{n(H_2)} = \frac{2}{1} \Rightarrow n(H_2) = \frac{1}{2} \cdot n(C_2H_5OH) = \frac{1}{2} \cdot 0.38 = 0.19 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow V_1(H_2) = n(H_2) \cdot V_m = 0.19 \text{ mol} \cdot 22.4 \text{ dm}^3/\text{mol} = 4.26 \text{ dm}^3 \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Prema istom postupku, dolazimo i do zapremine vodonika, koji nastaje dejstvom natrijuma na vodu:

$$n(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{0.92 \text{ g}}{18.0 \text{ g/mol}} = 0.051 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

$$\frac{n(H_2O)}{n(H_2)} = \frac{2}{1} \Rightarrow n(H_2) = \frac{1}{2} \cdot n(H_2O) = \frac{1}{2} \cdot 0.051 = 0.026 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow V_2(H_2) = n(H_2) \cdot V_m = 0.026 \text{ mol} \cdot 22.4 \text{ dm}^3/\text{mol} = 0.57 \text{ dm}^3 \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

$$V_{\text{ukupno}}(H_2) = V_1(H_2) + V_2(H_2) = (4.26 + 0.57) \text{ dm}^3 = 4.83 \text{ dm}^3 \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Ukupno: **10 poena**

6. Ukupan broj izomera, koji imaju molekulsku formulu $C_4H_{10}O$, je (*zaokružiti tačan odgovor*):

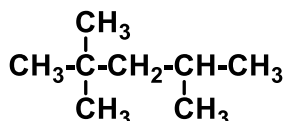
- a) 4; b) 5; c) 6; d) 7; e) 8 .

Rješenje:

Pod d). Izomeri su: 1-butanol, 2-butanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil-2-propanol, metil-propil-etar, dietil-etar i metil-izopropil-etar. **4 poena**

7. Napisati strukturnu formulu alkana, koji sadrži pet primarnih i po jedan sekundarni, tercijarni i kvaternarni ugljenikov atom, a da pri tome kvaternarni i tercijarni ugljenikov atom nijesu susjedni.

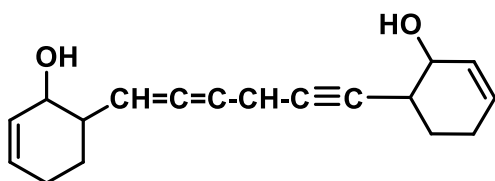
Rješenje:



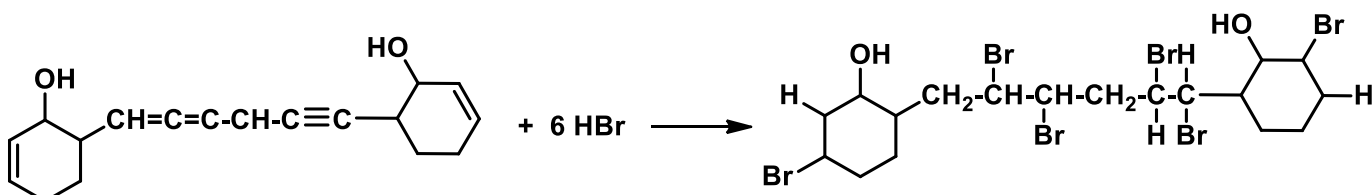
..... 3 poena

8. Koliku masu gasovitog bromovodonika može da adira 10.0 g ugljovodonika, čija je strukturna formula data ispod, da bi se dobilo potpuno zasićeno jedinjenje?

Ar(C)=12.0; Ar(H)=1.0; Ar(O)=16.0; Ar(Br)=79.9.



