

Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore

OLIMPIJADA ZNANJA 2024.

Rješenja zadataka iz HEMIJE

za IX razred srednje škole

- 1.** Prilikom ujeda, mrav ubrizga određenu količinu metanske kiseline. Obično to bude $0,006 \text{ cm}^3$ 50% rastvora mravlje kiseline.
- a) Tokom ujeda, mrav ne ubrizga cjelokupnu količinu kiseline koju posjeduje, već samo 80%, a ostatak čuva kao rezervu. Kolika je ukupna zapremina čiste metanske kiseline koja se nalazi u jednom prosječnom mravu?
- b) Koliko mrava je potrebno da bi se proizveo 1 dm^3 čiste metanske kiseline?
- c) Natrijum-hidrogenkarbonat, poznatiji kao soda bikarbona, služi za tretiranje ubodnog mjesta kako bi se neutralisala mravlja kiselina. Napisati jednačinu reakcije između metanske kiseline i natrijum-hidrogenkarbonata, ako se zna da dolazi do formiranja natrijum-metanoata, ugljenik(IV)-oksida i vode.
- d) Ako je gustina metanske kiseline $1,2 \text{ g/cm}^3$, koliko mol metanske kiseline prosječan mrav ubrizga prilikom ujeda?
- e) Koliko mg natrijum-hidrogenkarbonata je neophodno da bi se neutralisao u potpunosti ujed mrava?

Rješenje:

a) $0,006 \text{ cm}^3 \cdot 0,5 = 0,003 \text{ cm}^3$ čiste mravlje kiseline ubrizga mrav.....2 poena

A u jednom mravu ima

$$0,003 \text{ cm}^3 : 80\% = x : 100\%$$

$$x = 0,00375 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots 2 \text{ poena}$$

b) $0,00375 \text{ cm}^3 : 1 = 1000 : x$

$$x = 266666 \text{ mrava} \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

c) $\text{NaHCO}_3 + \text{HCOOH} \rightarrow \text{HCOONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$

d) Ubrizga $0,006 \text{ cm}^3$, od čega je $0,003 \text{ cm}^3$ čiste metanske, gustina je $1,2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, pa je
 $m = \rho \cdot V = 1,2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 0,003 \text{ cm}^3 = 0,0036 \text{ g}$,
slijedi da je $n = \frac{m}{M} = \frac{0,0036 \text{ g}}{46 \text{ g/mol}} = 7,826 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ 3 poena

e) $n = 7,826 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$, $m = 84 \text{ g/mol} \cdot 7,826 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 0,00657 \text{ g} = 6,57 \text{ mg}$ 1 poen

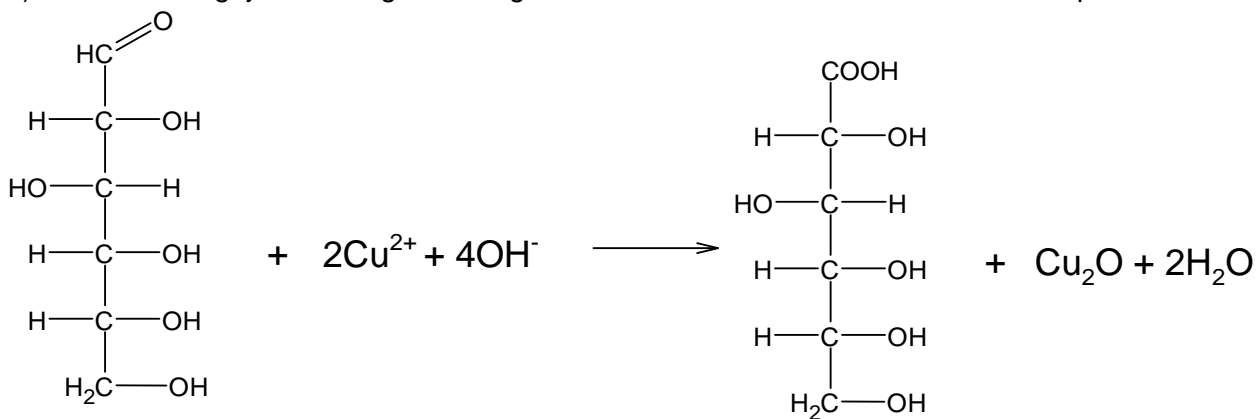
Ukupno: **10 poena**

2. Vodeni rastvor nekog ugljenog hidrata se slabo rastvara u hladnoj vodi, ne daje pozitivnu Fehlingovu reakciju, a sa jodom se boji u plavo.

