

1. А) Маса капи износи $m = \rho V = 4r^3\pi\rho/3 = 4,364 \cdot 10^{-16} \text{ kg}$. Да би кап мировала, треба да буде испуњен услов $F_g = F_e$, тј. $mg = qE$, тј. $mg = qU/d$. Одавде следи да је $q = mgd/U$. Вредности q израчунате по овој формули за капи 1-4 су дате у табели:

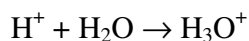
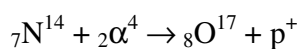
	U (V)*	q (C)		U (V)	q (C)
Кап 1	66,90	$3,2 \cdot 10^{-19}$	Кап 3	26,76	$8,0 \cdot 10^{-19}$
Кап 2	14,87	$14,4 \cdot 10^{-19}$	Кап 4	44,60	$4,8 \cdot 10^{-19}$

Наелектрисања капи q_1 - q_4 се међусобно односе као 2 : 9 : 5 : 3 те се може претпоставити да је кап 1 двоструко наелектрисана, кап 2 деветоструко итд. Отуд следи да је МН (елементарно наелектрисање) $= q_1/2 = q_2/9 = q_3/5 = q_4/3 = 1,6 \cdot 10^{-19}$.

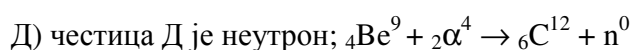
Б) Честица А је негативно наелектрисана (скреће ка позитивној електроди; настаје на катоди) и носи елементарно наелектрисање, те значи да је то електрон.

В) Однос масе и наелектрисања за електрон је $1,76 \cdot 10^8 \text{ Cg}^{-1}$, наелектрисање је $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Следи да је маса $m = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} / 1,76 \cdot 10^8 \text{ Cg}^{-1} = 9,1 \cdot 10^{-28} \text{ g}$. Алтернативно решење: $9,1 \cdot 10^{-20} \text{ C} / 1,76 \cdot 10^8 \text{ Cg}^{-1} = 5,2 \cdot 10^{-28} \text{ g}$

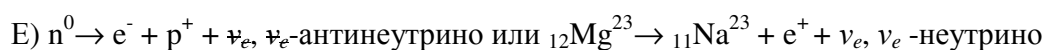
Г) Честица Б је протон. Њему одговара траг 2 на слици 3. Траг 3 одговара другом производу нуклеарне реакције (Ц). Траг 1 одговара α -честици.



Постојање 4 трага која су везана за место судара би могло да значи да α -честица није учествовала у реакцији, већ је само сударом са језгром азота индуковала његов распад. Тако, α -честица би била „видљива“ и након распада, само би имала другачији правац кретања.



Ђ) $E = mc^2$, $m = E/c^2$; $E = 939,565 \text{ MeV} = 939,565 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,503 \cdot 10^{-10} \text{ J}$; $m = E/c^2 = 1,503 \cdot 10^{-10} / (3 \cdot 10^8)^2 = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}$.



Ж) Из једначине која повезује време полураспада са бројем честица ($\ln N = \ln N_0 - (t/t_{1/2})\ln 2$) се лако добија да је $\Delta t = t_1 - t_2 = (t_{1/2} \cdot \ln(N_{01}/N_{02}))/\ln 2$. Знајући да је $t_{1/2}$ за неутрон 10,3 минута, тј. 0,17 сати, добија се да је $\Delta t = 0,25 \ln(N_{01}/N_{02})$ сати.

2. а) 0,70

б) 1,00

в) 0,88

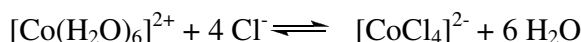
- г) 2,52
- д) 6,62
- ђ) 2,15
- е) 3,70

3. I. NaHSO₄

2. $K_d = 8,5 \times 10^{-17} \text{ mol}^4 \text{ dm}^{-12}$

3. $[\text{Ca}^{2+}] = 2,84 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$
 $[\text{OH}^-] = 4,68 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$
 $[\text{SO}_4^{2-}] = 5,05 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

4. 1) Неопходно је изразити константу у којој фигуришу само $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, Cl^- и $[\text{CoCl}_4]^{2-}$, а то је константа равнотеже која се добија сабирањем све четири равнотежне реакције, што је у ствари бруто константа стабилности $[\text{CoCl}_4]^{2-}$.



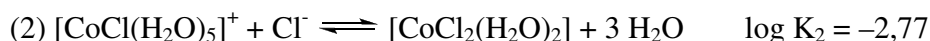
Она се може добити као:

$$K_1 K_2 K_3 K_4 = \frac{[\text{CoCl}_4^{2-}]}{[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}][\text{Cl}^-]^4} = 10^{-0,77} \cdot 10^{-2,77} \cdot 10^{-2,51} \cdot 10^{-2,06} = 7,76 \cdot 10^{-9}$$

Даље следи:

$$[\text{CoCl}_4^{2-}] = 7,76 \cdot 10^{-9} \cdot [\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}][\text{Cl}^-]^4 = \boxed{7,69 \cdot 10^{-8} \text{ M}}$$

2) Ако боја хлоридо-комплекса кобалта(II) зависи од геометрије комплексних јона, комплекси са шест лиганда ($[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ и $[\text{CoCl}(\text{H}_2\text{O})_5]^+$) ће очигледно бити ружичасти, док ће комплекси са четири лиганда ($[\text{CoCl}_2(\text{H}_2\text{O})_2]$, $[\text{CoCl}_3(\text{H}_2\text{O})]^-$ и $[\text{CoCl}_4]^{2-}$) бити плави (по VSEPR моделу, геометрија зависи од броја регија повећане електронске густине, у овом случају лиганда). Равнотежа у којој се налазе ружичасти и плави комплекс је:



3) Може се написати Вант Хофова једначина за оба стања у експерименту:

$$\ln K_1 = -\frac{\Delta_r H^\circ}{RT_1} + c_1, \ln K_2 = -\frac{\Delta_r H^\circ}{RT_2} + c_1$$

С обзиром да је вредност константе c_I непозната, она се може елиминисати одузимањем ових једначина. Када се од прве једначине одузме друга, добија се:

$$\ln K_1 - \ln K_2 = \ln \frac{K_1}{K_2} = -\frac{\Delta_r H^\circ}{RT_1} + \frac{\Delta_r H^\circ}{RT_2} = -\frac{\Delta_r H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

односно изражено по $\Delta_r H^\circ$:

$$\Delta_r H^\circ = \frac{-R \ln \frac{K_1}{K_2}}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}$$

Имајући у виду апроксимацију константе равнотеже, убацивањем одговарајућих вредности добија се:

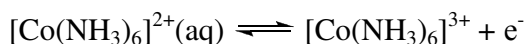
$$\Delta_r H^\circ = \frac{-8,314 \text{ J K mol}^{-1} \ln \frac{c_2 \cdot 0,219 \text{ M}}{c_2 \cdot 0,194 \text{ M}}}{\frac{1}{(50,2 + 273,15) \text{ K}} - \frac{1}{(38,2 + 273,15) \text{ K}}} = +8590 \text{ J mol}^{-1} = \boxed{+8,59 \text{ kJ mol}^{-1}}$$

(Koga, N.; Kimizu T.; Sakamoto, M.; Furukawa, Y. *Temperature Effect on Cobalt(II)-Chloride Complex Equilibrium in Aqueous Solution*, Chem. Educator, **2009**, 14)

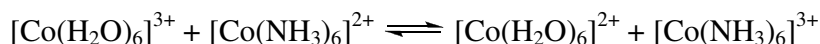
4) Како оба комплекса слично апсорбују светлост на 513 nm и како је апсорбанција адитивна величина, она ће на овој таласној дужини биће једнака збиру апсорбанција које би засебно показала ова два комплекса:

$$\begin{aligned} A_{513 \text{ nm}} &= A_{513 \text{ nm, n}} + A_{513 \text{ nm, p}} = \epsilon_{513 \text{ nm, n}} c_n l + \epsilon_{513 \text{ nm, p}} c_p l = \\ &= (5,09 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1} \cdot 0,034 \text{ M} + 4,97 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1} \cdot 0,041 \text{ M}) \cdot 1,05 \text{ cm} = \boxed{0,40} \end{aligned}$$

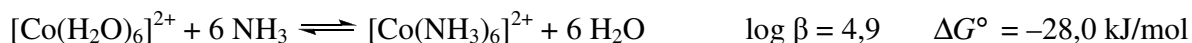
5) Оксидациона полуреакција



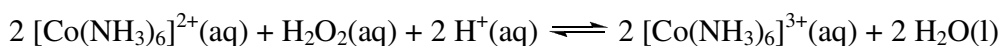
може се добити одузимањем равнотеже бруто константе стабилности $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ од равнотеже бруто константе стабилности $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$, при чему се добија:



и затим одузимањем редукционе полуреакције за хексааква-комплекс. Ова полуреакција заједно са редукционом полуреакцијом водоник-пероксида даје тражену реакцију. Неопходно је помоћу релација $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ и $\Delta G^\circ = -nFE^\circ$ израчунати ΔG° за све реакције/полуреакције, јер је ΔG° адитивна величина (пошто је функција стања). Том приликом се добија:



па је за:



$\Delta G^\circ = (2 \cdot 12,0 - 343) \text{ kJ/mol} = -319 \text{ kJ/mol}$. Ово одговара електродном потенцијалу од

$$E^\circ = \frac{\Delta G^\circ}{-nF} = \boxed{+1,65 \text{ V}}.$$

6) Један од облика Нернстове једначине је:

$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q = E^\circ - \frac{59,2 \text{ mV}}{n} \log Q$$

где је Q у овом случају:

$$Q = \frac{[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}]^2}{[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}]^2 [\text{H}_2\text{O}_2] [\text{H}^+]^2} = \frac{(0,999c_0)^2}{(0,001c_0)^2 \cdot 0,050 \cdot (3,16 \cdot 10^{-5})^2} = 2,00 \cdot 10^{16}$$

