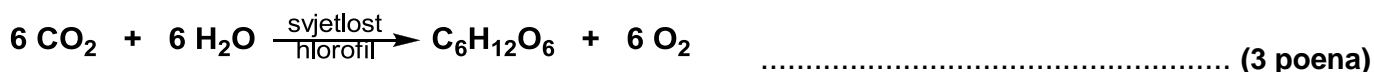


Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore
OLIMPIJADA ZNANJA 2015.

Rešenja zadataka iz Hemije
za IV razred srednje škole

- 1.** Hemijskom jednačinom predstaviti proces nastajanja ugljenih hidrata u zelenim djelovima biljke. Kako se taj proces naziva? **(4)**

Rješenje:



Opisani proces naziva se fotosinteza **(1 poen)**

- 2.** U rastvor, koji sadrži 171.0 g saharoze, doda se koncentrovana hlorldna kiselina i rastvor se zagrijava da ključa. Nastaju dva proizvoda. Oni se razdvoje, a onda se jedan od njih podvrgne dejstvu enzima zimaze, pri čemu nastaje etanol. Koliko cm^3 medicinskog alkohola (70% vodeni rastvor etanola) je moguće dobiti iz navedene mase saharoze, pod pretpostavkom da su svi opisani procesi kvantitativni? Gustina 70% rastvora etanola je 1 g/cm^3 .
 $\text{Ar}(\text{C})=12$; $\text{Ar}(\text{O})=16$; $\text{Ar}(\text{H})=1$ **(10)**

Rješenje:

Jednačina kiselo-katalizovane hidrolize saharoze može se napisati u molekulskom obliku:



Dejstvom enzima zimaze odvija se alkoholno vrenje glukoze i dobija se etanol:



Iz podataka koji su dati najprije ćemo naći količinu saharoze koja je podvrgnuta hidrolizi:

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \frac{m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})}{M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})} = \frac{171.0\text{g}}{342\text{g/mol}} = 0.5\text{mol} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Prema stehiometrijskoj jednačini, količina saharoze je jednaka količini glukoze, pa je:

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0.5 \text{ mol} \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Iz druge stehiometrijske jednačine konstatujemo da je količina nastalog etanola dva puta veća u odnosu na količinu glukoze koja podliježe vrenju, pa dobijamo da je:

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 2 \cdot n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2 \cdot 0.5 \text{ mol} = 1.0 \text{ mol} \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Iz količine etanola (znajući njegovu molarnu masu) lako nalazimo masu dobijenog etanola:

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 1.0 \text{ mol} \cdot 46 \text{ g/mol} = 46 \text{ g} \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Iz zadatog masenog udjela, koristeći dobijenu masu etanola dobijamo i masu 70% rastvora:

$$m_{\text{rastvora}} = m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) / \omega = 46 \text{ g} / 0.7 = 65.7 \text{ g} \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

Kako je prema uslovima zadatka gustina rastvora jednaka jedinici, onda je zapremina rastvora:

$$V_{\text{rastvora}} = 65.7 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots (1 \text{ poen})$$

- 3.** Na raspolaganju imate uzorak triglicerida za koji ste eksperimentalno utvrdili da može da adira ukupno 4 mol broma. Predložite moguće kombinacije viših masnih kiselina koje bi mogle da uđu u sastav ovog triglicerida. **(8)**

Rješenje:

Na osnovu podatka da triglicerid adira 4 mola broma, zaključuje se da posjeduje ukupno četiri dvostruke veze. To znači da treba napisati kombinacije tako da u svakom momentu triglicerid sadrži četiri dvostruke veze. Te kombinacije su:

- 1 mol linolne (2 dvostruke veze) + 2 mol oleinske (po jedna dvostruka veza)
- 1 mol linoleinske (3 dvostruke veze) + 1 mol oleinske (1 dvostruka veza)
- 2 mol linolne (po 2 dvostruke veze) + 1 mol zasićenih masnih kiselina
- 1 mol arahidonske (4 dvostruke veze) + 2 mol zasićenih masnih kiselina.

*Za svaku tačnu kombinaciju sleduju po **2 poena**.*

- 4.** Koji triacil-glicerol će imati veću vrijednost tačke topljenja: onaj koji u sebi, pored glicerola, sadrži 1 mol palmitinske i 2 mol oleinske kiseline (**A**) ili onaj koji sadrži 1 mol oleinske i 2 mol palmitinske kiseline (**B**). Odgovor detaljno objasniti. **(4)**

Rješenje:

Veću vrijednost tačke topljenja će imati triglicerid koji u sebi sadrži više ostataka zasićenih masnih kiselina (u ovom slučaj triglicerid **B**), jer same zasićene masne kiseline imaju više tačke topljenja i na sobnoj temperaturi su čvrste, za razliku od nezasićenih, koje su tečne.