- Koji ugljeni hidrat je u pitanju?
- Potpunom hidrolizom pomenutog ugljenog hidrata dobija se monosaharid _____ (dopuniti rečenicu ispravnim nazivom).
- Da li monosaharid iz zadatka pod b) reaguje sa Fehlingovim reagensom? Ako reaguje, napisati jednačinu hemijske reakcije?

Rješenje:

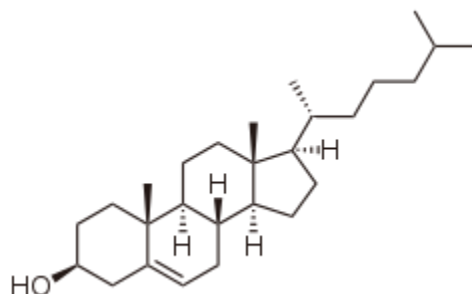
- U pitanju je skrob1 poen
- Njegovom potpunom hidrolizom se dobija monosaharid **glukoza**1 poen
- Glukoza reaguje sa Fehlingovim reagensom1 poen



Za tačno napisanu reakciju **2 poena**

Ukupno: **5 poena.**

3. Najrasprostranjeniji steroid, koji je prisutan u skoro svim animalnim tkivima je holesterol. Prekursor je drugih steroida i važan sastojak ćelijske membrane. Njegova struktura je data na slici ispod.

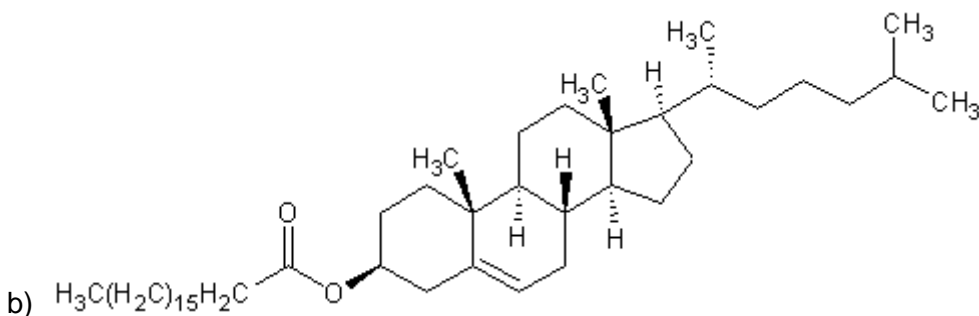


- Karboksilne kiseline sa deset i više ugljenikovih atoma u molekulu su čvrste supstance, a nazivamo ih više masne kiseline. Neki od primjera su oleinska, stearinska i palmitinska kiselina. Navedene kiseline razvrstaj na zasićene i nezasićene.
- Napisati proizvod reakcije holesterola sa stearinskom kiselinom.
- Da li holesterol obezbojava bromnu vodu? Napisati odgovarajuću reakciju.

