

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	1	H 1 1,00795 водород	Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева						He 2 4,002602 гелий
II	2	Li 3 6,9412 литий	Be 4 9,01218 берилий	B 5 10,812 бор	C 6 12,0108 углерод	N 7 14,0067 азот	O 8 15,9994 кислород	F 9 18,99840 фтор	Ne 10 20,179 неон
III	3	Na 11 22,98977 натрий	Mg 12 24,305 магний	Al 13 26,98154 алюминий	Si 14 28,086 кремний	P 15 30,97376 фосфор	S 16 32,06 сера	Cl 17 35,453 хлор	Ar 18 39,948 аргон
IV	4	K 19 39,0983 калий	Ca 20 40,08 кальций	Sc 21 44,9559 скандий	Ti 22 47,90 титан	V 23 50,9415 ванадий	Cr 24 51,996 хром	Mn 25 54,9380 марганец	Fe 26 55,847 железо
	5	Cu 29 63,546 медь	Zn 30 65,38 цинк	Ga 31 69,72 галлий	Ge 32 72,59 германий	As 33 74,9216 мышьяк	Se 34 78,96 селен	Br 35 79,904 бром	Kr 36 83,80 криптон
V	6	Rb 37 85,4678 рубидий	Sr 38 87,62 стронций	Y 39 88,9059 иттрий	Zr 40 91,22 цирконий	Nb 41 92,9064 ниобий	Mo 42 95,94 молибден	Tc 43 98,9062 технеций	Ru 44 101,07 рутений
	7	Ag 47 107,868 серебро	Cd 48 112,41 кадмий	In 49 114,82 индий	Sn 50 118,69 олово	Sb 51 121,75 сурьма	Te 52 127,60 теллур	I 53 126,9045 iod	Xe 54 131,30 ксенон
VI	8	Cs 55 132,9054 цезий	Ba 56 137,33 барий	La 57 138,9 лантан x	Hf 72 178,49 гафний	Ta 73 180,9479 тантал	W 74 183,85 вольфрам	Re 75 186,207 рений	Os 76 190,2 осмий
	9	Au 79 196,9665 золото	Hg 80 200,59 ртуть	Tl 81 204,37 талий	Pb 82 207,2 свинец	Bi 83 [209] висмут	Po 84 [210] полоний	At 85 [210] астат	Rn 86 [222] радон
VII	10	Fr 87 [223] франций	Ra 88 [226] радий	Ac 89 активний xx	Rf 104 [261] резерфордий	Db 105 [262] дубний	Sg 106 [266] сиборгий	Bh 107 [269] борий	Hs 108 [269] хассий
	11	Rg 111 [272] рентгений	Cn 112 [285] коперниций	113	Fl 114 [289] флеровий	115	Lv 116 [293] ливерморий	117	118

x лантаноиды													
Ce 58 140,1 церий	Pr 59 140,9 празеодим	Nd 60 144,2 неодим	Pm 61 [145] прометий	Sm 62 150,4 самарий	Eu 63 151,9 европий	Gd 64 157,3 гадолиний	Tb 65 158,9 тербий	Dy 66 162,5 диспрозий	Ho 67 164,9 гольмий	Er 68 167,3 эрбий	Tm 69 168,9 тулий	Yb 70 173,0 иттербий	Lu 71 174,9 лютеций
Th 90 232,0 торий	Pa 91 231,0 протактиний	U 92 238,0 уран	Np 93 [237] нептуний	Pu 94 [244] плутоний	Am 95 [243] америций	Cm 96 [247] корий	Bk 97 [247] берклий	Cf 98 [251] калифорний	Es 99 [252] эйнштейн	Fm 100 [257] фермий	Md 101 [258] менделевий	No 102 [259] нобелевий	Lr 103 [262] лоуренсий

Ряд активности металлов / электрический ряд напряжений
 Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Sb Bi Cu Hg Ag Pd Pt Au

активность металлов уменьшается

Растворимость кислот, солей и оснований в воде

Ионы	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Hg ₂ ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺
OH ⁻	P	P	P	P	P	P	M	M	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
F ⁻	P	P	P	P	P	M	H	M	P	H	P	P	M	P	P	M	M	H	M	M
Cl ⁻	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	H	P	P	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	M	P	M	H	P	P	P	P
I ⁻	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	H	P	H	H	P	P	P	P
S ²⁻	P	P	P	P	H	—	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	—	—
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	M	M	M	M	H	M	H	—	H	—	—	M	—	—	—	—
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	M	H	M	P	P	P	P	H	P	P	M	P	P	P	P	P
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	—	H	—	H	H	H	—	—	—	—
SiO ₃ ²⁻	H	—	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
PO ₄ ³⁻	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P