Tačan odgovor **(2 poena)**

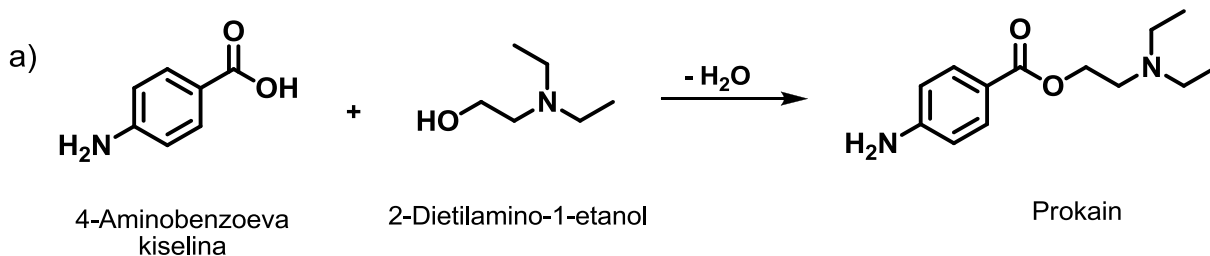
Objašnjenje **(2 poena)**

5. Prokain je jedan od prvih korišćenih lokalnih anestetika, koji se primjenjuje u obliku 0.5% rastvora. Dobija se u reakciji između 4-aminobenzojeve kiseline i 2-(*N,N*-dietilamino)-1-etanola. Hidrohloridna so prokaina naziva se **novokain**, takođe sa izraženim anestetičkim osobinama.

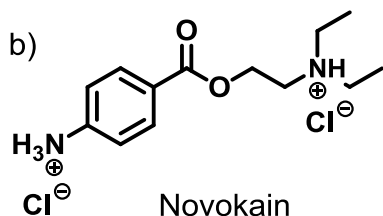
- Napisati jednačinu dobijanja prokaina
- Napisati strukturnu formulu novokaina.
- Objasniti koji se od njih bolje rastvara u krvi i zbog čega.

(7)
(3+2+2)

Rješenje:



....(3 poena)



.....(2 poena)

- c) S obzirom da je novokain zastupljen u obliku hidrohloridne soli (a te soli su generalno poznate po dobroj rastvorljivosti u vodi), on će se bolje rastvarati u vodi, pa samim tim i u krvi.(2 poena)

6. Enzimi su biološki katalizatori. Oni omogućavaju vršenje svih biohemijskih reakcija, koje su neophodne za normalno funkcionisanje organizma pa i sam život uopšte. Po hemijskom sastavu enzimi su _____, a dio enzima za koji se vezuje molekul supstrata naziva se _____ (dopuniti rečenice odgovarajućim terminima). U tom dijelu enzima za koji se vezuje supstrat i oko njega u najvećem broju slučajeva nalaze se aminokiselinski ostaci histidina, asparaginske kiseline i serina, a znatno rjeđe leucina ili valina. Objasniti ovu pojavu.

(6)
(2+2+2)

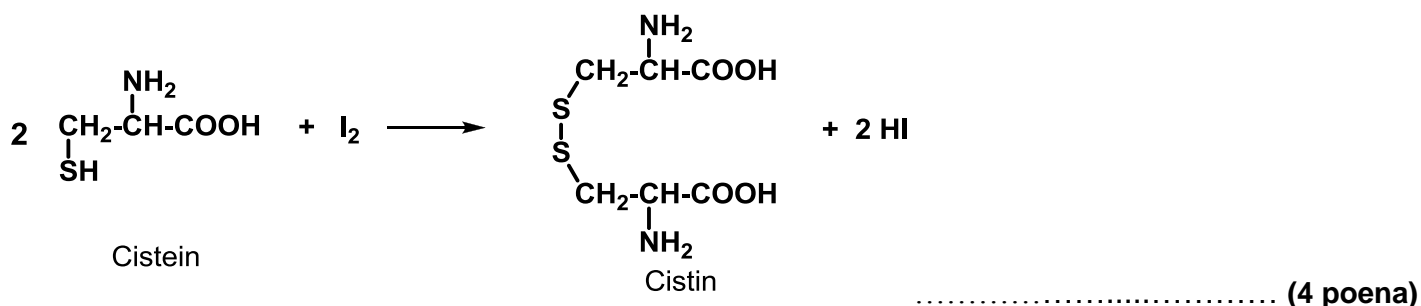
Rješenje:

Po hemijskom sastavu enzimi su **proteini**, a dio enzima za koji se vezuje molekul supstrata naziva se **aktivni centar (aktivno mjesto, katalitički centar)**. (2x2 poena)
 Histidin, asparaginska kiselina i serin spadaju u polarne i hidrofilne aminokiselinske ostatke, za razliku od leucina i valina, koji su nepolarni. To je potrebno jer se enzimске reakcije odvijaju u vodenoj sredini. Prisustvo ovih ostataka omogućava lakše i bolje vezivanje supstrata, kao i zauzimanje najoptimalnije konformacije enzima, čime je omogućena njegova katalitička aktivnost.

.....(2 poena)

7. Napisati jednačinu hemijske reakcije cisteina sa jodom i odrediti klasu organskih jedinjenja u koju spada dobijeni proizvod. (5)

Rješenje:



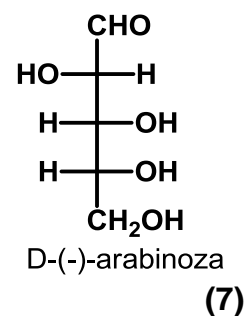
Dobijeno jedinjenje spada u klasu disulfida (1 poen)

8. Na slici je predstavljena Fisher-ova formula D-(-)-arabinoze. Taj monosaharid ima vrijednost ugla obrtanja ravni polarizovane svjetlosti: $\alpha = -105^\circ$.

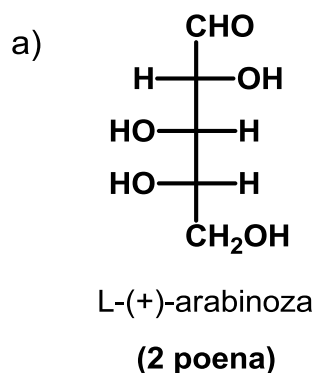
a) Nacrtati Fisher-ovu formulu L-(+)-arabinoze.

b) Koliko iznosi vrijednost ugla α za ovaj izomer?

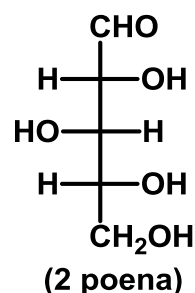
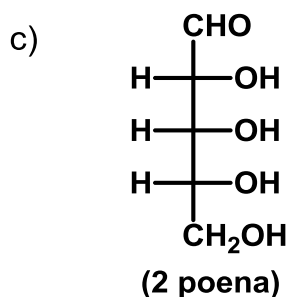
c) Nacrtati Fisher-ove formule dva diastereoizomera D-(-)-arabinoze.



Rješenje:



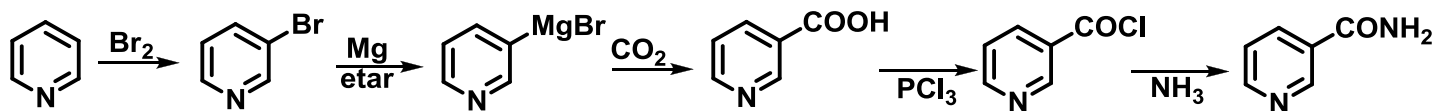
b) $[\alpha] = +105^\circ$ (1 poen)



Napomena: ukoliko se u odgovoru pod c) osim ove dvije strukture napiše još neka netačna, odgovor se u cjelini neće bodovati kao tačan.

9. Piridin je heterociklično aromatično jedinjenje koje, kao i sam benzen, podliježe reakcijama elektrofilne aromatične supstitucije, pri čemu se elektrofil vezuje u položaj 3 u odnosu na atom azota. Znajući to, predložiti sintezu nikotin-amida (vitamina B₃) iz piridina, uz uslov da se mogu koristiti samo neorganski reagensi. (10)

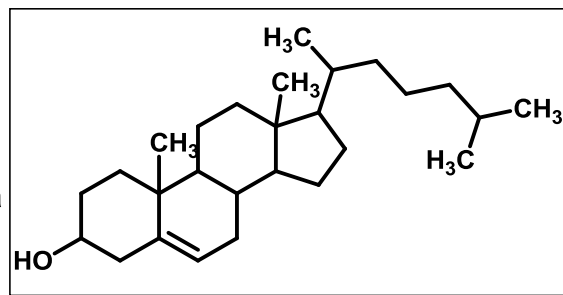
Rješenje:



..... svaki korak po (2 poena)

10. Na slici je data strukturna formula holesterola, jednog od najvažnijih bioloških sterola i prekursora svih steroidnih jedinjenja u organizmu. Na osnovu strukture uraditi sledeća pitanja: (*priznaju se samo kompletno tačni odgovori*).

