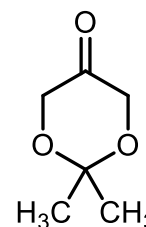


**Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore**

OLIMPIJADA ZNANJA 2018.

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

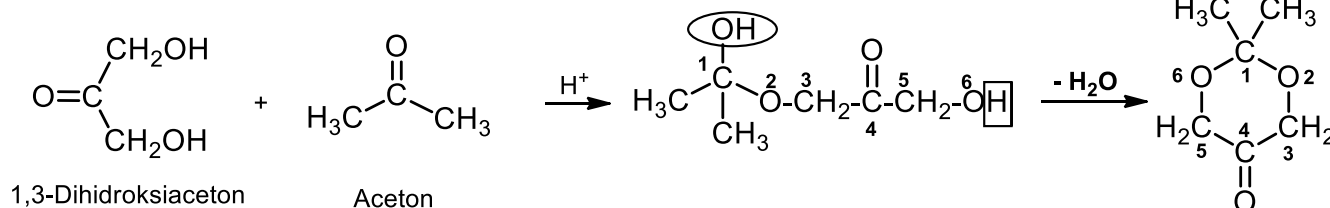
1. Na slici je data strukturna formula heterocikličnog organskog molekula, čiji je naziv prema IUPAC-ovoj nomenklaturi 2,2-dimetil-1,3-dioksan-5-on. Napisati jednačine hemijskih reakcija, kojima se ovo jedinjenje može dobiti iz odgovarajućih polaznih jedinjenja.



2,2-dimetil-1,3-dioksan-5-on

(5)

Rješenje:



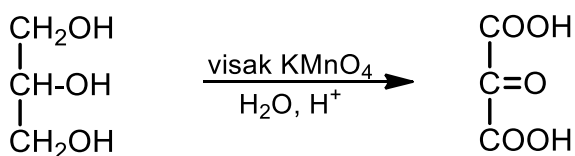
Za tačno napisane strukturne formule polaznih prekursora dodjeljuju se 2 poena.

Ukupno: **5 poena**

2. Napisati strukturnu formulu organskog jedinjenja, koje nastaje kao krajnji proizvod reakcije glicerola sa vodenim rastvorom kalijum-permanganata, koji je dodat u velikom višku, u kiselj sredini i na sobnoj temperaturi.

(4)

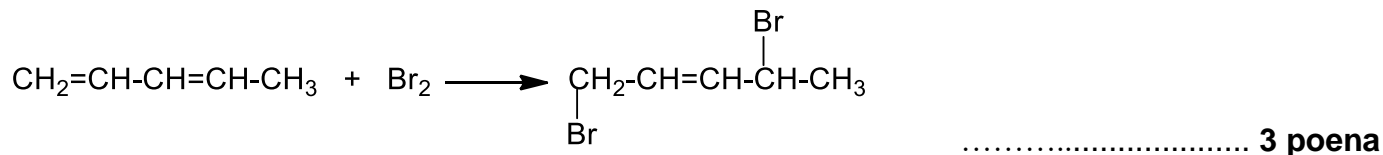
Rješenje:



..... **4 poena**

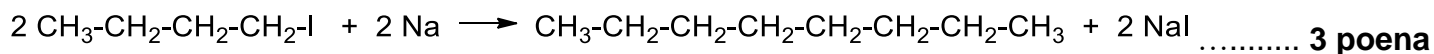
3. Napisati strukturnu formulu glavnog proizvoda koji nastaje u reakciji 1,3-pentadiena sa 1 mol broma. **(3)**

Rješenje:



4. Tečno organsko jedinjenje **X** reaguje sa elementarnim natrijumom, dodatim u višku, pri čemu se dobija oktan, a kao neorganski proizvod se izdvaja natrijum-jodid (za ovu reakciju neophodna su 2 mol jedinjenja **X**). Napisati jednačinu opisane hemijske reakcije i imenovati jedinjenje **X**. **(4)**

Rješenje:



Naziv jedinjenja **X** je jodbutan (butil-jodid) **1 poen**

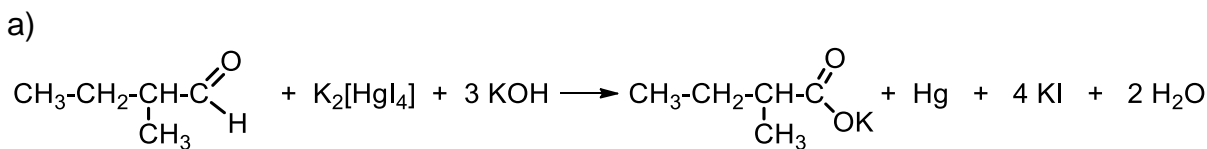
Ukupno: 4 poena

5. Nessler-ov reagens je po hemijskom sastavu kalijum-tetraiodomerkurat(II), koji se obično pravi neposredno pred upotrebu reakcijom čvrstog živa(II)-jodida sa viškom kalijum-jodida u prisustvu vodenog rastvora kalijum-hidroksida. U kvalitativnoj organskoj analizi, Nessler-ov reagens se koristi za razlikovanje aldehida i ketona – dok aldehidi reaguju sa ovim reagensom dajući sivi talog koji potiče od elementarne žive, ketoni u reakciji sa njim grade obojene komplekse.

- a) Napisati jednačinu hemijske reakcije između 2-metilbutanala i Nessler-ovog reagensa.
- b) Kolika zapremina elementarne žive nastaje u reakciji dovoljne količine Nessler-ovog reagens sa 3.0 g 2-metilbutanala?

Ar(C)=12.0; Ar(H)=1.0; Ar(O)=16.0; Ar(Hg)=200.6. $\rho(\text{Hg})= 13.69 \text{ g/cm}^3$

(9)

Rješenje:

..... 5 poena

b) Najprije ćemo izračunati broj mol aldehida koji je izreagovao, pa na osnovu toga količinu odnosno masu elementarne žive, koja nastaje u ovoj reakciji:

$$n(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}) = \frac{m(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O})}{M(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O})} = \frac{3.0\text{g}}{86.0 \text{ g/mol}} = 0.0349\text{mol} \quad \text{..... 1 poen}$$

$$\frac{n(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O})}{n(\text{Hg})} = \frac{1}{1} \Rightarrow n(\text{Hg}) = 0.0349\text{mol} \quad \text{..... 1 poen}$$

$$m(\text{Hg}) = n(\text{Hg}) \cdot M(\text{Hg}) = 0.0349 \cdot 200.6 \text{ g/mol} = 7.001 \text{ g} \quad \text{..... 1 poen}$$

Zapreminu dobijene žive računamo kao količnik mase i gustine:

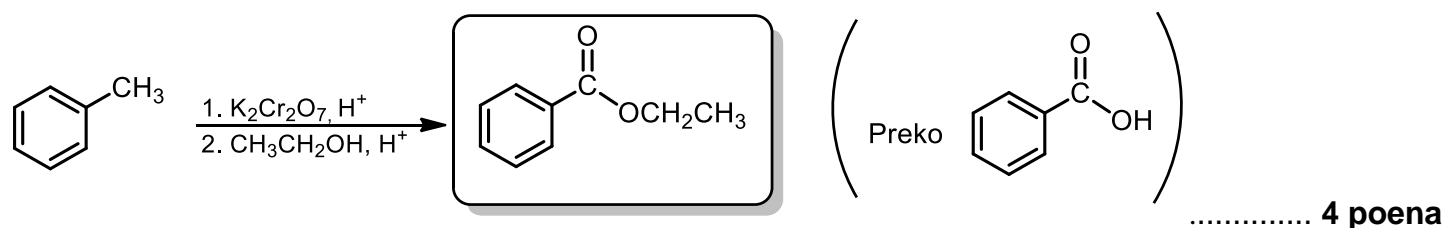
$$V(\text{Hg}) = \frac{m(\text{Hg})}{\rho(\text{Hg})} = \frac{7.001 \text{ g}}{13.69 \text{ g/cm}^3} = 0.51\text{cm}^3 \quad \text{..... 1 poen}$$

Ukupno: 9 poena

6. U 10% rastvor toluena u etanolu dodat je vodeni rastvor kalijum-dihromata u kiseloj sredini i dobijena smješa je intenzivno miješana sve do završetka reakcije. Napisati strukturnu formulu i naziv krajnjeg organskog proizvoda koji nastaje u ovoj reakciji. (5)