P — растворимое (больше 10 г на 1000 г воды)
 Н — нерастворимое (меньше 0,01 г на 1000 г воды)

M — малорастворимое (от 10 г до 0,01 г на 1000 г воды)
 — вещества разлагаются водой или не существуют

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

9520

258

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТИКА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ 2018–2019

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ХИМИЯ (11 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада

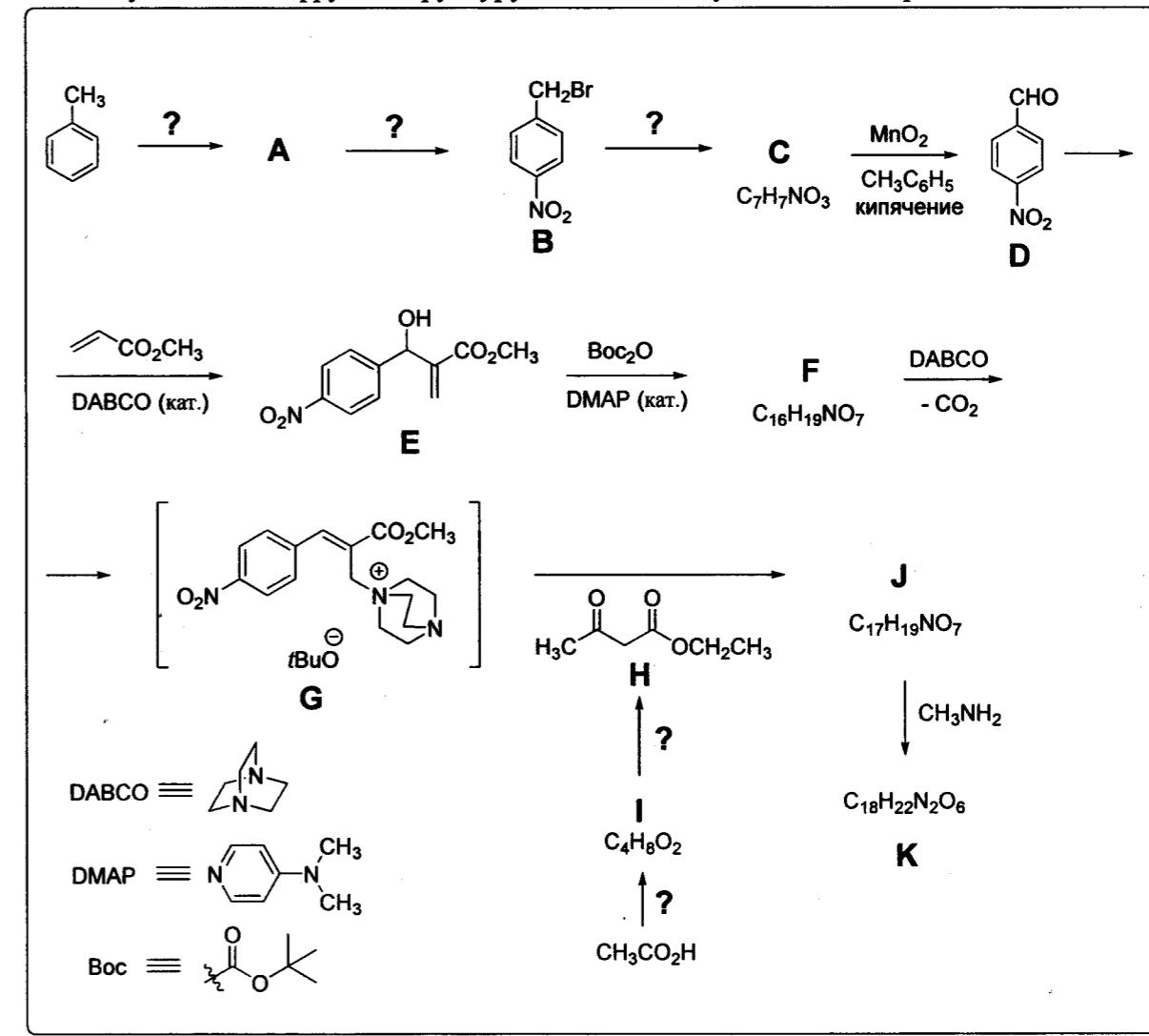
Санкт-Петербург

Дата 23.03.2019

ВАРИАНТ 10

Задача 1

(20 баллов)
 Осуществите цепочку превращений. Предложите двухстадийный способ получения соединения В из толуола. Расшифруйте структуру вещества С и условия его образования из В.