- Napisati molekulsku formulu holesterola.
- Da li holesterol reaguje sa rastvorom FeCl_3 ? Objasniti.
- Napisati strukturu proizvoda koji nastaje dejstvom rastvora KMnO_4 na holesterol.
- Napisati strukturu proizvoda koji nastaje dejstvom rastvora $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ na holesterol.

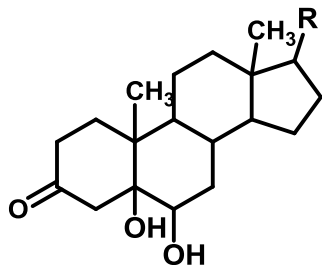


(10)
(2+2+3+3)

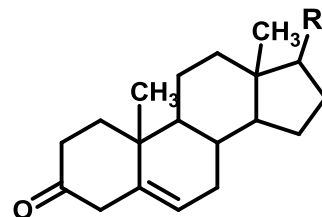
Rješenje:

- Molekulska formula holesterola je $\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}$.
- Holesterol ne reaguje sa rastvorom FeCl_3 jer ne sadrži fenolnu OH-grupu, a dati reagens se koristi za dokazivanje prisustva fenola.

c)



d)



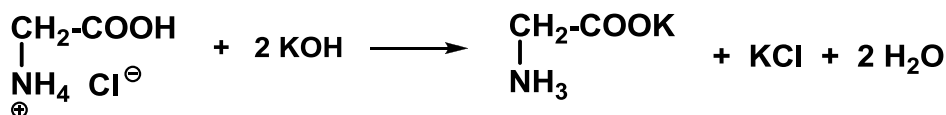
(a – 2 poena; b – 2 poena; c – 3 poena; d – 3 poena)

11. Koliko cm^3 rastvora kalijum-hidroksida, koncentracije 0.2 mol/dm^3 je potrebno dodati u 200 cm^3 rastvora glicin-hlorhidrata, koncentracije 0.1 mol/dm^3 , da bi došlo do reakcije neutralizacije?
 $\text{Ar}(\text{C}) = 12$; $\text{Ar}(\text{H}) = 1$; $\text{Ar}(\text{O}) = 16$; $\text{Ar}(\text{K}) = 39$.

(8)

Rješenje:

Kalijum-hidroksid se u ovoj reakciji jednim dijelom troši za neutralizaciju slobodne karboksilne grupe glicina, a drugim dijelom za dobijanje slobodne amino-grupe iz hidrohloridne soli. Prema tome imamo:



..... (4 poena)

Iz podataka koji su dati najprije ćemo izračunati količinu glicin-hlorhidrata koja je neutralisana:

$$n(\text{Gly}\cdot\text{HCl}) = c_r(\text{Gly}\cdot\text{HCl}) \cdot V_r = 0.1 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0.2 \text{ dm}^3 = 0.02 \text{ mol} \quad \text{..... (1 poen)}$$

Prema stehiometrijskoj jednačini nalazimo da je količina KOH dva puta veća u odnosu na količinu gly•HCl:

$$n(\text{KOH}) = 2 \cdot n(\text{Gly}\cdot\text{HCl}) = 2 \cdot 0.02 \text{ mol} = 0.04 \text{ mol} \quad \text{..... (1 poen)}$$