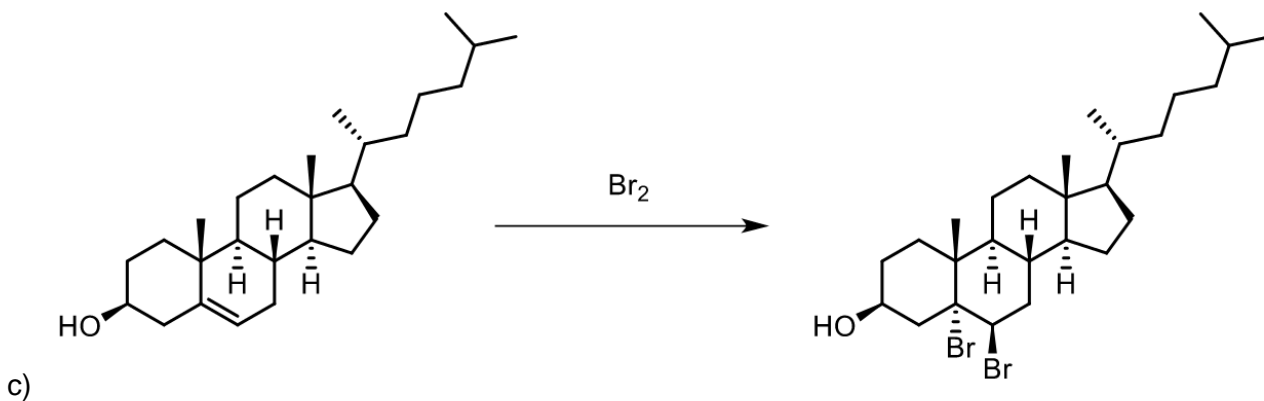
Rješenje:

- Stearinska i palmitinska su zasićene karboksilne kiseline, a oleinska je nezasićena.

.....1 poen



Za tačno napisanu strukturu 2 poena



Za tačno napisanu reakciju 3 poena

Ukupno: 6 poena

4. Zbog svojstva da u struji čistog kiseonika, pri potpunom sagorijevanju, daje veoma visoku temperaturu (oko 3000°C), za autogeno zavarivanje se koristi:

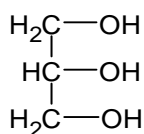
a) etin; b) etan; c) eten; d) etanol

Rješenje:

Tačan odgovor pod a).....Ukupno: **2 poena**

5. Molekul jednog alkohola ima strukturu propana u kojem je na svakom C-atomu jedan atom vodonika supstituisan hidroksilnom grupom. Napisati strukturnu formula tog alkohola i imenovati ga.

Rješenje:

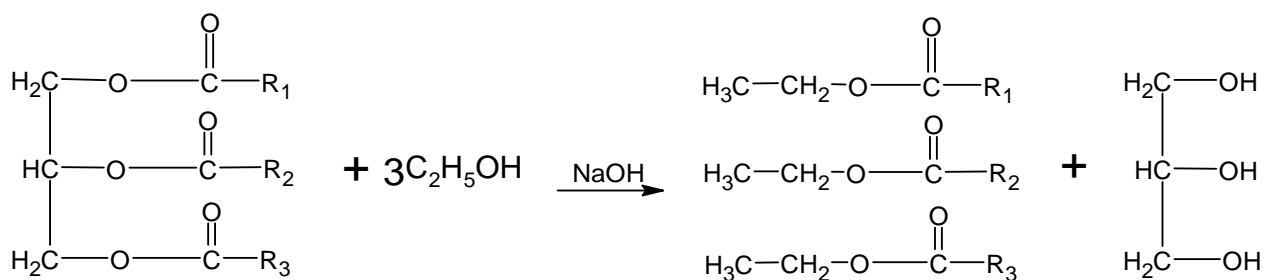


..... Za tačno napisanu strukturu **2 poena**

1,2,3-propantriol ili glicerolZa tačno ime **1 poen**

Ukupno: **3 poena**

6. Biodizel, alternativno gorivo, može se proizvoditi iz biljnog ulja. Hemijska reakcija pretvaranja ulja dobijenog iz biomase u biodizel je prikazana na shemi ispod. R_1 , R_2 i R_3 su alkil-lanci koji mogu sadržavati od 10 do 22 ugljenikova atoma.



- Koja funkcionalna grupa je prisutna i u ulju i u biodizelu?
- Objasniti zašto biodizel ($\text{C}_{14}\text{H}_{30}\text{O}_2$) proizvodi manje čađi od dizela ($\text{C}_{18}\text{H}_{38}$) kada sagorijevaju pod istim uslovima? Objašnjenje potkrijepiti odgovarajućom jednačinom hemijske reakcije.