Реакция получения **E** из **D** (реакция Бейлиса-Хиллмана) была открыта в 1967 году японским химиком Морита, а в 1972 детально исследована американцами Бейлисом и Хиллманом. Предложите механизм протекания этой реакции и структуру интермедиата, образующегося при взаимодействии метилакрилата с DABCO.

Расшифруйте структуру **F**.

Предложите условия получения соединения **H** из уксусной кислоты, расшифруйте структуру **I**.

Расшифруйте структуры **J** и **H**.

Какое гетероциклическое соединение **K** получается при реакции **J** с метиламином?

Задача 2. «Катион- не близнец»

(20 баллов)

Доцент Сергей Михайлович очень обиделся на школьников, которые в прошлом году даже не пытались решить задачу «катион-близнец» и поэтому придумал еще одну задачу на определение неизвестного катиона:

Юный химик нашел на полке банку со стертой надписью «... хлорид». Массовая доля хлора в этом соединении составляет 28.1%. Вещество имело солеобразную природу, было гигроскопично и хорошо растворимо в воде, но нерастворимо в неполярных органических растворителях. Водный раствор соединения имел кислую реакцию. Температура плавления вещества составила 102 °C. При добавлении его к раствору дихромата калия раствор окрасился в зеленый цвет и появился запах горького миндаля вследствие образования соединения, в котором массовая доля элемента, открытого К. Шееле и независимо от него Дж. Пристли, составляет 15.1%. При восстановлении исходного хлорида алюмогидридом лития образуются две соли и несмешивающаяся с водой прозрачная жидкость с температурой замерзания -80 °C и температурой кипения 116 °C. Массовая доля углерода в этой жидкости составляет 91.3%. Определите строение соединения, если известно, что катион не содержит атомов металла. Запишите уравнения реакций. Какой процесс происходит при растворении вещества в воде? По какой причине стабилен данный катион? Приведите структурную формулу аниона, стабильного по той же самой причине, что и неизвестный катион?

Задача 3.

(20 баллов)

Для качественного анализа содержащей некоторое количество крезола смеси сложных эфиров **X** и **Y**, образованных одним спиртом и двумя разными одноосновными карбоновыми кислотами, провели следующие эксперименты. Порцию такой смеси массой 36 г обработали 16% раствором гидроксида натрия, на количественное взаимодействие пошло 100 г раствора щелочи. Такую же порцию исходной смеси разделили на две равные части, первую обработали избытком бромной воды и получили 34,5 г осадка, а вторую обработали избытком реактива Толленса, выпавший осадок отфильтровали и высушили, его масса составила 20,35 г. Обработка этого осадка избытком соляной кислоты уменьшает его массу на 11,67%. Установите структуры эфиров **X** и **Y** и напишите уравнения описанных реакций.

Задача 4. «Квантовые точки»

(20 баллов)

Среди многочисленных типов наноматериалов одним из важнейших являются так называемые *квантовые точки* – фрагменты проводника или полупроводника с размером, близким к длине волн электрона. К таким относятся, например, нанокристаллы селенида кадмия. Для их приготовления в инертной атмосфере к водному раствору хлорида кадмия добавляют водный раствор сelenита натрия и раствор органического соединения (например, меркаптоэтанола) для предотвращения агрегации частиц.

Для полученных наночастиц положение максимума поглощения в электронных спектрах зависит от размера частиц. Увеличение диаметра частиц при увеличении температуры синтеза сопровождается следующим сдвигом полосы поглощения:

$t, ^\circ\text{C}$	10	22	30	40	50	60	70
$\lambda, \text{ нм}$	420	421	421	425	433	440	448
$d, \text{ нм}$	2.78	2.78	2.78	2.83	2.90	?	3.03

- 1) Напишите уравнение реакции, лежащей в основе синтеза селенида кадмия;
- 2) Для чего требуется проводить синтез в инертной атмосфере? По возможности проиллюстрируйте ответ уравнением реакции.
- 3) Оцените диаметр наночастиц при 60 °C;
- 4) Как известно, в растворе происходит мономолекулярная адсорбция молекул тиола на поверхности наночастиц. Во сколько раз изменится количество сорбированного тиола при изменении температуры синтеза с 22 °C до 70 °C?
- 5) Вместо меркаптоэтанола может быть использован и додецилтиол. В какой форме он будет присутствовать в растворе?