Rješenje:

U prvoj fazi ove reakcije, toluen se oksiduje do benzoee kiseline, koja u kiseloj sredini podliježe reakciji esterifikacije sa etanolom (koji je rastvarač) i kao krajnji proizvod nastaje estar:



Krajnji organski proizvod koji nastaje u ovoj reakciji zove se **etil-benzoat** 1 poen

Ukupno: 5 poena

7. Svi alkoholi (*zaokružiti tačan odgovor*):
- su u tečnom agregatnom stanju.
 - oksidacijom sa slabim oksidacionim sredstvom daju aldehide.
 - u svom molekulu sadrže jednu hidroksilnu grupu.
 - sagorijevanjem daju iste proizvode.
 - miješaju se sa vodom u svim odnosima.

(2)

Rješenje:

Tačan odgovor je pod **d)** **2 poena**

8. *tert*-Butanol (2-metil-2-propanol) i fenol su rastvoreni u etru, pri čemu je dobijeno 632.0 g etarskog rastvora. Odmjerena je tačno polovina dobijenog rastvora i u nju je dodat elementarni natrijum u višku. U reakciji se oslobodilo 22.4 dm³ gasa, mjereno pri normalnim uslovima. U drugu polovinu rastvora dodat je natrijum-hidroksid. Nakon završene reakcije, dobijeno je $9 \cdot 10^{23}$ molekula vode. Odrediti masu *tert*-butanola, koja se nalazi u polovini mase polaznog rastvora.

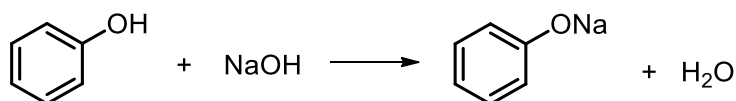
Ar(C)=12.0; Ar(H)=1.0; Ar(O)=16.0.

(10)

Rješenje:

Od komponenti koje se nalaze u pomenutom rastvoru, sa natrijumom reaguju i fenol i *tert*-butanol, dok sa natrijum-hidroksidom reaguje samo fenol (kao jača kiselina od alkohola).

Najprije ćemo izračunati količinu fenola u polovini mase polaznog rastvora i na osnovu toga dio zapremine vodonika, koji nastaje u reakciji natrijuma sa fenolom, prisutnim u smješi. Količinu fenola računamo iz jednačine:



..... **1 poen**

Iz broja molekula vode možemo naći količinu vode, a na osnovu nje i količinu fenola u 316.0 g rastvora (što je polovina mase polaznog rastvora):

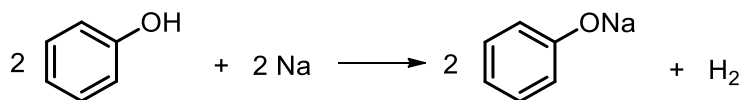
$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{N(\text{H}_2\text{O})}{N_A} = \frac{9 \cdot 10^{23}}{6 \cdot 10^{23}} = 1.5 \text{ mol}$$

..... **1 poen**

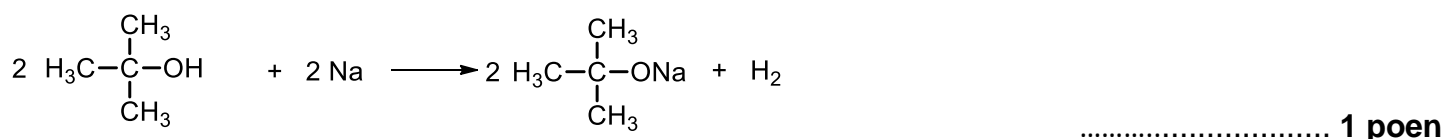
$$\frac{n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})}{n(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1}{1} \Rightarrow n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 1.5 \text{ mol}$$

..... **1 poen**

Sa natrijumom reaguju i fenol i *tert*-butanol prema sledećim jednačinama:



..... **1 poen**



Najprije ćemo izračunati zapreminu vodonika koja se oslobađa dejstvom natrijuma na fenol (V_1):

$$\frac{n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})}{n_1(\text{H}_2)} = \frac{2}{1} \Rightarrow n_1(\text{H}_2) = \frac{1}{2} n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = \frac{1}{2} \cdot 1.5 \text{ mol} = 0.75 \text{ mol}$$

..... 1 poen

$$V_1(\text{H}_2) = n_1(\text{H}_2) \cdot V_m = 0.75 \text{ mol} \cdot 22.4 \text{ dm}^3/\text{mol} = 16.8 \text{ dm}^3$$

..... 1 poen

Zapreminu vodonika, koja se oslobađa dejstvom natrijuma na *tert*-butanol (V_2) nalazimo kao razliku ukupne zapremine vodonika (V_{uk}) i zapremine vodonika, dobijene dejstvom natrijuma na fenol (V_1):

$$V_2(\text{H}_2) = V_{uk}(\text{H}_2) - V_1(\text{H}_2) = 22.4 \text{ dm}^3 - 16.8 \text{ dm}^3 = 5.6 \text{ dm}^3$$

..... 1 poen

Količinu vodonika u toj zapremini (n_2) nalazimo preko sledeće jednačine:

$$n_2(\text{H}_2) = \frac{V_2(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{5.6 \text{ dm}^3}{22.4 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 0.25 \text{ mol}$$

..... 1 poen

Masu *tert*-butanola (*t*-BuOH) zatim nalazimo iz sledećih jednačina:

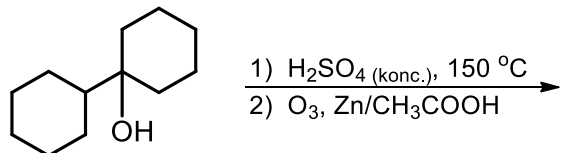
$$\frac{n(t\text{-BuOH})}{n_2(\text{H}_2)} = \frac{2}{1} \Rightarrow n(t\text{-BuOH}) = 2 \cdot n_2(\text{H}_2) = 2 \cdot 0.25 \text{ mol} = 0.5 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow m(t\text{-BuOH}) = n(t\text{-BuOH}) \cdot M(t\text{-BuOH}) = 0.5 \text{ mol} \cdot 74 \text{ g/mol} = 37.0 \text{ g}$$

..... 1 poen

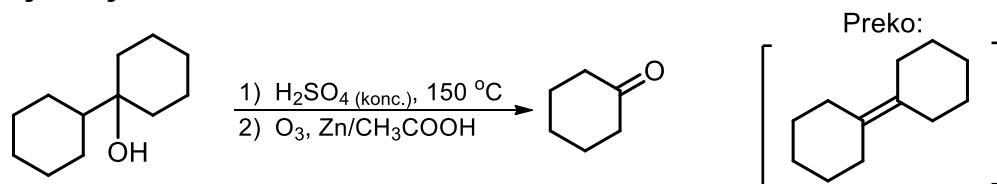
Ukupno: 10 poena

9. Napisati strukturu organskog proizvoda, koji nastaje preko sledećih sintetičkih sekvenci:



(4)

Rješenje:



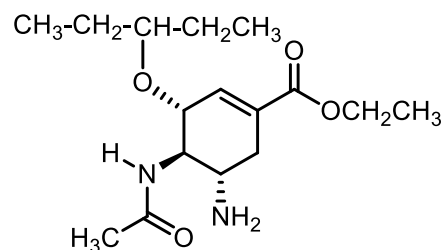
..... 4 poena

10. Na slici je data strukturna formula olsetamivira (trgovački naziv mu je *Tamiflu*®), čija je glavna medicinska primjena tretman i prevencija virusa influence A i B, poznatijih pod nazivima „svinjski“ i „ptičiji“ grip).

a) Kolika je molarna masa *Tamiflu*®-a?

b) Napisati strukturu proizvoda koji nastaje zagrijavanjem *Tamiflu*®-a sa razblaženim rastvorom sumporne kiseline.

c) Napisati strukturu proizvoda koji nastaje zagrijavanjem *Tamiflu*®-a sa koncentrovanom sumpornom kiselinom.