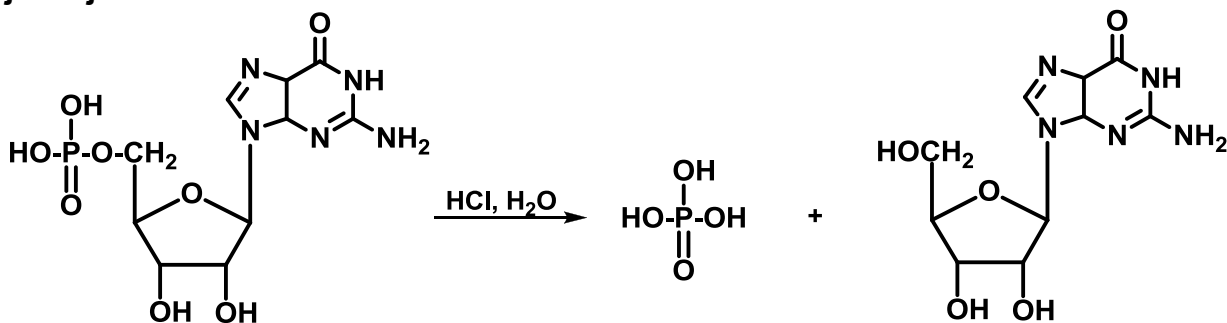
Na kraju, zapremina utrošenog rastvora kalijum-hidroksida se nalazi prema jednačini:

$$V_r(\text{KOH}) = \frac{n(\text{KOH})}{c(\text{KOH})} = \frac{0.04 \text{ mol}}{0.2 \text{ mol/dm}^3} = 0.2 \text{ dm}^3 \quad \text{..... (1 poen)}$$

Rezultat je potrebno izraziti u cm^3 , pa dobijamo vrijednost $V = 200 \text{ cm}^3$ (1 poen)

12. Napisati jednačinu hemijske reakcije guanozin-monofosfata sa razblaženom hloridnom kiselinom uz zagrijavanje. (5)

Rješenje:



Guanozin-monofosfat

Fosforna
kiselina

Guanozin

(3 poena)

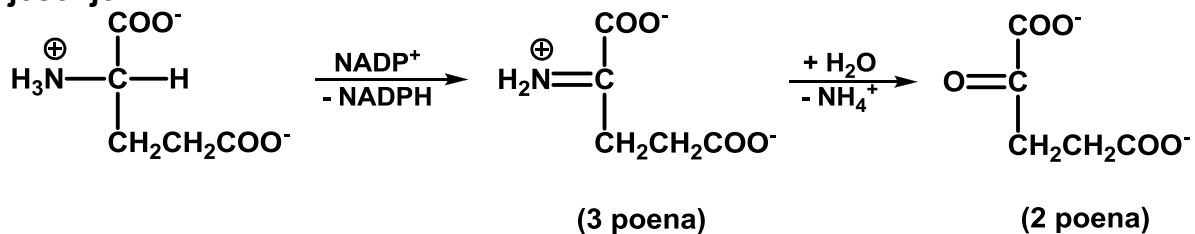
(1 poen)

(1 poen)

13. Jednačinama predstaviti reakciju oksidativne dezaminacije glutamata i imenovati krajnji proizvod te reakcije. Kako se naziva enzim koji katalizuje ovu reakciju?

(8)

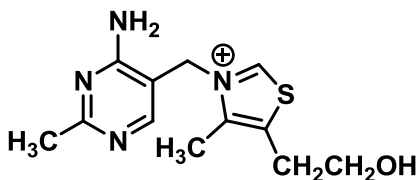
Rješenje:



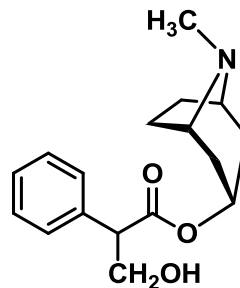
Proizvod ove reakcije naziva se **α -ketoglutarat** (1 poen)

Enzim koji katalizuje ovu reakciju naziva se *glutamat-dehidrogenaza*. (2 poena)

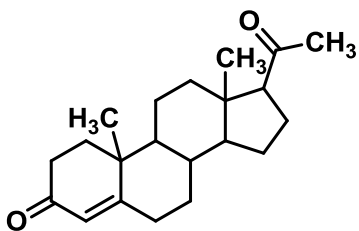
14. Date su strukturne formule nekih biološki aktivnih jedinjenja. Ispod svake strukture napisati naziv odgovarajućeg proizvoda. (8)



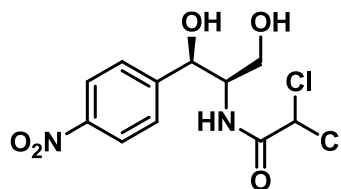
1 _____



2 _____



3 _____



4 _____

Rješenje:

1. Vitamin B₁ (tiamin)
2. Atropin
3. Progesteron
4. Hloramfenikol

..... (2 poena)
 (2 poena)
 (2 poena)
 (2 poena)