Задача 5.

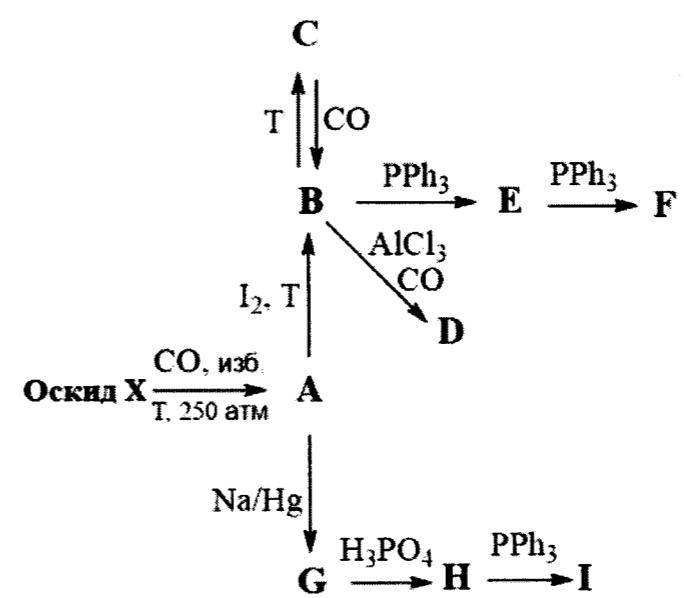
(20 баллов)

На схеме приведены некоторые реакции соединений металла **X** в низких степенях окисления. При взаимодействии оксида **X** ($\omega(\text{X}) = 76,86\%$) с избытком монооксида углерода под давлением 250 атм образуется золотисто-желтое летучее соединение **A** (температура плавления 177 °C, $\omega(\text{X}) = 57,06\%$), плотность паров которого по воздуху равна 12.5.

Окисление **A** эквивалентным количеством молекулярного иода приводит к образованию соединения **B** ($\omega(\text{X}) = 41,06\%$), которое при небольшом нагревании переходит в **C** ($\omega(\text{X}) = 43,76\%$). С превращается в **B** при действии монооксида углерода под давлением. Соединение **B** также реагирует с кислотами и основаниями Льюиса. С трихлоридом алюминия в присутствии CO под давлением образуется соединение **D** ($\omega(\text{X}) = 30,27\%$), а при действии трифенилfosфина на **B** последовательно образуются соединения **E** и **F** ($\omega(\text{X}) = 20,2\%$).

Восстановление **A** амальгамой натрия приводит к соединению **G** ($\omega(\text{X}) = 53,3\%$), которое при действии фосфорной кислоты может быть переведено в соединение **H**. **H** реагирует с трифенилfosфином с образованием **I** ($\omega(\text{X}) = 33,16\%$). Молекулярные массы катиона в соединении **D** и аниона в соединении **G** отличаются на 28 а.е.м.

Идентифицируйте соединения **A–I**, если известно, что вещества **A**, **B**, **E** и **F** являются молекулярными комплексами. Напишите уравнения реакций. Чему равна степень окисления **X** в соединениях **A**, **B**, **G**? Какова структура соединения **A** и кратность связи **X–X** в этом соединении? Ответ аргументируйте. Нарисуйте структуры комплексов **B**, **E** и **F**. Впервые соединение, аналогичное **A**, было получено в 1890 г Людвигом Мондом из оксида другого металла. Приведите уравнение этой реакции.



наиболее
мн. в. образование новых
ионов (ионизация)

22. X_2O_n \rightarrow $\text{X}(\text{O})_n$ \rightarrow X^{+} и O^{2-} ионизация
они могут взаимодействовать
ионами X^{+} и O^{2-} с образованием
ионов $\text{X}(\text{O})_n$

Re_{2}O_7 $\xrightarrow{\text{CO}_2}$ Re_6
 Re_2O_7 $\xrightarrow{\text{N}_2\text{O}_4}$ Re_6
 Re_2O_7 $\xrightarrow{\text{NO}_2}$ Re_6
 Re_2O_7 $\xrightarrow{\text{CO}_2}$ Re_6
 Re_2O_7 $\xrightarrow{\text{I}_2}$ Re_6
 Re_2O_7 $\xrightarrow{\text{I}-\text{CO}}$ Re_6
 Re_2O_7 $\xrightarrow{\text{AlCl}_3}$ Re_6
 Re_2O_7 $\xrightarrow{\text{NO}_2}$ Re_6
 Re_2O_7 $\xrightarrow{\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8}$ Re_6

1) Re_6 - алюминиевый
оксид, состоящий из
алюминиевых атомов
и кислородных групп.