Tamiflu®

d) Napisati strukturu proizvoda koji nastaje u reakciji *Tamiflu*®-a sa litijum-aluminijumhidridom, koji je dodat u višku.

e) Koliko optičkih izomera posjeduje *Tamiflu*®?

Ar(C)=12.0; Ar(H)=1.0; Ar(N)=14.0; Ar(O)=16.0.

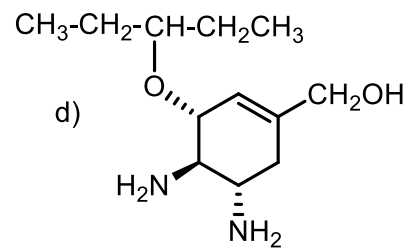
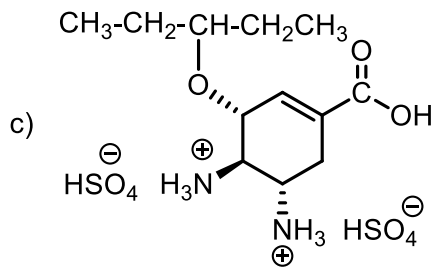
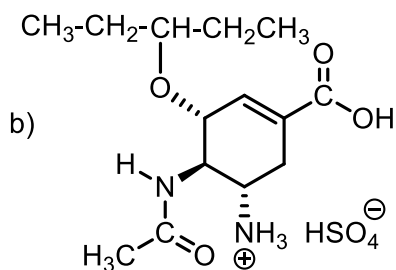
Svaki potpuno tačan odgovor nosi 2 poena

(10)

Rješenje:

a) $M(C_{16}H_{28}N_2O_4) = 312.0 \text{ g/mol}$

..... 2 poena



Zagrijavanjem sa vodenim rastvorom H_2SO_4 , dolazi selektivno do hidrolize samo estarske grupe, uz protonovanje bazne amino-grupe, pri čemu se gradi amonijum-so.

..... 2 poena

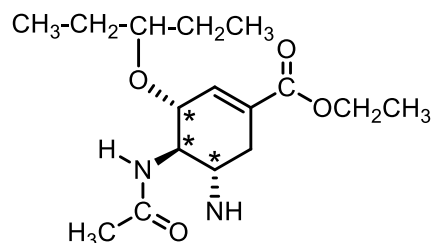
Zagrijavanjem sa koncentrovanom H_2SO_4 , dolazi do hidrolize i estarske i amidne grupe, uz protonovanje obje amino-grupe: i one koja je bila prisutna u polaznom molekulu i one koja je nastala hidrolizom amidne grupe

..... 2 poena

Dejstvom $LiAlH_4$, dolazi do redukcije estarske grupe do primarne alkoholne, ali i do redukcije amidne grupe do primarne amino-grupe.

..... 2 poena

e) S obzirom na to da *Tamiflu*® sadrži tri asimetrična ugljenikova atoma (na strukturnoj formuli su obilježeni zvjezdicama), on posjeduje $2^3 = 8$ optičkih izomera.



Ukupno: 10 poena

Ukoliko je učenik u odgovorima na pitanje pod b) napisao da dolazi i do hidratacije dvostruke veze (što je svakako moguće u kiselj sredini) odgovor se uvažava!

11. Nepoznati ugljovodonik ima empirijsku formulu CH, dok mu molarna masa iznosi 78 g/mol. Ugljovodonik reaguje sa bromom trenutno, dok vrlo brzo reaguje i sa vodenim rastvorom kalijum-permanganata. Napisati strukturnu formulu nepoznatog ugljovodonika. (4)

Rješenje:



..... 4 poena

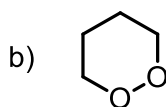
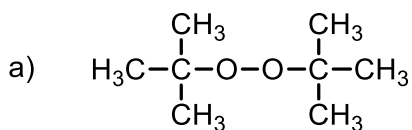
12. Organski peroksidi su veoma reaktivna i eksplozivna jedinjenja, čija je opšta formula R-O-O-R (R-O-O-R'). Oni spontano nastaju stajanjem etara u toku dužeg vremenskog perioda ukoliko su izloženi svjetlosti i u prisustvu kiseonika. Znajući to, napisati strukturne formule peroksida koji mogu nastati iz sledećih etara:

a) di-*terc*-butil-etra (*terc*-butoksi-1,1-dimetiletana);

b) tetrahidrofurana (THF).