Rješenje:

a) Estarska grupa1 poen

b) $2C_{18}H_{38} + 55 O_2 \rightarrow 36 CO_2 + 38 H_2O$2 poena

$2C_{14}H_{30}O_2 + 41 O_2 \rightarrow 28 CO_2 + 30 H_2O$ 2 poena

Iz jednačina se vidi da je mnogo više kiseonika potrebno za potpuno sagorijevanje dizela, stoga je vjerovatnije da će dizel sagorijevati nepotpuno proizvodeći veću količinu čađi.2 poena

Na primjer:

$2C_{18}H_{38} + 41 O_2 \rightarrow 20 CO_2 + 4CO + 6C + 38H_2O$, a ova količina kiseonika je dovoljna za potpuno sagorijevanje biodizela.

Ukupno: **7 poena**

7. Neki alkan ima molarnu masu $72 \frac{g}{mol}$. Napisati i imenovati sve izomere tog alkana.

Rješenje:

Opšta formula alkana je:

C_nH_{2n+2}1 poen

$72=12 \cdot n+2 \cdot n+2$ 1 poen

$72=14 \cdot n+2$

$70=14 \cdot n$

$n=5$2 poena

C_5H_{12}

$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ n-pentan

$H_3C-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-CH_2-CH_3$
2-metilbutan

$H_3C-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{\overset{\substack{CH_3 \\ |}}{C}}-CH_3$
2,2-dimetilpropan

.....3 poena

Za svaki tačno napisan i imenovan izomer po jedan poen

Ukupno: **7 poena**

- 8.** U eksperimentu su korišćena četiri organska jedinjenja. To su: heksan, 1-heksen, 1-propanol i propanska kiselina. Organske supstance su se nalazile u 4 odvojene epruvete, označene brojevima od 1 do 4, ali se ne zna koja je supstanca bila u kojoj epruveti. Zato je neophodno sprovesti određene testove kako bi se identifikovale pomenute supstance. U tabeli su sumirani rezultati testova.

EPRUVETA	Reaguje sa KMnO_4	Miješa se sa vodom
1	NE	DA
2	DA	NE
3	DA	DA
4	NE	NE

Na osnovu dobijenih rezultata, popuniti tabelu:

Rješenje:

EPRUVETA	SUPSTANCA
1	Propanska kiselina
2	1-Heksen
3	1-Propanol
4	Heksan

Za tačnu identifikaciju jedinjenja po **1 poen**.

Ukupno: 4 poena

- 9.** Zaokružiti formule supstanci sa kojima reguje metan:

a) HCl b) Ca(OH)_2 c) Cl_2 d) NaCl e) O_2 f) H_2O g) NH_3

Koliko grama odgovarajućih proizvoda će se dobiti u reakciji 0,2 mola metana sa 0,6 mola izabranih reaktanata?

Rješenje:

Pod c) i e).....1 poen

$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$1 poen

U višku je kiseonik, dakle $n(\text{CH}_4) : n(\text{CO}_2) = 1 : 1$

$n(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ mol}$

$m(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ mol} \cdot 44 \text{ g/mol} = 8,8 \text{ g}$2 poena

$n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,2 \text{ mol} = 0,4 \text{ mol}$

$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,4 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g/mol} = 7,2 \text{ g}$2 poena

a) $\text{CH}_4 + 4\text{Cl}_2 \rightarrow \text{CCl}_4 + 4\text{HCl}$1 poen

$n(\text{CH}_4):n(\text{Cl}_2) = 1:4$

$n(\text{CH}_4) = n(\text{Cl}_2)/4 = 0,6 \text{ mol}/4 = 0,15 \text{ mol}$ CH_4 izreaguje sa 0,6 mol hlora, dakle u višku je CH_4

$n(\text{Cl}_2):n(\text{CCl}_4) = 4:1$

$n(\text{Cl}_2) = 4 \cdot n(\text{CCl}_4)$

$n(\text{CCl}_4) = n(\text{Cl}_2)/4 = 0,15 \text{ mol}$

$m(\text{CCl}_4) = 0,15 \text{ mol} \cdot 154 \text{ g/mol} = 23,1 \text{ g}$2 poena