Rješenje:



Jedan od mogućih izomera

..... (6 poena)

Najprije ćemo naći količinu datog ugljovodonika, a na osnovu nje i količinu bromovodonika:

$$n(\text{C}_{18}\text{H}_{20}\text{O}_2) = \frac{m(\text{C}_{18}\text{H}_{20}\text{O}_2)}{M(\text{C}_{18}\text{H}_{20}\text{O}_2)} = \frac{10.0\text{g}}{268\text{ g/mol}} = 0.037\text{mol} \quad \text{..... (2 poena)}$$

$$\frac{n(\text{C}_{18}\text{H}_{20}\text{O}_2)}{n(\text{HBr})} = \frac{1}{6} \Rightarrow n(\text{HBr}) = 6 \cdot n(\text{C}_{18}\text{H}_{20}\text{O}_2) = 6 \cdot 0.037 = 0.222\text{mol} \quad \text{..... (1 poen)}$$

Masu bromovodonika nalazimo na sledeći način:

$$m(\text{HBr}) = n(\text{HBr}) \cdot M(\text{HBr}) = 0.222\text{ mol} \cdot 80.9\text{ g/mol} = 17.96\text{ g} \quad \text{..... (1 poen)}$$

Ukupno: 10 poena

9. Pažljivim ukapavanjem koncentrovane sulfatne kiseline u 30.0 g zasićenog rastvora oksalne kiseline ($\omega=0.125$) dobija se prvi član homologog niza karboksilnih kiselina, pri čemu iz 1 mol oksalne kiseline nastaje 1 mol pomenute kiseline. Osim kiseline, u ovoj reakciji se izdvaja i jedan gasoviti proizvod. Koliko mL organske kiseline, čija je gustina 1.22 g/cm^3 , nastaje u ovoj reakciji? $A_r(\text{C})=12.0$; $A_r(\text{H})=1.0$; $A_r(\text{O})=16.0$.

Rješenje:

U reakciji oksalne kiseline sa koncentrovanom sulfatnom kiselinom nastaju mravlja (metanska) kiselina i ugljenik(IV)-oksid:



Najprije ćemo izračunati masu čiste oksalne kiseline, a zatim i njenu količinu:

$$\omega((\text{COOH})_2) = \frac{m((\text{COOH})_2)}{m_R} \Rightarrow m((\text{COOH})_2) = \omega((\text{COOH})_2) \cdot m_R = 0.125 \cdot 30.0 \text{ g} = 3.75 \text{ g} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

$$n((\text{COOH})_2) = \frac{m((\text{COOH})_2)}{M((\text{COOH})_2)} = \frac{3.75 \text{ g}}{90.0 \text{ g/mol}} = 0.042 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Zatim ćemo uporediti količinske odnose oksalne i metanske kiseline, pa na osnovu dobijene količine izračunati masu, a zatim i traženu zapreminu metanske kiseline:

$$\frac{n((\text{COOH})_2)}{n(\text{HCOOH})} = \frac{1}{1} \Rightarrow n(\text{HCOOH}) = 0.042 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

$$m(\text{HCOOH}) = n(\text{HCOOH}) \cdot M(\text{HCOOH}) = 0.042 \text{ mol} \cdot 46 \text{ g/mol} = 1.93 \text{ g} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

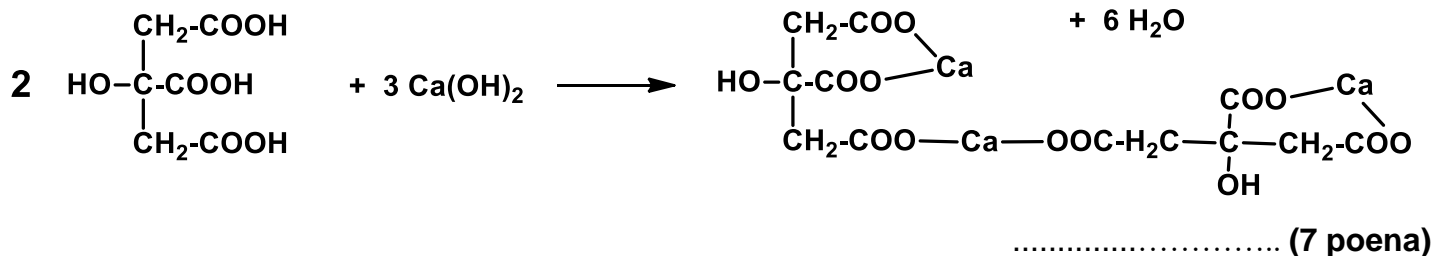
$$V(\text{HCOOH}) = \frac{m(\text{HCOOH})}{\rho(\text{HCOOH})} = \frac{1.93 \text{ g}}{1.22 \text{ g/cm}^3} = 1.58 \text{ cm}^3 \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Ukupno: 8 poena