(5)

Rješenje:



..... 2 poena

..... 3 poena

Ukupno: 5 poena

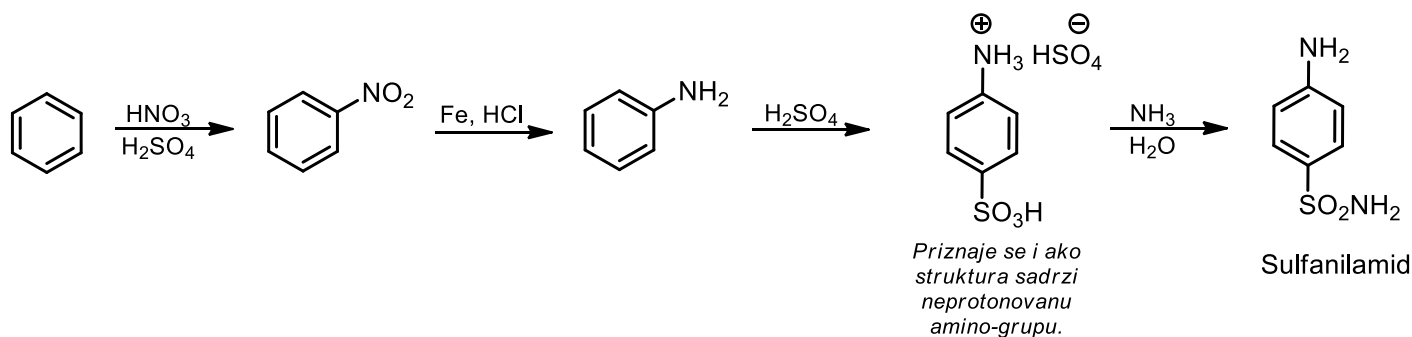
13. Kako biste, polazeći od benzena, sintetisali sulfanilamid (jedinjenje koje se koristi kao polazni molekul za sintezu brojnih sulfonamidnih antibiotika, pri čemu i sam ima antibiotske osobine).

(8)

Rješenje:

Napomena: kao potpuno tačne reakcije se priznaju samo one u kojima su ispravno napisane formule reagenasa, a na mestima gdje ima više reagenasa, tačan je onaj odgovor u kome su svi napisani.

Priznaju se i drugačije formulisane tačne jednačine reakcija.