Ukupno: **9 poena**

10. Na lijevoj strani su data odgovarajuća tvrđenja. Na desnoj strani zaokružiti oznaku **T** za tačnu tvrdnju odnosno oznaku **N** za netačnu tvrdnju:

Rješenje:

Laktoza se sastoji iz ostataka molekula glukoze i galaktoze. I **N**

Saharoza je redukujući šećer. **T** N

Gliceril-trinitrat je po hemijskom sastavu amin. **T** N

Benzen je manje gustine od vode i ne rastvara se u njoj. I **N**

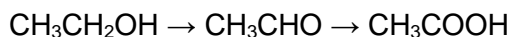
Eten ima dva izomera. **T** N

Svaki tačan odgovor1 poen

Ukupno: **5 poena**

11. Stajanjem na vazduhu, vino se ukiseli, zato što dolazi do oksidacije alkohola etanola iz vina u aldehyd etanal, a daljom oksidacijom aldehida dobija se etanska kiselina. Kolika je masa etanola oksidovana kada se dobilo 80 g 4% rastvora etanske kiseline?

Rješenje:



$m_r = 80 \text{ g}$

$$\omega=0,04$$

$$m_s = \omega \cdot m_r = 0,04 \cdot 80g = 3,2g \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{3,2g}{60g/mol} = 0,0533mol \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) : n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 1:1$$

$$n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,0533mol$$

$$m = n \cdot M = 0,0533 \text{ mol} \cdot 46 \text{ g/mol} = 2,4518 \text{ g} \dots\dots\dots 2 \text{ poena}$$

Ukupno: **4 poena**

12. Izračunati broj monomernih jedinica vinil-hlorida u polimeru mase 2.187 kg.

Rješenje:

$$m(\text{polimera}) = 2187g$$

$$N(\text{monomera}) = ?$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}) = 62,5 \text{ g/mol} \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2187g}{62,5g/mol} = 35 \text{ mol} \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$N = n \cdot N_A = 35 \text{ mol} \cdot 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol} = 210,7 \cdot 10^{23} = 2,11 \cdot 10^{25} \dots\dots\dots 2 \text{ poena}$$

Ukupno: **4 poena**

13. Masa 0,01 mol tripeptida koji se sastoji od ostataka molekula iste aminokiseline iznosi 2,31 g. Izračunati relativnu molekulsku masu te aminokiseline i odrediti o kojoj je aminokiselini riječ.

Rješenje:

$$M = \frac{2,31g}{0,01mol} = 231g/mol \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$3 \cdot Mr(\text{aminokiselina}) - 2 \cdot 18 = 231$$

$$3 \cdot Mr(\text{aminokiselina}) = 267$$

$$Mr(\text{aminokiselina}) = 89 \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

R-CH(NH₂)-COOH, opšta formula aminokiseline

$$89 = R + 12 + 1 + 14 + 2 + 12 + 32 + 1$$

$$R = 89 - 74 = 15$$

Dakle R je CH₃-

U pitanju je alanin.....2 poena

Ukupno: 4 poena

14. Napisati formule i nazive sljedećih karboksilnih kiselina:

- a) Kiseline koja ima najmanju molarnu masu;
- b) Kiseline, od koje oduzimanjem CO₂ nastaje 2-metilpropan;
- c) Dvije kiseline koje sadrže tri primarna, jedan sekundarni i jedan kvaternarni ugljenikov atom.

Rješenje:

a) HCOOH, metanska kiselina..... 1 poen

b)
$$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
 3-metilbutanska kiselina.....1 poen

c)
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
 3,3-dimetilbutanska kiselina1 poen

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
 2,2-dimetilbutanska kiselina.....1 poen

Ukupno: 4 poena

15. Zaokružiti slovo ispred para jedinjenja koji predstavljaju izomere:

- a) 4-etil-2,2,7-trimetiloktan i 4,5-dietil-3,6-dimetiloktan
- b) mravlja kiselina i metanska kiselina
- c) 4-etil-3,3,7-trimetiloktan i 4,5-dietil-3-metiloktan
- d) 2-pentanon i 3-pentanol
- e) sirćetna kiselina i metil-estar sirćetne kiseline
- f) alanin i fenilalanin.

