

**PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET**  
**METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET**  
**FARMACEUTSKI FAKULTET**  
**DRUŠTVO MATEMATIČARA I FIZIČARA CRNE GORE**

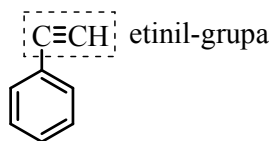
**OLIMPIJADA ZNANJA 2014.**

**Rješenja zadataka iz HEMIJE**

**za III razred srednje škole**

**1.** Koja vrsta hibridizacije je zastupljena kod ugljenikovih atoma etinil-grupe u molekulu fenilacetilena (etinilbenzena)?

Rješenje:



Zastupljena je *sp*-hibridizacija.

..... 2 boda

**2.** Kojoj klasi organskih jedinjenja pripada Ph-CH=N-Ph? Kako biste ga sintetisali? (Ph=C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-)

Rješenje:

Pripada klasi imina (Šifove baze).

..... 1 bod

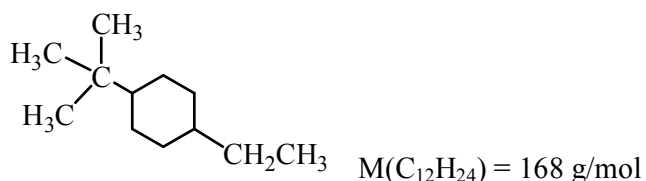
Sinteza: PhCHO + PhNH<sub>2</sub> → PhCH(OH)NPh → PhCH=NPh + H<sub>2</sub>O ..... 2 boda

PhCH(OH)NPh → PhCH=NPh + H<sub>2</sub>O ..... 2 boda

Ukupno ..... 5 bodova

**3.** Kolika je molarna masa jedinjenja 1-*terc*-butil-4-etilcikloheksana?

Rješenje:



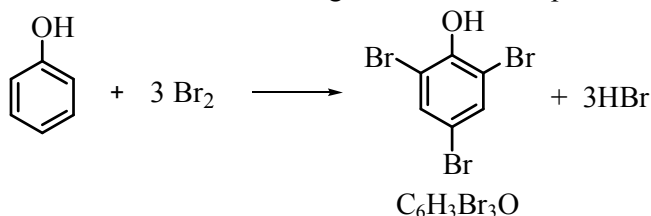
..... 2 boda

**4.** Smješa fenola i propanske kiseline je rastvorena u vodi. Nakon dodatka viška bromne vode izdvaja se 0,662 g taloga. Reakciona smješa je zagrijavana neko vrijeme u cilju odvajanja nastalog bromovodonika. Talog je odvojen cijedenjem, a filtrat je titrovan standardnim rastvorom natrijum-hidroksida, koncentracije 0,5 mol/dm<sup>3</sup>. Pri tome je utrošeno 32,00 cm<sup>3</sup> rastvora NaOH. Naći masu polazne smješe.

Ar(C) = 12; Ar(H) = 1; Ar(O) = 16; Ar(Br) = 80.

Rješenje:

Sa bromnom vodom će reagovati samo fenol prema sledećoj jednačini:



..... 2 boda

$$n(\text{C}_6\text{H}_3\text{Br}_3\text{O}) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_3\text{Br}_3\text{O})}{M(\text{C}_6\text{H}_3\text{Br}_3\text{O})} = \frac{0,662\text{g}}{331\text{g/mol}} = 0,002\text{mol}$$

..... 1 bod

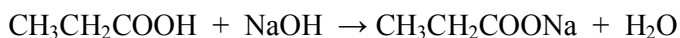
$$n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = n(\text{C}_6\text{H}_3\text{Br}_3\text{O}) = 0,002 \text{ mol}$$

..... 1 bod

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 0,002 \text{ mol} \cdot 94 \text{ g/mol} = 0,188 \text{ g}$$

..... 1 bod

U filtratu se nalazi propanska kiselina, koja će reagovati sa natrijum-hidroksidom prema jednačini:



..... 1 bod

$$n(\text{NaOH}) = c_R(\text{NaOH}) \cdot V_R(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,032 \text{ dm}^3 = 0,016 \text{ mol}$$