10. U vodeni rastvor limunske kiseline, u kome se nalazi parče lakmus-papira, dodaje se rastvor kalcijum-hidroksida sve do momenta dok lakmus-papir ne promijeni boju iz crvene u plavu. Napisati jednačinu pomenute reakcije, a dobijeni organski proizvod u njoj predstaviti strukturno. Izračunati koliko mol tog proizvoda sadrži uzorak mase 1.0 g? $A_r(\text{C})=12.0$; $A_r(\text{H})=1.0$; $A_r(\text{O})=16.0$; $A_r(\text{Ca})=40.1$.

Rješenje:

Limunska kiselina je trobazna organska kiselina, što znači da u reakciji potpune neutralizacije može da reaguje sa 3 mol kalcijum-hidroksida. Tom prilikom nastaje neutralna so:



Broj molova soli nalazimo iz poznate relacije:

$$n(\text{Ca}_3\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_{14}) = \frac{m(\text{Ca}_3\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_{14})}{M(\text{Ca}_3\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_{14})} = \frac{1.0\text{g}}{498.3\text{g/mol}} = 0.002\text{mol}$$

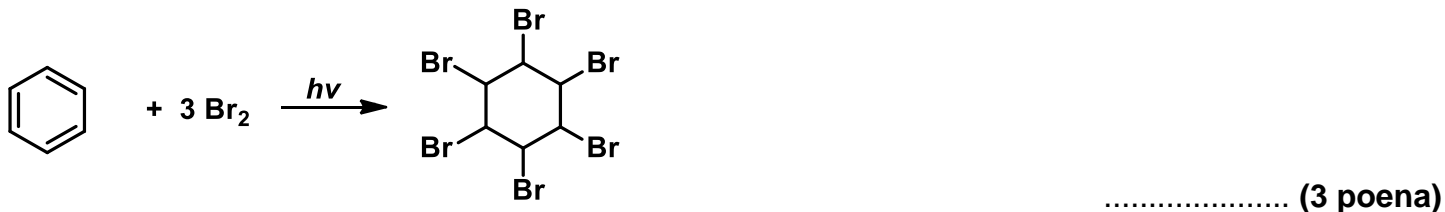
..... (3 poena)

Ukupno: 10 poena

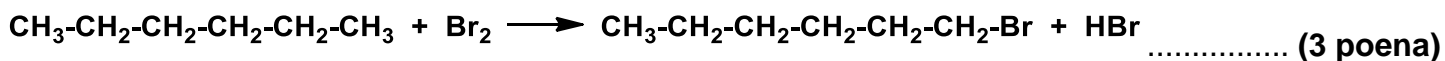
11. U dvije reagens-bočice nalaze se benzen odnosno *n*-heksan. Da li je moguće, upotrebom bromne vode kao reagensa, napraviti razliku između benzena i *n*-heksana? Objasniti odgovor pisanjem odgovarajućih jednačina hemijskih reakcija.