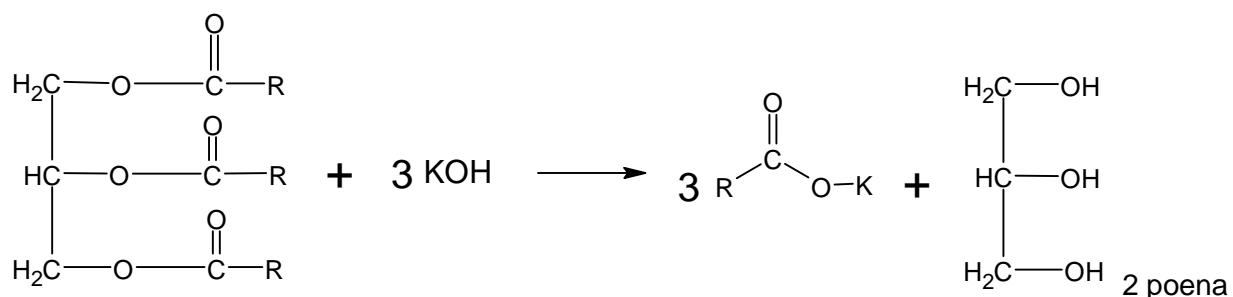
Rješenje:

c)2 poena

Ukupno: **2 poena**

- 16.** Jedan triacil-glicerol je dobijen esterifikacijom svih hidroksilnih grupa glicerola istom zasićenom višom masnom kiselinom. U reakciji saponifikacije 7,00 g tog triacil-glicerola sa kalijum-hidroksidom dobijeno je 7,66 g sapuna. Napisati racionalnu strukturnu formulu tog triacil-glicerola i hemijsku jednačinu bazne hidrolize.

Rješenje:



$$\text{Mr}(\text{triacilglicerola}) = \text{Mr}(\text{glicerola}) + 3 \cdot \text{Mr}(\text{kiseline}) - 3 \cdot 18 = 92 - 54 + 3 \cdot \text{Mr}(\text{kiselina}) = 38 + 3 \cdot \text{Mr}(\text{kiselina})$$

$$\text{Mr}(\text{sapuna}) = \text{Mr}(\text{kiseline}) + 39 - 1 = \text{Mr}(\text{kiseline}) + 38$$

$$n(\text{triacilglicerola}) : n(\text{sapuna}) = 1 : 3 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$n(\text{sapuna}) = 3 \cdot n(\text{triacilglicerola})$$

$$\frac{7.66 \text{ g}}{\text{Mr}(\text{kiseline}) + 38} = 3 \cdot \frac{7 \text{ g}}{38 + 3 \cdot \text{Mr}(\text{kiseline})} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ poena}$$

$$7,66 \cdot (38 + 3 \cdot \text{Mr}(\text{kiseline})) = 21 \cdot (\text{Mr}(\text{kiseline}) + 38)$$

$$291,08 + 22,98 \cdot \text{Mr}(\text{kiseline}) = 21 \cdot \text{Mr}(\text{kiseline}) + 798$$

$$(22,98 - 21) \cdot \text{Mr}(\text{kiseline}) = 798 - 291,08$$

$$1,98 \cdot \text{Mr}(\text{kiseline}) = 506,92$$

$$\text{Mr}(\text{kiseline}) = 256 \text{ g/mol} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ poena}$$