..... 1 bod

$$n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}) = n(\text{NaOH}) \Rightarrow n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}) = 0,016 \text{ mol}$$

..... 1 bod

$$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}) = n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}) \cdot M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}) = 0,016 \text{ mol} \cdot 74 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}) = 1,184 \text{ g}$$

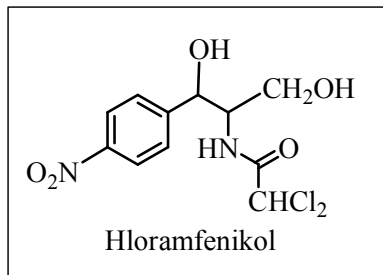
..... 1 bod

$$m_{\text{smješe}} = m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) + m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}) = 0,188 \text{ g} + 1,184 \text{ g} = 1,372 \text{ g}$$

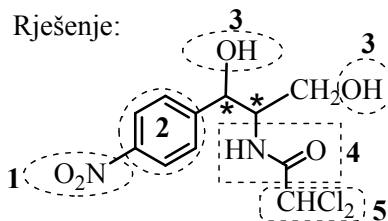
..... 1 bod

Ukupno ..... 10 bodova

**5.** Hloramfenikol pripada grupi antibiotika koji imaju širok spektar dejstva i veoma efikasno spriječava rast i razvoj bakterija. Posebno se koristi za saniranje infekcija izazvanih salmonelom, a često se daje i osobama koje su preosjetljive na penicilin. Na strukturnoj formuli hloramfenikola zaokružiti i imenovati sve funkcionalne grupe, a zatim napisati molekulsku formulu hloramfenikola. Da li je hloramfenikol optički aktivan? Ukoliko jeste, obilježiti asimetrične ugljenikove atome i navesti koliko optičkih izomera ima ovo jedinjenje?



Rješenje:



- 1 - Nitro-grupa;
- 2 - Aril-grupa (fenil-);
- 3 - Hidroksilne grupe;
- 4 - Amidna grupa;
- 5 - Halogenska grupa.

5 tačnih odgovora ..... 5 bodova

Molekulska formula hloramfenikola je:  $\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$

..... 2 boda

Hloramfenikol je optički aktivan i asimetrični ugljenikovi atomi su obilježeni na slici

..... 1 bod

Obzirom da ima dva asimetrična C-atoma, prema formuli  $2^n$  (gdje je n-broj asimetričnih atoma), hloramfenikol ima 4 optička izomera. .... 1 bod

Ukupno ..... 9 bodova

**6.** Napisati racionalnu strukturnu formulu i naziv prvog člana homologog niza alkena kod kojeg se javljaju i geometrijska i optička izomerija. Koliko mogućih izomera ima taj alken?

Rješenje:



..... 2 boda

Naziv: 4-metil-2-heksen

..... 1 bod

Broj mogućih izomera: 2 geometrijska (*cis/trans*) + dva optička = 4

..... 2 boda

Ukupno ..... 5 bodova

**7.** Napisati racionalnu strukturnu formulu i naziv po IUPAC-ovoj nomenklaturi za karbonilno jedinjenje, čijom energičnom oksidacijom nastaje smjesa koja sadrži metansku, etansku, propansku i butansku kiselinu.

Rješenje:

Formula:  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

..... 2 boda

Naziv: 2-pentanon

..... 1 bod

Ukupno ..... 3 boda

**8.** Jedinjenje, čija je molekulska formula  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{-O-NO}_2$  spada u klasu:

a) nitro-jedinjenja; b) nitrila; c) amida; d) estara; e) nitrata; f) nitrita.

Rješenje: d)

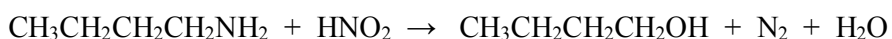
..... 2 boda

**9.** Uzorak mase 0,7 g, koji sadrži butanamin, butanol i butilbenzen, tretira se hladnim rastvorom nitritne kiseline. Tom prilikom se oslobađa  $156,8 \text{ cm}^3$  azota. Odrediti procentni sadržaj butanamina u smjesi.

$\text{Ar}(\text{C}) = 12$ ;  $\text{Ar}(\text{H}) = 1$ ;  $\text{Ar}(\text{N}) = 14$ .