2) Re_6 - алюминиевый
оксид, состоящий из
алюминиевых атомов
и кислородных групп.

3) Re_6 - алюминиевый
оксид, состоящий из
алюминиевых атомов
и кислородных групп.

4) Re_6 - алюминиевый
оксид, состоящий из
алюминиевых атомов
и кислородных групп.

5) Re_6 - алюминиевый
оксид, состоящий из
алюминиевых атомов
и кислородных групп.

6) Re_6 - алюминиевый
оксид, состоящий из
алюминиевых атомов
и кислородных групп.

7) Re_6 - алюминиевый
оксид, состоящий из
алюминиевых атомов
и кислородных групп.

Кристаллизация



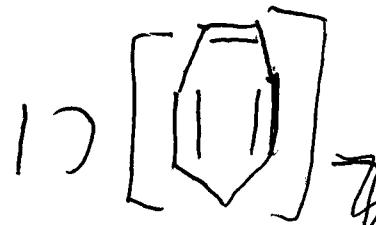
2. Иона-ионная - 3:
1) Алюминиевый
оксидий бериллия, т.к.
имеет кристаллический



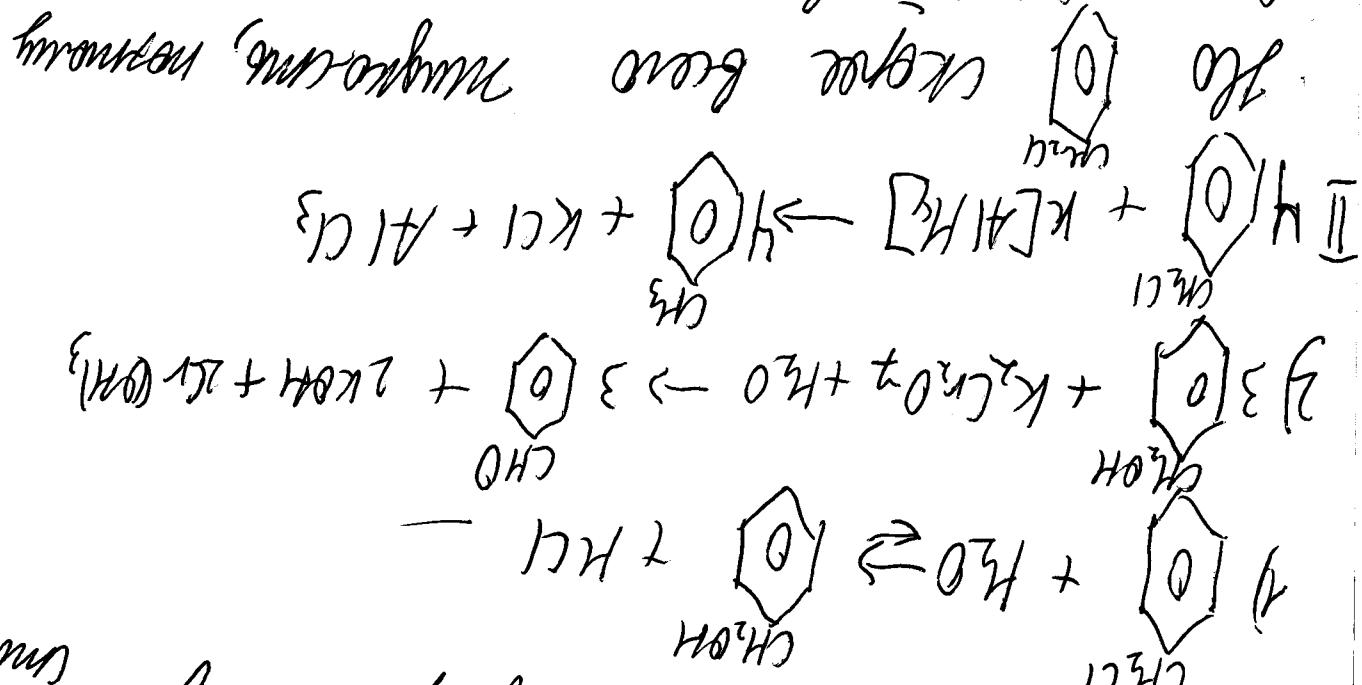
2

8)

when ammonium hydroxide reacts with the



the following reaction occurs:



I (cyclopentadiene) reacts with water to form cyclopentanol (C₅H₁₀O), which is a colorless liquid with a strong, aromatic odor.