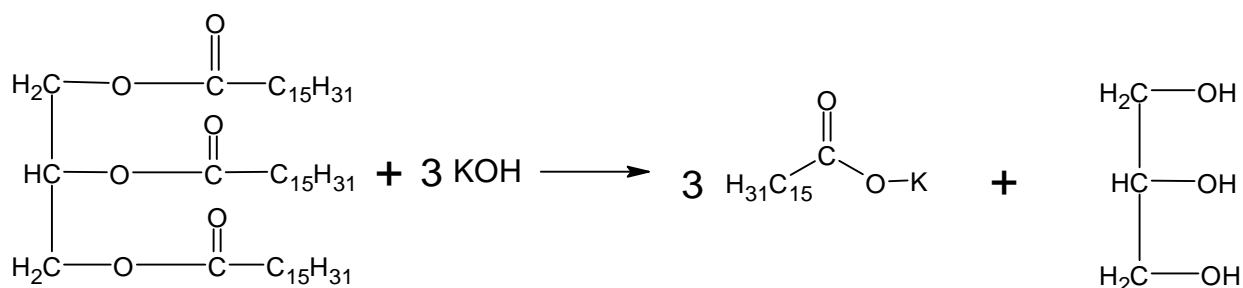
$$\text{Pošto je zasićena kiselina onda je njena opšta formula } \text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$12 \cdot n + 2 \cdot n + 2 \cdot 16 = 256 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ poen}$$

$$14n + 32 = 256$$

$$14n = 224$$

$$n = 16, \text{ u pitanju je palmitinska kiselina.} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ poena}$$



Tačno napisana reakcija 1 poen

Ukupno: **12 poena**

- 17.** Zagrijavanjem bjelanca jajeta u prisustvu čvrstog natrijum-hidroksida izdvaja se određeni gas. O kom gasu je riječ i šta se ovim ogledom dokazuje? Da li vodeni rastvor tog gasa mijenja boju crvenom lakmus papiru?

Rješenje:

Izdvaja se gas amonijak, i time se dokazuje prisustvo azota u organskim jedinjenjima..... 1 poen

Da. Boja se mijenja u plavu..... 1 poen

Ukupno: **2 poena**

- 18.** Švedski hemičar i pronalazač Alfred Nobel dio svog života je posvetio istraživanju eksploziva, naročito bezbjednoj proizvodnji nitroglicerina. 1864. godine u porodičnoj fabrici dogodila se velika eksplozija u kojoj je poginuo Alfredov brat Emil i četvorica radnika. Nitroglicerina, gusta uljasta tečnost molekulske formule $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$ se pri eksploziji raspada na azot, kiseonik, ugljenik(IV)-oksid i vodu.

- Napisati strukturnu formulu nitroglicerina.
- Jednačinom hemijske reakcije predstaviti eksploziju nitroglicerina.
- Koliko mol ugljenik(IV)-oksida se oslobodi pri eksploziji 20 mol nitroglicerina?

Rješenje:



b) $4\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3 \rightarrow 6\text{N}_2 + \text{O}_2 + 12\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$2 poena

c) $n(\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3) : n(\text{CO}_2) = 1 : 3$

$$n(\text{CO}_2) = 3 \cdot n(\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3)$$

$$n(\text{CO}_2) = 3 \cdot 20 \text{ mol} = 60 \text{ mol} \dots\dots\dots 2 \text{ poena}$$

Ukupno: **6 poena**

19. U erlenmajeru se nalaze med, topla voda i komadić svježeg kvasca. Na otvor erlenmajera je navučen gumeni dječiji balon. Erlenmajer je postavljen u čašu sa toplom vodom i nakon nekoliko minuta se pojavila pjena, a dječiji balon se naduvao.

- a) Kako se naziva reakcija koja se dogodila u erlenmajeru?
- b) Koja je uloga kvasca u ovoj reakciji?
- c) Kako se zove reagens koji je naduvao balon koji se nalazio na erlenmajeru?
- d) Kako se zove funkcionalna grupa koja je odgovorna za dobro miješanje alkohola sa vodom?

Rješenje:

- a) Alkoholno vrenje, fermentacija.....1 poen
- b) Kvasac sadrži enzime potrebne za razgradnju šećera iz meda..... 1 poen
- c) Ugljenik(IV)-oksid1 poen
- d) Hidroksilna 1 poen

Ukupno: **4 poena**