Rješenje:

Jedina komponenta smjese koja reaguje sa  $\text{HNO}_2$ , pri čemu se oslobađa azot je butanamin. Jednačina reakcije je:



..... 2 boda

$$n(\text{N}_2) = \frac{V(\text{N}_2)}{V_m} = \frac{0,1568 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3 / \text{mol}} = 0,007 \text{ mol}$$

..... 1 bod

$$n(\text{N}_2) : n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2) = 1 : 1 \Rightarrow n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2) = 0,007 \text{ mol}$$

..... 1 bod

$$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2) = n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2) \cdot M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)$$

$$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2) = 0,007 \text{ mol} \cdot 73 \text{ g/mol} = 0,511 \text{ g}$$

..... 1 bod

$$\%(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2) = \frac{m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)}{m_{\text{smješe}}} = \frac{0,511 \text{ g}}{0,7 \text{ g}}$$

$$\Rightarrow \%(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2) = 0,73 = 73 \%$$

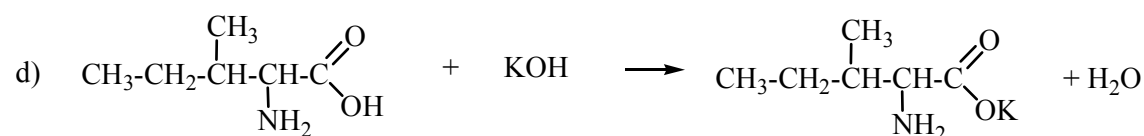
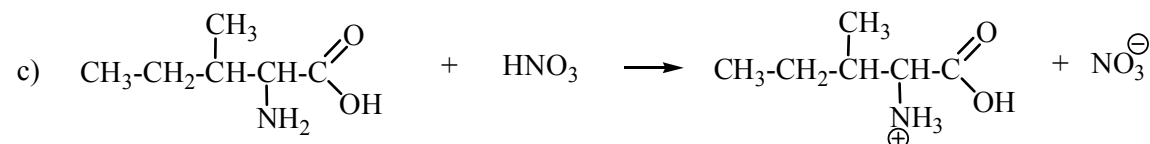
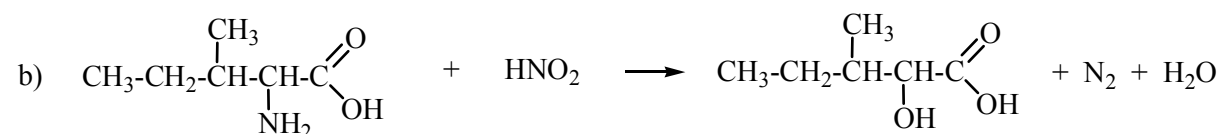
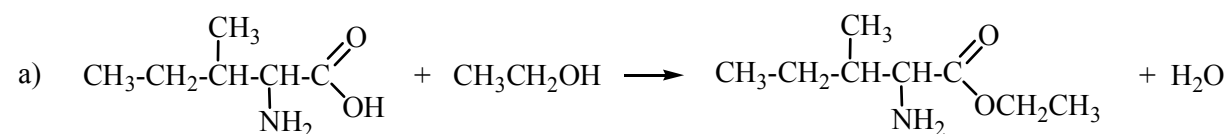
..... 1 bod

Ukupno ..... 6 bodova

**10.** Napisati jednačine hemijskih reakcija izoleucina sa:

a) etanolom;    b) nitritnom kiselinom;    c) nitratnom kiselinom;    d) kalijum-hidroksidom.

Rješenje:



Svaka potpuno tačna jednačina nosi po 2 boda

Ukupno ..... 8 bodova

**11.** U balonu se nalazi smješa anilina i benzena. Kojim hemijskim i fizičkim metodama se komponente date smješe mogu najlakše razdvojiti?  $T_K(\text{benzen}) = 80^\circ\text{C}$ ;  $T_K(\text{anilin}) = 184,1^\circ\text{C}$ .