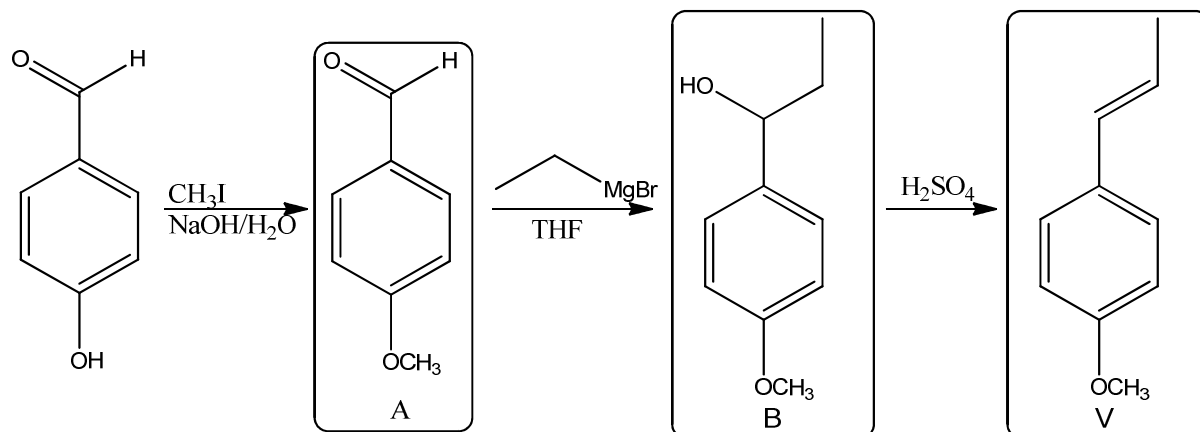
Електромоторна сила је онда:

$$E = +1,65 \text{ V} - \frac{5,92 \cdot 10^{-2} \text{ V}}{2} \log 2,00 \cdot 10^{16} = \boxed{+1,17 \text{ V}}$$

У случају да је искоришћен податак од $E^\circ = +0,98 \text{ V}$ за стандардни редокс потенцијал, аналогно се добија $+0,50 \text{ V}$.

5. 1) Први корак је Вилијамсонова синтеза: натријум-хидроксид ствара феноксид *p*-хидроксibenзалдехида *in situ*, након чега следи S_N2 реакција која даје *p*-метоксибензалдехид, Следећи корак је Грињарева синтеза којом се добија одговарајући

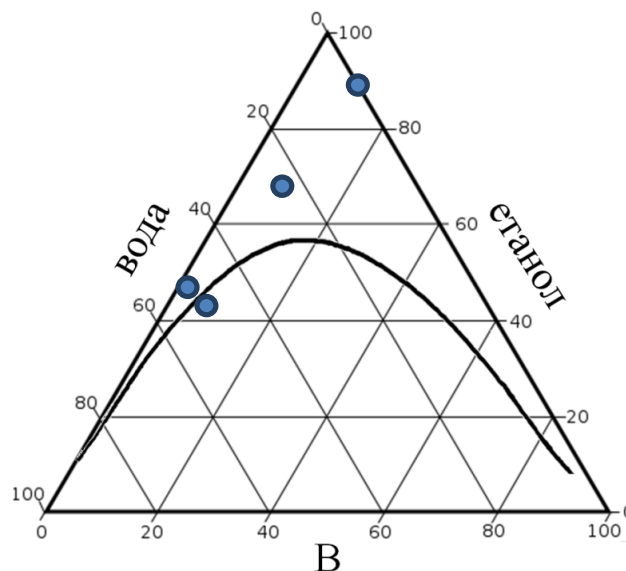
алкохол. У киселој средини лако долази до елиминације воде и добија се стабилнији *trans* алкен, *trans*-1-метокси-4-(1-пропенил)бензен, познатији као анетол.



2) Како је једињење В нерастворно у води, а очигледно растворно у етанолу (а такође и вода у етанолу и обратно), горњи део фазног дијаграма одговара раствору, а доњи системима у којима је микроемулзија присутна. Неопходно је на основу запремина прерачунати одговарајуће количине а затим и количинске уделе и очитати са графика којој регији фазног дијаграма припада тачка која описује тај састав. Уколико ученик користи формулу анетолa ($C_{10}H_{12}O$, $M = 148,2 \text{ g/mol}$), састави смеша дестилерије су следећи:

смеша	етанол	вода	В	емулзија
смеша за обогаћивање ароме	1,46 mol 88,0%	0 mol 0%	0,20 mol 12,0%	НЕ
интермедијерна смеша 1: претходни ток дестилације помешан са разблаженим алкохолом	2,62 mol 42,3%	3,33 mol 53,8%	0,24 mol 3,9%	НЕ
интермедијерна смеша 2: главни ток дестилације након прве дестилације и „вештачке“ ароматизације	192 mol 67,3%	70,0 mol 24,5%	23,5 mol 8,2%	НЕ
интермедијерна смеша 3: претпоследња смеша	159 mol 42,1%	192 mol 50,9%	26,4 mol 7,0%	ДА

Положај ових састава на фазном дијаграму је отприлике следећи:

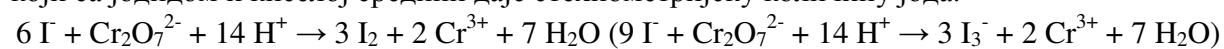


Сличне тачке добијају се и за алтернативну формулу $C_8H_{10}O_2$ ($M = 138,2 \text{ g/mol}$).

смеша	етанол	вода	В	емулзија
смеша за обогаћивање ароме	1,46 mol 87,2%	0 mol 0%	0,21 mol 12,8%	НЕ
интермедијерна меша 1: претходни ток дестилације помешан са разблаженим алкохолом	2,62 mol 42,2%	3,33 mol 53,7%	0,25 mol 4,1%	НЕ
интермедијерна меша 2: главни ток дестилације након прве дестилације и „вештачке“ ароматизације	192 mol 66,9%	70,0 mol 24,4%	25,2 mol 8,8%	НЕ
интермедијерна меша 3: претпоследња меша	159 mol 41,8%	192 mol 50,8%	28,3 mol 7,4%	ДА

(Sitnikova, Natalia L.; Rudolf Sprik, Gerard Wegdam and Erika Eiser (2005) “Spontaneously Formed trans-Anethol/Water/Alcohol Emulsions: Mechanism of Formation and Stability” *Langmuir* **21** (16): 7083–7089.)