Svaki korak se boduje sa po 2 poena

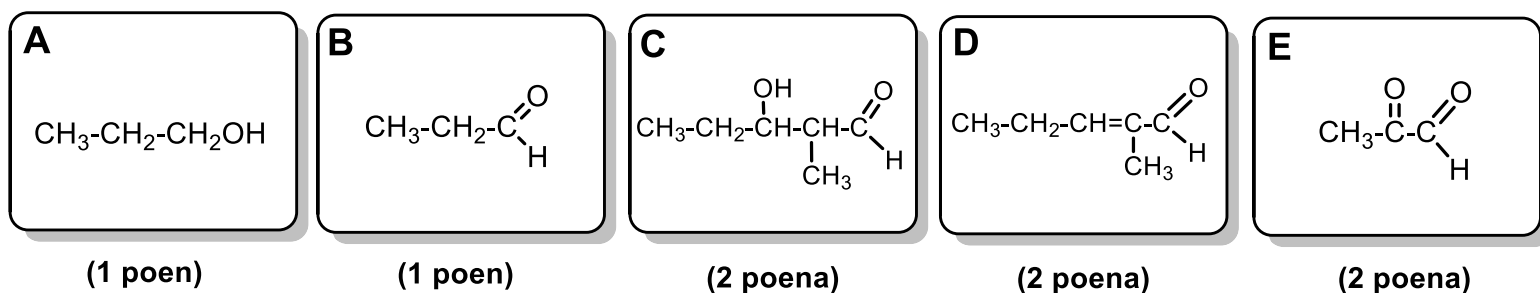
Ukupno: 8 poena

14. Blagom oksidacijom primarnog alkohola sa tri ugljenikova atoma **A** nastaje jedinjenje **B**. Kada se u rastvor jedinjenja **B** u pogodnom organskom rastvaraču doda rastvor natrijum-hidroksida, gradi se jedinjenje **C**, koje može da reaguje sa Tollens-ovim reagensom, ali može i da se esterifikuje. Zagrijavanjem jedinjenja **C** u vodenoj sredini u prisustvu baze, nastaje jedinjenje **D**, koje takođe može da reaguje sa Tollens-ovim reagensom, ali se ne može esterifikovati. Međutim, jedinjenje **D** trenutno reaguje sa bromnom vodom. Kada se jedinjenje **D** rastvori u pogodnom organskom rastvaraču pa se kroz takav rastvor provodi ozon, a zatim se doda smješa cinka i sirćetne kiseline (reakcija ozonolize), nastaju dva organska proizvoda: **B** i **E**. Jedinjenje **E** u reakciji sa Nessler-ovim reagensom (vidjeti zadatak 5) gradi sivi talog, ali i crveno-obojeni rastvor. Na osnovu navedenih podataka, u prazna polja upisati strukturne formule jedinjenja **A**, **B**, **C**, **D** i **E**.

A	B	C	D	E
----------	----------	----------	----------	----------

(8)

Rješenje:



Ukupno: 8 poena

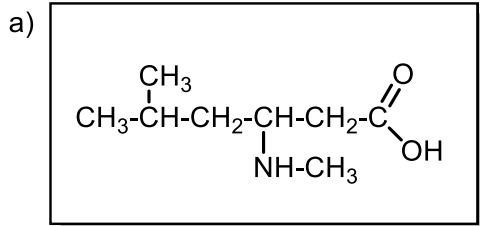
15. Strukturnim formulama predstaviti sledeća jedinjenja:

- a) **3-(aminometil)-5-metilheksansku kiselinu** – jedinjenje koje je aktivna komponenta lijeka *Lyrica®*, koji se koristi za ublažavanje neuropatskih bolova i tretman epilepsije;
- b) **4-(2-aminoetil)-benzen-1,2-diol**, koje ima trivijalni naziv dopamin i koji predstavlja glavni neurotransmiter u mozgu.

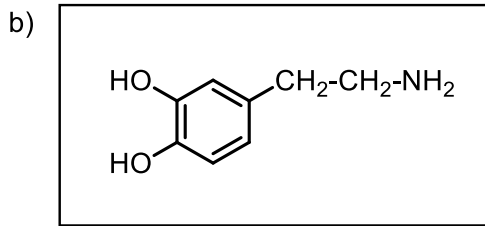
Svaka tačno napisana formula nosi po 3 poena

(6)

Rješenje:



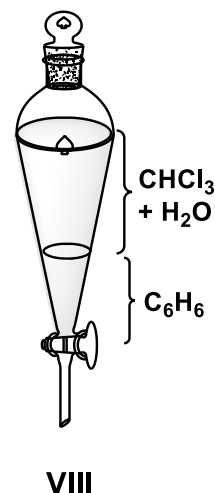
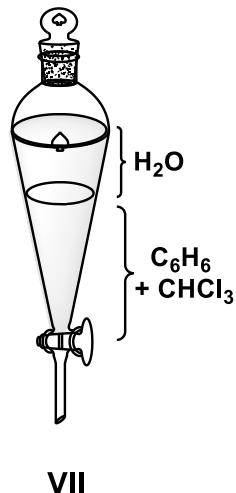
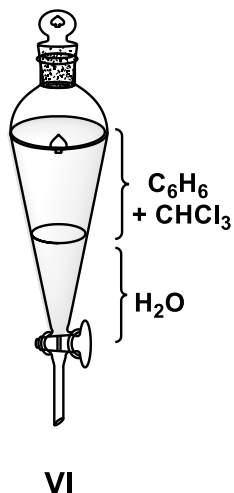
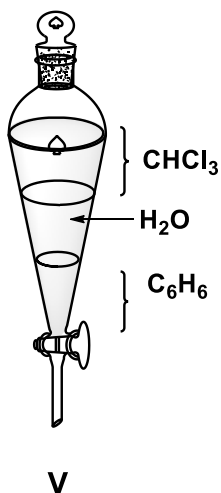
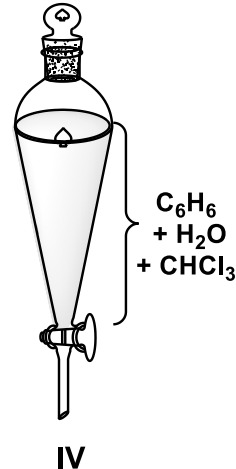
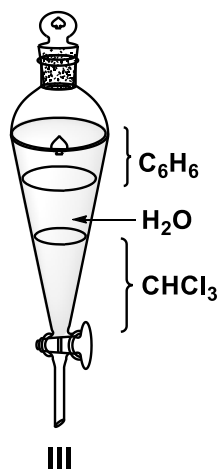
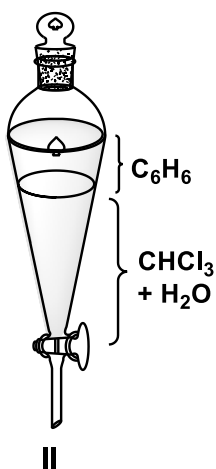
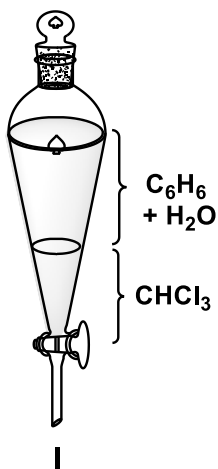
(3 poena)