Rješenje:

**Hemijske metode:** anilin je baza, a benzen je neutralno jedinjenje. Kada smješi dodamo rastvor hloridne kiseline, anilin će nagraditi so (anilinium-hlorid), koja je rastvorna u vodi. .... 1 bod

Pošto se benzen i voda ne miješaju, stvaraju se dva sloja (vodeni, koji sadrži formiranu so, i benzenski), koji se razdvoje ekstrakcijom. .... 1 bod

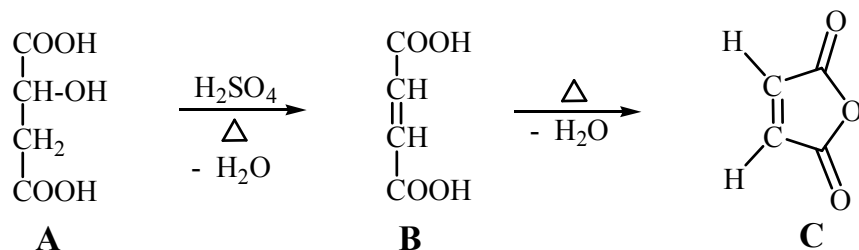
U vodenom ekstraktu se nalazi anilinium-hlorid. Kada ga tretiramo rastvorom nekog hidroksida, ponovo se izdvaja anilin. .... 1 bod

**Fizičke metode:** Na osnovu datih tački ključanja, koje se znatno razlikuju, ovu smjesu je lako razdvojiti destilacijom. .... 1 bod

Ukupno ..... 4 boda

**12.** Jedna karboksilna kiselina A ( $C_4H_6O_5$ ) ulazi u sastav voća. U čistom stanju je bijela praškasta supstanca, koja se dobro rastvara u vodi. Ne obezbojava bromnu vodu, ali obezbojava rastvor kalijum-permanganata. Reaguje sa rastvorom natrijum-hidroksida, pri čemu se za njenu potpunu neutralizaciju troše 2 mol ove baze. Zagrijavanjem kiseline A sa koncentrovanom sulfatnom kiselinom nastaje jedinjenje B, koje reaguje sa natrijum-karbonatom, obezbojava bromnu vodu i rastvor  $KMnO_4$ . Zagrijavanjem jedinjenja B dobija se jedinjenje C, čija je molekulska formula  $C_4H_2O_3$ . I jedinjenje C obezbojava bromnu vodu i rastvor kalijum-permanganata. Na osnovu navedenih činjenica napisati racionalne strukturne formule i trivijalna imena jedinjenja A, B i C.

Rješenje:



Svaka tačno napisana struktura po 2 boda

..... 6 bodova

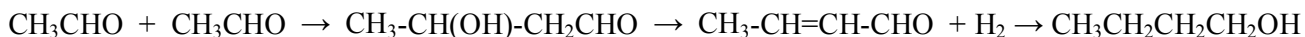
Trivijalna imena: A-jabučna kiselina; B- maleinska kiselina; C- maleinanhidrid

Svako ime po 1 bod ..... 3 boda

Ukupno ..... 9 bodova

**13.** Hemijskim jednačinama prikazati sintezu 1-butanola, polazeći od etanala?

Rješenje:



Svaki proizvod po 2 boda. .... 6 bodova

**14.** U šest epruveta se nalaze: oleinska kiselina, butanol, *p*-krezol, dioksan, rastvor bjelanceta i rastvor glukoze. Kojim jednostavnim testom je moguće pokazati da je u jednom od navedenih uzoraka prisutan azot?

Rješenje:

U svaku epruvetu redom dodati vodeni rastvor bakar(II)-sulfata, a zatim i rastvor natrijum-hidroksida. Samo u epruveti u kojoj se nalazi rastvor bjelanceta pojaviće se ljubičasta boja, koja je dokaz postojanja peptidne veze (a kako peptidna veza u sebi sadrži azot, to je ovaj elemenat na taj način i dokazan).

..... 3 boda

**15.** Fermentacijom laktoze dobija se mliječna kiselina, kao jedini proizvod (proces je poznat pod nazivom „previranje mliječnog šećera“). Koliko grama mliječne kiseline je nastalo previranjem 6,84 g laktoze?