3) Пошто јод није примарни стандард, користи се стандардни раствор калијум дихромата који са јодидом и киселој средини даје стехиометријску количину јода:



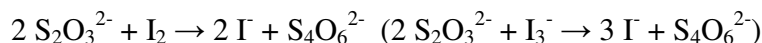
Количина дихромата у аликвоту од $8,00 \text{ cm}^3$ је:

$$n(Cr_2O_7^{2-}) = n(K_2Cr_2O_7) \frac{8,00 \text{ cm}^3}{50,00 \text{ cm}^3} = \frac{0,1177 \text{ g}}{294,2 \text{ g/mol}} \frac{8,00 \text{ cm}^3}{50,00 \text{ cm}^3} = 6,401 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

У сваком аликвоту било је

$$n(I_2) = 3n(Cr_2O_7^{2-}) = 3 \cdot 6,401 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 3 \cdot 0,050 \text{ M} \cdot 8,00 \text{ cm}^3 = 1,920 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

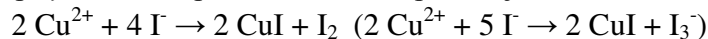
Јод и тиосулфат реагују према једначини:



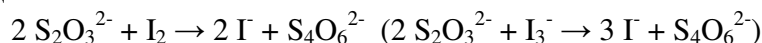
Концентрација стандардног раствора тиосульфата је:

$$c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \frac{n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}{V(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})} = \frac{2n(\text{I}_2)}{V(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})} = \frac{2 \cdot 1,920 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{7,03 \text{ cm}^3} = \boxed{0,0546 \text{ M}}$$

4) Јодометријско одређивање бакра заснива се на реакцији:



Настали јод се титрује стандардним раствором тиосульфата у киселој средини уз скроб као индикатор по једначини:



Након обраде талога и подешавања киселости, сав бакар из пића је присутан у облику Cu^{2+} јона. Количина бакра која одговара аликвоту од $10,00 \text{ cm}^3$ раствора је:

$$n_{\text{ал}}(\text{Cu}^{2+}) = \frac{1}{2} n(\text{I}_2) = n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) \cdot V(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 14,89 \text{ cm}^3 \cdot 0,0546 \text{ M} = 8,13 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

У целом узорку, тј. у 250 cm^3 је следећа маса бакра:

$$m(\text{Cu}^{2+}) = \frac{250,00 \text{ cm}^3}{10,00 \text{ cm}^3} \cdot 8,13 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 63,55 \text{ g/mol} = 1,29 \text{ g}$$

Масена концентрација бакра у пићу је:

$$\gamma(\text{Cu}^{2+}) = \frac{m(\text{Cu}^{2+})}{V_{\text{апсинт}}} = \frac{1,29 \text{ g}}{2,05 \text{ L}} = \boxed{629 \text{ mg/L}}$$

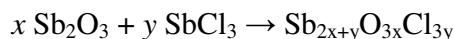
Уколико се искористи алтернативна концентрација бакра од $0,0500 \text{ M}$, тада је тачан одговор $\gamma(\text{Cu}^{2+}) = \boxed{577 \text{ mg/L}}$.

4)

Сачинимо резиме датих података:

једињење	% антимона	реакције
Г	70,30%	$\text{SbCl}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O (мање)}} \text{Г}$
Д	76,34%	$\text{SbCl}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O (вишак)}} \text{Д}$ $\text{Е} + \text{SbCl}_3 \rightarrow \text{Д}$ $\text{Д} \xrightarrow{\text{Ат}/460^\circ \text{ C}} \text{Ђ} + \text{SbCl}_3$
Ђ	79,78%	$\text{Д} \xrightarrow{\text{Ат}/460^\circ \text{ C}} \text{Ђ} + \text{SbCl}_3$ $\text{Ђ} \xrightarrow{>500^\circ \text{ C}} \text{Е}$
Е	?	$\text{Е} + \text{SbCl}_3 \rightarrow \text{Д}$ $\text{Ђ} \xrightarrow{>500^\circ \text{ C}} \text{Е}$ $\text{SbCl}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \Delta} \text{Е}$ стабилно на врло високој температури у облику димера

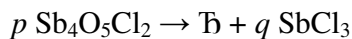
По изузетној термичкој стабилности једињења Е (стабилније од једињења Г, Д и Ђ) може се закључити да је оно оксид који се, попут донекле сличних фосфорових оксида, налази у облику димера. Дакле, $\text{Е} = \text{Sb}_2\text{O}_3$. Једињење Д се затим може лако одредити. Претпоставимо да Sb_2O_3 и SbCl_3 реагују у односу $x : y$:



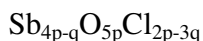
Пошто је познато да је масени удео антимона у овом једињењу 76,3%, следи:

$$0,7634 = \frac{121,76(2x + y)}{121,76(2x + y) + 3x \cdot 16 + 3y \cdot 35,45}$$