(3 poena)

Ukupno: 6 poena

16. U lijevak za ekstrakciju redom se sipaju sledeće supstance: 30 mL hlorofoma ($\rho = 1.50 \text{ g/cm}^3$), 30 mL destilovane vode i 15 mL benzena ($\rho = 0.88 \text{ g/cm}^3$). Lijevak se zakuži odgovarajućim staklenim zakužićem i snažno promućka. Od ponuđenih slika, jedna odgovara početnom stanju (nakon dodavanja tri pomenuta rastvarača), a druga odgovara stanju do kojega je došlo nakon intenzivnog mućkanja smješe:



Početno stanje predstavljeno je slikom _____, dok je krajnje stanje predstavljeno na slici _____.
Priznaje se potpuno tačan odgovor.

(5)

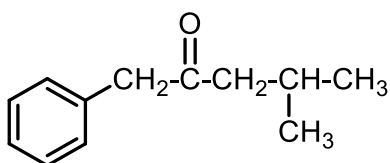
Rješenje:

Početno stanje predstavljeno je slikom III, dok je krajnje stanje predstavljeno na slici VII.

..... 5 poena

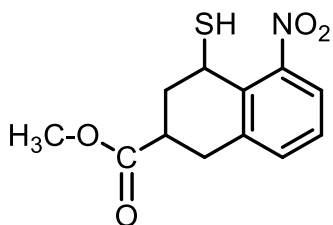
17. Zagrijavanjem nepoznatog ketona sa koncentrovanom azotnom kiselinom dobijena je smješa koja se sastoji iz: benzoeve, 3-metilbutanske, 2-fenilsirćetne i 2-metilpropanske kiseline. Napisati strukturnu formulu ketona koji je podvrgnut energičnoj oksidaciji. (4)

Rješenje:



..... 4 poena

18. Na prikazanom molekulu imenovati sve funkcionalne grupe:

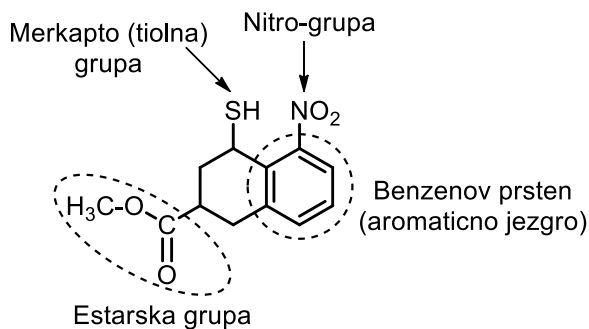


Nazivi funkcionalnih grupa:

Svaki tačan odgovor nosi po 1 poen

(4)

Rješenje:



Svaki tačan odgovor nosi po 1 poen.

Ukupno: 4 poena