15.1% water dehydrogenation: the

gasoline (to eliminate a water molecule)

3) Hydrogenation

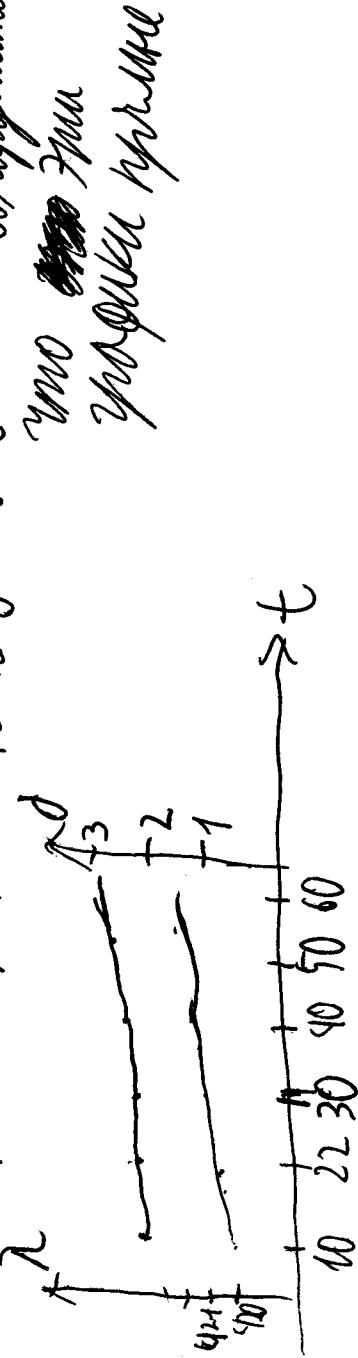
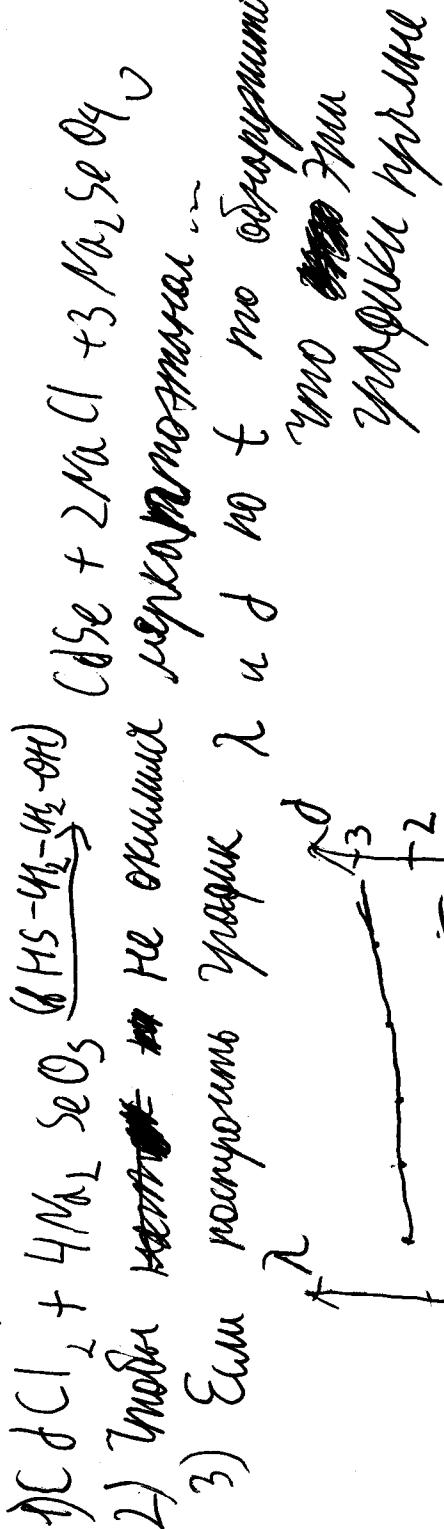
2) Dehydrogenation

1) Reforming

Water removal (from CH_3CN) reaction:

Zn

Ammonium



$$d(60^\circ\text{C}) = \frac{2,9+3,03}{2} = 2,965 \text{ mm} \quad \checkmark$$

4) Дополнительная ~~также~~ ~~и~~ ~~изучение~~ ~~и~~ ~~изучение~~ ~~и~~ ~~изучение~~
изотропной ~~и~~ ~~изучение~~ ~~и~~ ~~изучение~~ ~~и~~ ~~изучение~~ ~~и~~ ~~изучение~~
Дополнительное ~~и~~ ~~изучение~~ ~~и~~ ~~изучение~~ ~~и~~ ~~изучение~~ ~~и~~ ~~изучение~~
изотропной ~~и~~ ~~изучение~~ ~~и~~ ~~изучение~~ ~~и~~ ~~изучение~~ ~~и~~ ~~изучение~~

$$V_{12^\circ\text{C}} = \frac{9}{3} \pi R_{12^\circ\text{C}}^3 \approx 89,95 \text{ mm}^3$$

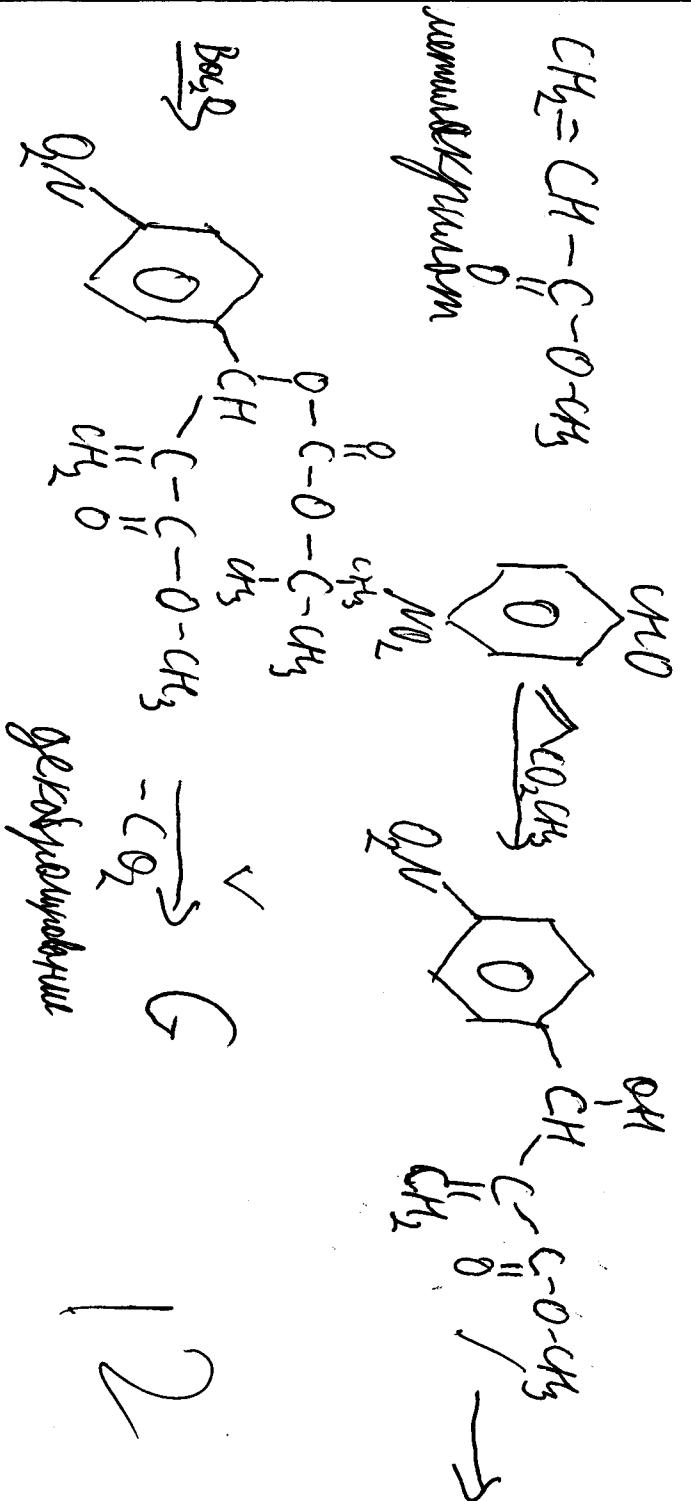