Сређивањем добија се $2,5y = x$. Како нас занима емпиријска формула, убацивањем $x = 5$, $y = 2$ у формулу једињења добија се $\text{Sb}_{12}\text{O}_{15}\text{Cl}_6$, тј. $\text{Sb}_4\text{O}_5\text{Cl}_2$. Дакле, $\underline{\text{Д} = \text{Sb}_4\text{O}_5\text{Cl}_2}$. Пошто се Д у атмосфери аргона распада на ново једињење Ћ и SbCl_3 , а како је оксидациони број антимона у свим једињењима +3 и имајући у виду да су Ћ и Е различита једињења, једињење Ћ такође мора садржати антимон, кисеоник и хлор. Како је стехиометрија распада непозната, претпоставимо да се p молекула Д распада дајући q молекула SbCl_3 :



Пошто нас занима само емпиријска формула Ћ, састав Ћ можемо изразити као



Знајући да је масени удео антимона у Ћ 79,8%, следи:

$$0,798 = \frac{121,76(4p - q)}{121,76(4p - q) + 5p \cdot 16 + (2p - 3q) \cdot 35,45}$$

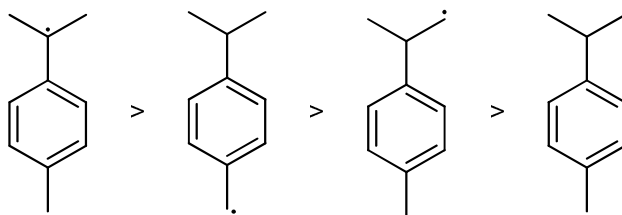
Сређивањем добија се $p = 2,75q$. Поново, убацивањем $p = 11$, $q = 4$ у формулу једињења добија се $\text{Sb}_{40}\text{O}_{55}\text{Cl}_{10}$, тј. $\text{Sb}_8\text{O}_{11}\text{Cl}_2$. Дакле, $\underline{\text{Ћ} = \text{Sb}_8\text{O}_{11}\text{Cl}_2}$. Остаје само утврдити једињење Г. По блиском процентном садржају једињења Г, Д, и Ћ може се претпоставити да имају сличан састав, тј. да и једињење Г чине антимон, кисеоник и хлор. Такође, како су Д и Ћ полимерна једињења, Г би могао бити мономер или нижи полимер. Претпоставимо да једињење Г има један антимонов атом. У том случају, моларна маса једињења је $121,76/0,7030 = 173,2 \text{ g/mol}$. Моларна маса која припада кисеонику и хлору је онда $173,2 - 121,76 = 51,44 \approx 16 + 35,5$, дакле емпиријска формула мора бити $\underline{\text{Г} = \text{SbOCl}}$. Могло се претпоставити и да једињење Г не садржи хлор и да је облика $\text{Sb}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, али се добија $x = 3,05$, што са присутним бројем значајних цифара није оправдано заокружити на 3, а у супротном се добија још сложенији полимер састава $20\text{Sb}_2\text{O}_3 \cdot 61\text{H}_2\text{O}$, што је нереално.

(Greenwood, N.N.; Earnshaw, A. *Chemistry of the Elements*, 2nd ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 1998., pp. 571

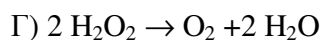
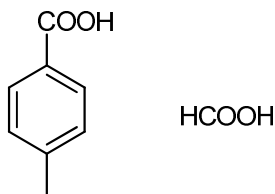
Wilkie, C.A.; Mogran, A.B. *Fire Retardancy of Polymeric Materials*, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 2010., pp. 81)

6. А) 14,23% бензена, 24,45% *терц*-бутилбензена, 44,53% бензоеве киселине и 16,79% мравље киселине.

Б)



В)

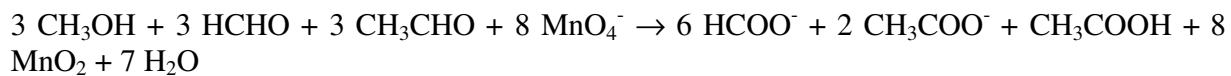
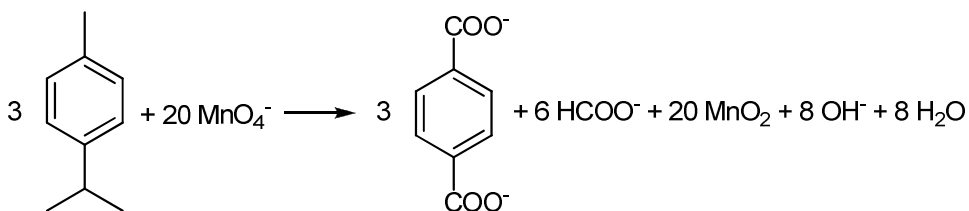


MnO_2 је катализатор у овој реакцији. Иако се не троши, он у њој учествује као и било који други учесник реакције, само што се регенерише на крају реакције (уз промену физичког стања). Тако, он се раствара у раствору водоник-пероксида (скида са зидова суда) и поново ствара као нерастворни талог кога односи струја раствора.

Концентрирана хлороводонична киселина би могла да се користи за прање овако запрљаних судова:



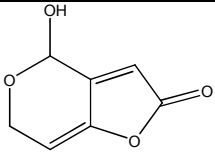
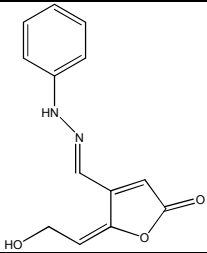
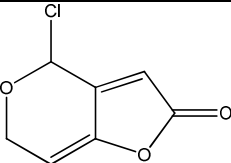
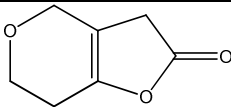
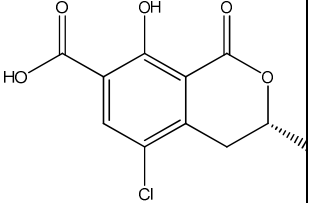
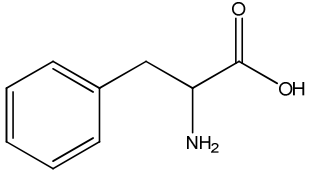
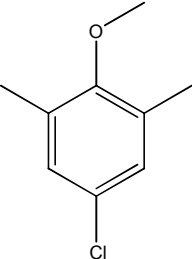
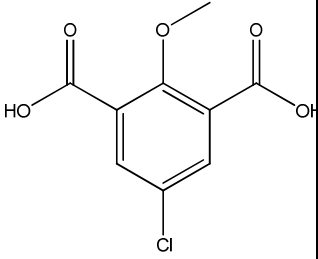
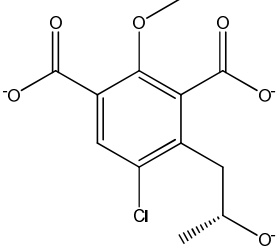
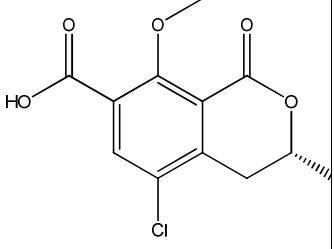
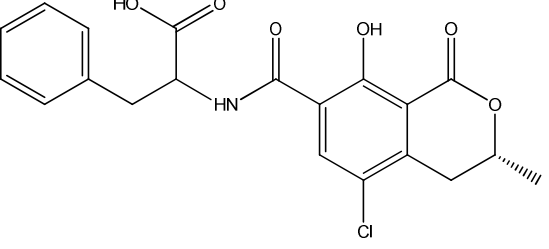
Д)



Ђ) Једињења A_1 - A_3 су толуен (регенерисано након реакције 28,85%), бензалдехид (принос 7,21%) и бензил-алкохол (принос 7,21%). Једињење Б је бензоева киселина (принос 48,79%).

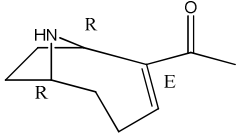
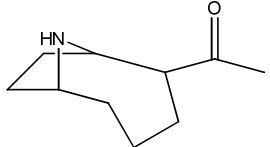
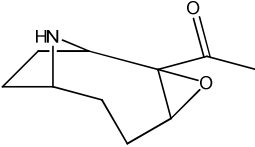
7.

а)			
пагулин	А	Б	В

			
б)			
Г	Д	Ђ	Е
			
Ж	З	Охратоксин-А	
			

в)

два асиметрична угљеникова атома

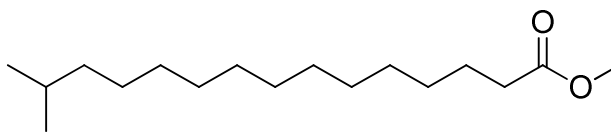
	И	Ј
		

8. (а) Ретенциони индекс једињења **П₁** је 1890, а једињења **П₂** 1925.

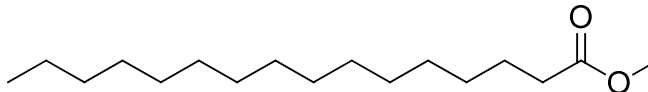
(б) Молекулска формула једињења **П₁** и **П₂** је C₁₇H₃₄O₂.

(в)

Структура једињења **П₁**:



Структура једињења **П₂**:



Протонски спектар приказан на **Слици 4а** одговара једињењу **П₂**, док протонски спектар приказан на **Слици 4б** одговара једињењу **П₁**.

Образложење: Како једињења **П₁** и **П₂** настају као производи базно катализоване реакције трансестерификације триацилглицерола метанолом она представљају метил естре неких карбоксилних киселина. С обзиром да оба једињења имају молекулску формулу $C_{17}H_{34}O_2$ реч је о метил естрима карбоксилних киселина са 16 угљеникових атома. Основна разлика између протонских спектра приказаних на **Сликама 4а** и **4б** је у облику и интегралу сигнала на најмањем хемијском померању који одговарају терминалним метил групама. Док је у спектру приказаном на **Слици 4а** овај сигнал на δ 0,98 ppm триплет од 3 протона, у спектру приказаном на **Слици 4б** одговарајући сигнал је на δ 1,01 ppm и представља дублет од шест протона. Стога у једињењу чији је протонски спектар приказан **Слици 4а** постоји само једна терминална метил група (јер је интеграл сигнала 3) и она је везана за одговарајућу CH_2 групу (јер је сигнал у облику триплета), док у једињењу чији је протонски спектар приказан на **Слици 4б** постоје две еквивалентне терминалне метил групе (јер је интеграл сигнала 6) и оне су везане са одговарајућу CH групу (јер је сигнал у облику дублета). Такође, у протонском спектру приказаном на **Слици 4б** јасно се види сигнал на δ 1,65 ppm који представља хептет од једног протона и одговара управо поменутој CH групи. Поред наведених сигнала у оба спектра постоје сигнали који одговарају естарској метил (OCH_3) групи (синглети од три протона на највећем хемијском померању, око 3,7 ppm), CH_2 групи до карбонилне групе (триплети од два протона на $\delta \approx 2,3$ ppm), CH_2 групи у β положају у односу на карбонилну групу (квинтети од два протона протона на $\delta \approx 1,7$ ppm) и преосталим CH_2 групама (мултиплети од 20 ($10 \times CH_2$, **Слика 4б**) и 24 ($12 \times CH_2$, **Слици 4а**) протона). Све ове чињенице наводе на закључак да протонски спектар приказан на **Слици 4а** одговара метил естру карбоксилне киселине нормалног низа са 16 угљеникових атома тј. метил-хексадеканату, док спектар на **Слици 4б** одговара метил естру рачвасте (*iso*) карбоксилне киселине са 16 угљеникових атома тј. метил-14-метилпентадеканату.

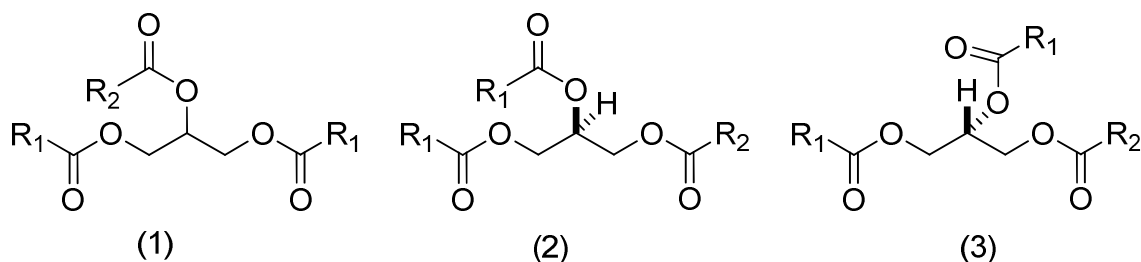
(*з*) Једињења **П₁** и **П₂** представљају конституционе изомере. Једињење **П₁** као рачвасте изомер има мању температуру кључања од линеарног изомера **П₂**, а самим тим и мање ретенционо време јер када се гаснохроматографска анализа врши на колони чија стационарна фаза једнако интерагује са свим испитиваним једињењима, што је и овде случај, редослед елуирања једињења са колоне, односно њихова ретенциона времена, зависе искључиво од њихових температура кључања.

(*д*) Једињење **П₂** гради инклузиони комплекс са карбамидом.

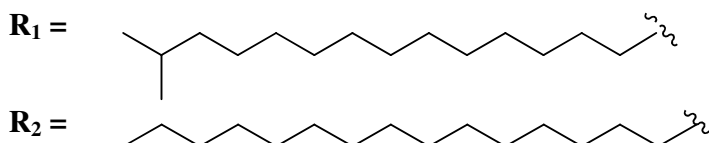
Образложење: Како молекули карбамида образују зидове цилиндричног канала пречника од око 0,5 nm у ове канале могу да се сместе само "молекули-гости" одговарајућих димензија тј. молекули чији радијус не прелази пречник канала. Једињење **П₁** као рачвасте

изомер има значајно већи радијус од линеарног изомера **П₂**, и за разлику од њега не може да се смести у поменути цилиндрични канал који граде молекули карбамида.

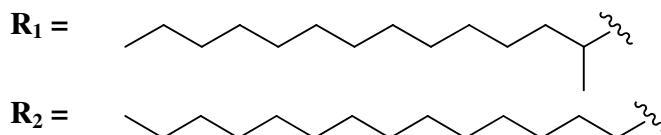
(*h*) Како је однос повшина испод сигнала (који одговарају једињењима **П₁** и **П₂**) у гасном хроматограму приказаном на **Слици 1** - $A_1 : A_2 = 655924868 : 327962434 = 2 : 1$, то значи да у састав триацилглицерола **A** улазе два остатка рачвасте и један остатак киселине нормалног низа. Стога постоје три могуће структуре триацилглицерола **A**. Како су код структура (2) и (3) за С атом у положају 2 триацилглицерола везана четири различита супституента овај С атом је хиралан, па постоје два различита просторна распореда ових супституената, односно једињења (2) и (3) су енантиомери.



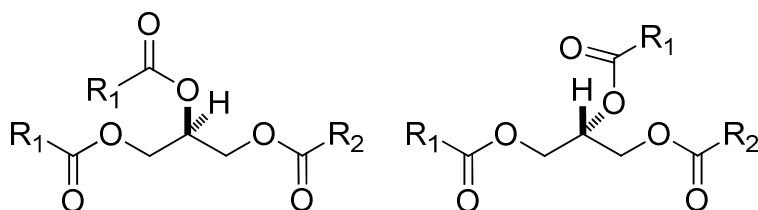
где је:



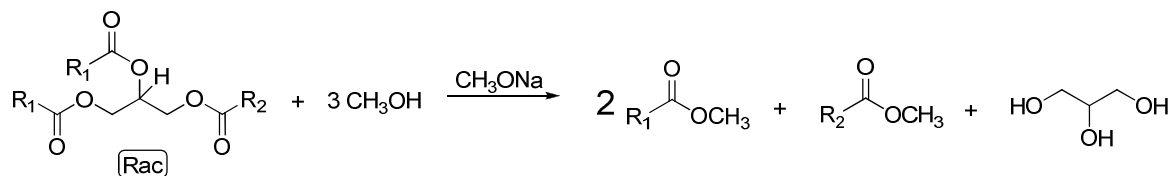
*Односно, за случај да нису одређене структуре једињења **П₁** и **П₂** на основу протонских спектра:



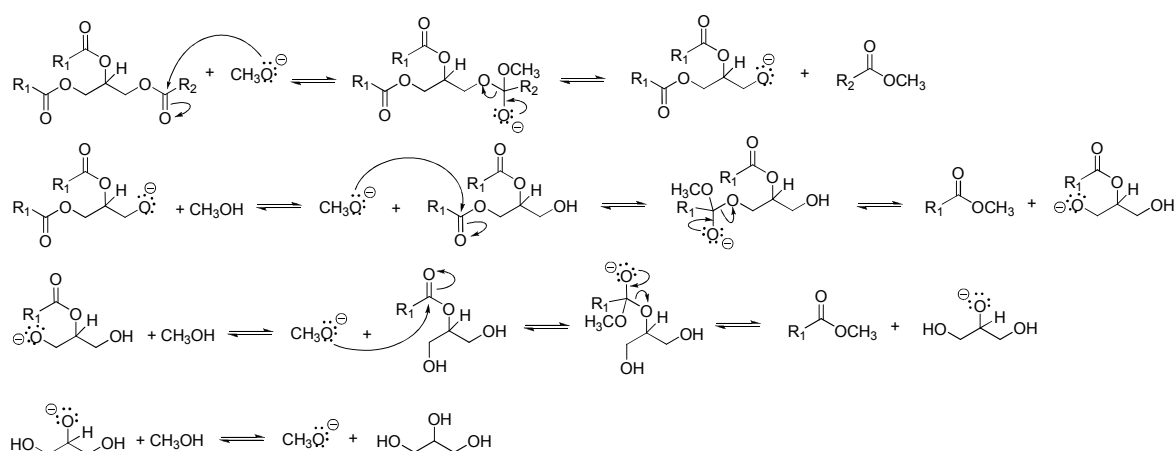
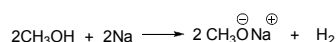
(*e*) Након трансестерификације триацилглицерола **A** катализоване липазом добијене су једнаке количине метил естара **П₁** и **П₂**, па се стога по један остатак рачвасте и линеарне киселине налазе везане за терминалне (1 и 3) положаје молекула глицерола, док је у унутрашњем положају 2 везан још један остатак рачвасте киселине. Праве структуре триацилглицерола **A** су:



(ж) Једначина базно-катализоване реакције трансестерификације триацилглицерола **A** је:

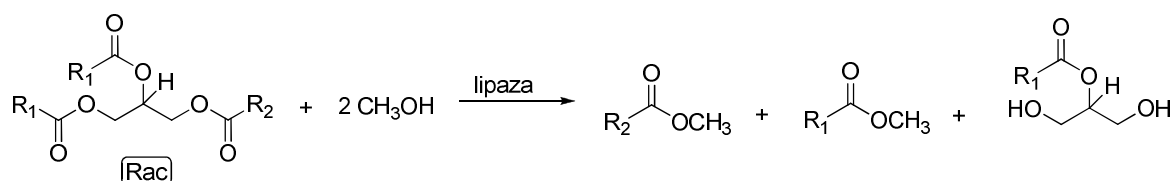


Механизам базно-катализоване трансестерификације триацилглицерола **A** је:



* У првом ступњу подједнако је вероватан напад метоксида на карбонилне групе везане у положајима 1 и 3. Такође је могуће да дође до преуређења делимично деацилованог триацилглицерола на стадијуму алкоксида.

(з) Једначина реакције трансестерификације триацилглицерола **A** катализована липазом је:

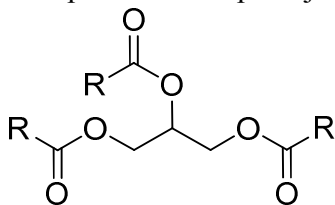


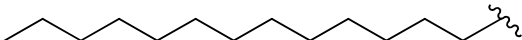
(и) Процентуални састав узорка **B** је: 89,5% триацилглицерола **A** и 10,5% нечистоће **X**.

*За случај да нису одређене структуре једињења **П₁** и **П₂** на основу протонских спектра, већ је узето да је једињење **П₁** метил-2-метилтетрадеканоат, а једињење **П₂** метил-пентадеканоат, процентуални састав узорка **B** је: 94,5% триацилглицерола **A** и 5,5% нечистоће **X**.

(ј) Једињење **П₃** има за тачно 200 јединица мањи индекс од једињења **П₂**, тј. метил-хексадеканоата, што значи да ово једињење има два угљеникова атома мање у односу на

метил-хексадеканат, односно да његова структура одговара метил-тетрадеканату. Како базно-катализованом трансестерификацијом триацилглицерола **Ц** настаје само метилтетрадеканат, структура овог триацилглицерола је следећа:



где је: **R=** 

*За случај да нису одређене структуре једињења **П₁** и **П₂** на основу протонских спектра, дато је да је за једињење **П₂**, тј. метил-пентадеканат, ретенциони индекс 1825. Како једињење **П₃** има за 100 јединица мањи индекс од метил-пентадеканата има и један угљеников атом мање, па његова структура опет одговара метил-тетрадеканату, а структура триацилглицерола **Ц** је иста као и на горњој слици.