Rješenje:



$$n(C_{12}H_{22}O_{11}) = \frac{m(C_{12}H_{22}O_{11})}{M(C_{12}H_{22}O_{11})} = \frac{6,84g}{342g/mol} = 0,02mol \quad \dots\dots\dots 1 \text{ bod}$$

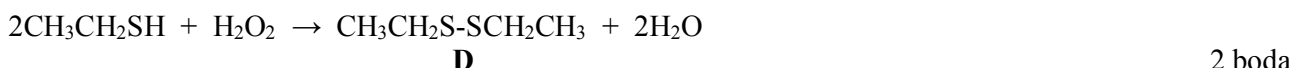
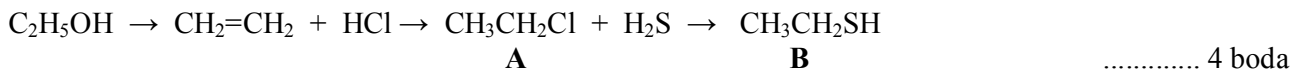
$$\frac{n(C_{12}H_{22}O_{11})}{n(C_3H_6O_3)} = \frac{1}{4} \Rightarrow n(C_3H_6O_3) = 4 \cdot n(C_{12}H_{22}O_{11}) = 4 \cdot 0,02 \text{ mol} = 0,08 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ bod}$$

$$m(C_3H_6O_3) = n(C_3H_6O_3) \cdot M(C_3H_6O_3) = 0,08 \text{ mol} \cdot 90 \text{ g/mol} = 7,2 \text{ g} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ bod}$$

Ukupno ..... 6 bodova

**16.** Zagrijavanjem smješe etanola i koncentrovane sulfatne kiseline na 170 °C izdvaja se gasoviti proizvod, koji reaguje sa hlorovodonikom i gradi tečnu supstancu A. Uvođenjem gasovitog vodonik-sulfida u rastvor supstance A nastaje jedinjenje B - isparljiva tečnost veoma neprijatnog mirisa. Jedinjenje B reaguje sa rastvorom natrijum-hidroksida i gradi jedinjenje C, koje je lako rastvorljivo u vodi. U reakciji jedinjenja B sa vodonik-peroksidom nastaje jedinjenje D, koje se ne rastvara u vodi i na sobnoj temperaturi ne reaguje sa rastvorom natrijum-hidroksida. Kada jedinjenje B reaguje sa rastvorom kalijum-permanganata, dobija se jedinjenje E, koje se odlično rastvara u vodi i lako reaguje sa rastvorom NaOH. Napisati racionalne strukturne formule jedinjenja A, B, C, D i E.

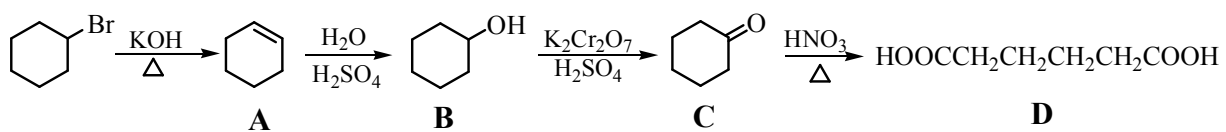
Rješenje:



Ukupno ..... 10 bodova

**17.** Zagrijavanjem bromcikloheksana sa čvrstim kalijum-hidroksidom nastaje tečnost A, veoma oštrog mirisa, koja se u vodi ne rastvara. Međutim, dodatkom vodenog rastvora sulfatne kiseline, jedinjenje A se lako transformiše u uljastu tečnost B. Oksidacijom jedinjenja B rastvorom kalijum-dihromata u kiseloj sredini dobija se jedinjenje C. Zagrijavanjem jedinjenja C sa koncentrovanom nitratnom kiselinom nastaje jedinjenje D - bijela kristalna supstanca koja reaguje sa natrijum-karbonatom, a u industriji se koristi za dobijanje najlona 66. Napisati racionalne strukturne formule jedinjenja A, B, C i D i navesti trivijalni i IUPAC-ov naziv za jedinjenje D.

Rješenje:



Tačno napisane strukturne formule jedinjenja A, B, C i D po 2 boda

Ukupno ..... 8 bodova

Trivijalno ime jedinjenja D:            adipinska kiselina  
 IUPAC-ovo ime jedinjenja D:        1,6-heksandikarboksilna kiselina  
     (heksandikiselina)

..... 1 bod

..... 1 bod

Ukupno ..... 10 bodova