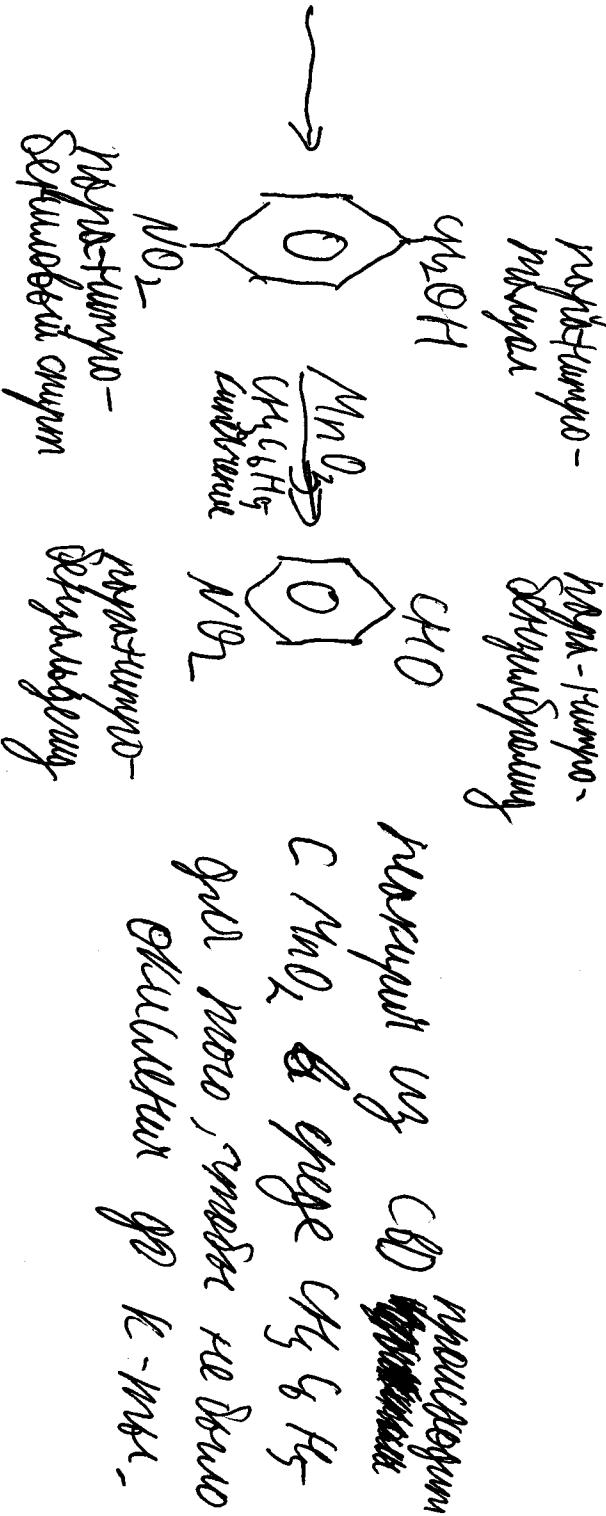
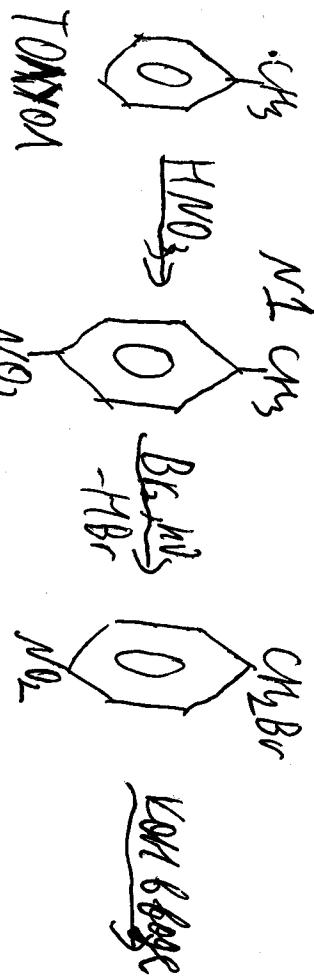
$$V_{20^\circ\text{C}} = 116,1 \text{ mm}^3$$

$$K = \frac{116,1 / 165}{89,95} \approx 7,7$$

$$K = \frac{100 / R_{20^\circ\text{C}}^2}{77,7 R_{70^\circ\text{C}}^2} \approx 7,7$$

200 m^2 — непрерывный \Rightarrow 100 m^2 \Rightarrow 22 $^\circ\text{C}$
77,7 m^2 — конечный \Rightarrow 100 m^2 \Rightarrow 70 $^\circ\text{C}$

$\frac{100 / R_{20^\circ\text{C}}^2}{77,7 / R_{70^\circ\text{C}}^2} \approx 1,09$ Ответ: 1,09 \checkmark
5) б) Изображение



C₆H₅-CO₂H - прекурсор к-на



аммиакам(β-ф-І)