Rješenje:

Moguće je razlikovati ova dva organska jedinjenja pomoću rastvora bromne vode. Kada se bromna voda sipa u uzorak koji sadrži benzen, a zatim se reakciona smješa ozrači sunčevom svjetlošću (slično kao u zadatku broj 1), doći će do adicije broma na benzenovo jezgro (kako se u ovu smješlu nije dodalo elementarno gvožđe, neće doći do reakcije supstitucije, već do adicije):



Sa druge strane, kada u uzorak *n*-heksana dodamo bromnu vodu i ozračimo sunčevom svjetlošću nastalu smješlu, doći će do slobodnoradikalске supstitucije, pri čemu će nastati smješla halogenalkana (u donjoj jednačini je prikazan jedan od njih) i gasoviti bromovodonik. Bromovodonik sa vodom reaguje kiselo, pa se može i dokazati navlaženom plavom lakmus-hartijom, pri čemu ona postaje crvena. Upravo je ovo razlika od reakcije sa benzenom:



Ukupno: 6 poena

12. U reakciji 1-butanola i pentanske kiseline nastaje jedinjenje koje se naziva _____ i spada u klasu organskih jedinjenja koja se zovu _____. Molekulska formula tog jedinjenja je _____. (dopuniti rečenice traženim pojmovima odnosno formulama).

Rješenje:

U reakciji 1-butanola i pentanske kiseline nastaje jedinjenje koje se naziva **butil-pentanoat** i spada u klasu organskih jedinjenja koja se zovu **estri**. Molekulska formula tog jedinjenja je **C₉H₁₈O₂**.

Svaki tačan odgovor nosi po 2 poena

ukupno: **6 poena**

13. Zaokružiti slovo ispred molekulske formule jedinjenja koje ne posjeduje izomere (priznaje se potpuno tačan odgovor):

a) C₂H₄; b) C₄H₈; c) CH₄; d) C₄H₁₀; e) C₅H₁₀; f) C₃H₆; g) C₃H₈; h) C₄H₆.

Rješenje:

a); c); f); g).

..... **4 poena**

14. Na četiri sahatna stakla nalaze se sledeće supstance: saharoza, bjelance, suncokretovo ulje i parče gume. Koja od tih supstanci je upotrijebljena u eksperimentu, čiji su rezultati sledeći: supstanca ne reaguje sa Felingovim reagensom, u vodi se umjereno rastvara (uz zagrijavanje nešto bolje nego na hladno), ne sagorijeva, a sa alkalnim rastvorom bakar(II)-sulfata gradi ljubičasto obojeno jedinjenje.

Rješenje:

U eksperimentu je upotrijebljeno bjelance.

..... **3 poena**

15. Za navedene tvrdnje zaokružiti DA ukoliko smatrate da su tačne odnosno NE ukoliko mislite da su netačne:

a) Glukoza je šećer koji se nalazi u krvi čovjeka.	DA	NE
b) Saharoza je monosaharid.	DA	NE
c) Sapuni su estri organskih kiselina.	DA	NE
d) Laktoza se nalazi u mlijeku.	DA	NE
e) Aminokiseline reaguju sa bazama.	DA	NE
f) Celuloza je šećer.	DA	NE
g) Glicerol je rastvoran u vodi.	DA	NE
h) Ulja su nerastvorna u heksanu.	DA	NE

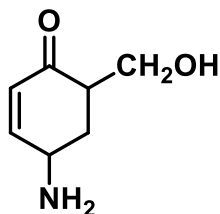
Svaki tačan odgovor nosi po 1 poen.

Ukupno: **8 poena**

Rješenje:

a) Glukoza je šećer koji se nalazi u krvi čovjeka.	<u>DA</u>	NE
b) Saharoza je monosaharid.	DA	<u>NE</u>
c) Sapuni su estri organskih kiselina.	DA	<u>NE</u>
d) Laktoza se nalazi u mlijeku.	<u>DA</u>	NE
e) Aminokiseline reaguju sa bazama.	<u>DA</u>	NE
f) Celuloza je šećer.	<u>DA</u>	NE
g) Glicerol je rastvoran u vodi.	<u>DA</u>	NE
h) Ulja su nerastvorna u heksanu.	DA	<u>NE</u>

16. U navedenom molekulu imenovati sve funkcionalne grupe koje posjeduje:



Svaki tačan odgovor nosi po 1 poen.

Ukupno: **4 poena**

Rješenje:

