

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	1 H 1 1,00795 водород	Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева						2 He 2 4,002602 гелий
II	2 Li 3 6,9412 литий	4 Be 5 9,01218 бериллий	5 B 6 10,812 бор	6 C 7 12,0108 углерод	7 N 8 14,0067 азот	8 O 9 15,9994 кислород	9 F 10 18,99840 фтор	10 Ne 11 20,179 неон
III	3 Na 11 22,98977 натрий	12 Mg 12 24,305 магний	13 Al 13 26,98154 алюминий	14 Si 14 28,086 кремний	15 P 15 30,97376 фосфор	16 S 16 32,06 сера	17 Cl 17 35,453 хлор	18 Ar 18 39,948 аргон
IV	4 K 19 39,0983 калий	20 Ca 20 40,08 кальций	21 Sc 21 44,9559 скандий	22 Ti 22 47,90 титан	23 V 23 50,9415 ванадий	24 Cr 24 51,996 хром	25 Mn 25 54,9380 марганец	26 Fe 26 55,847 железо
	5 Cu 29 63,546 медь	30 Zn 30 65,38 цинк	31 Ga 31 69,72 галлий	32 Ge 32 72,59 германий	33 As 33 74,9216 мышьяк	34 Se 34 78,96 селен	35 Br 35 79,904 бром	36 Kr 36 83,80 криптон
V	6 Rb 37 85,4678 рубидий	38 Sr 38 87,62 стронций	39 Y 39 88,9059 иттрий	40 Zr 40 91,22 цирконий	41 Nb 41 92,9064 ниобий	42 Mo 42 95,94 молибден	43 Tc 43 98,9062 технеций	44 Ru 44 101,07 рутений
	7 Ag 47 107,868 серебро	48 Cd 48 112,41 кадмий	49 In 49 114,82 индий	50 Sn 50 118,69 олово	51 Sb 51 121,75 сурьма	52 Te 52 127,60 теллур	53 I 53 126,9045 йод	54 Xe 54 131,30 ксенон
VI	8 Cs 55 132,9054 цезий	56 Ba 56 137,33 барий	57 La 57 138,9 лантан *	72 Hf 72 178,49 гафний	73 Ta 73 180,9479 тантал	74 W 74 183,85 вольфрам	75 Re 75 186,207 рений	76 Os 76 190,2 осмий
	9 Au 79 196,9665 золото	80 Hg 80 200,59 ртуть	81 Tl 81 204,37 таллий	82 Pb 82 207,2 свинец	83 Bi 83 208,9 висмут	84 Po 84 [209] полоний	85 At 85 [210] астат	86 Rn 86 [222] радон
VII	10 Fr 87 [223] франций	88 Ra 88 [226] радий	89 Ac 89 [227] актиний **	104 Rf 104 [261] резерфордий	105 Db 105 [262] дубний	106 Sg 106 [266] сигборгий	107 Bh 107 [269] борий	108 Hs 108 [269] хассий
	11 Rg 111 [272] рентгений	112 Cn 112 [285] коперниций	113 Nh 113 [289] нх	114 Fl 114 [289] флеровий	115 Mc 115 [289] мц	116 Lv 116 [293] ливорморий	117 Ts 117 [293] тс	118 Og 118 [293] ог

* 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

** актиноиды													
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] курий	Bk 97 [247] берклий	Cf 98 [251] калфорний	Es 99 [252] эйнштейний	Fm 100 [257] фермий	Md 101 [258] менделевий	No 102 [259] нобелий	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	M	M	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
F ⁻	P	P	P	P	P	M	H	M	P	H	P	P	M	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	-	H	H	P	-	P	P
S ²⁻	P	P	P	P	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	P	H	P	P	M	P	P	P	P
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	-	-	H	-	-	H	H	-	-	-
SiO ₃ ²⁻	H	-	P	P	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)

H — нерастворимое (меньше 0,01 г на 1000 г воды)

M — малорастворимое (от 10 г до 0,01 г на 1000 г воды)

- — вещество разлагается водой или не существует

6760

70

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ
2018–2019**

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ХИМИЯ (11 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада

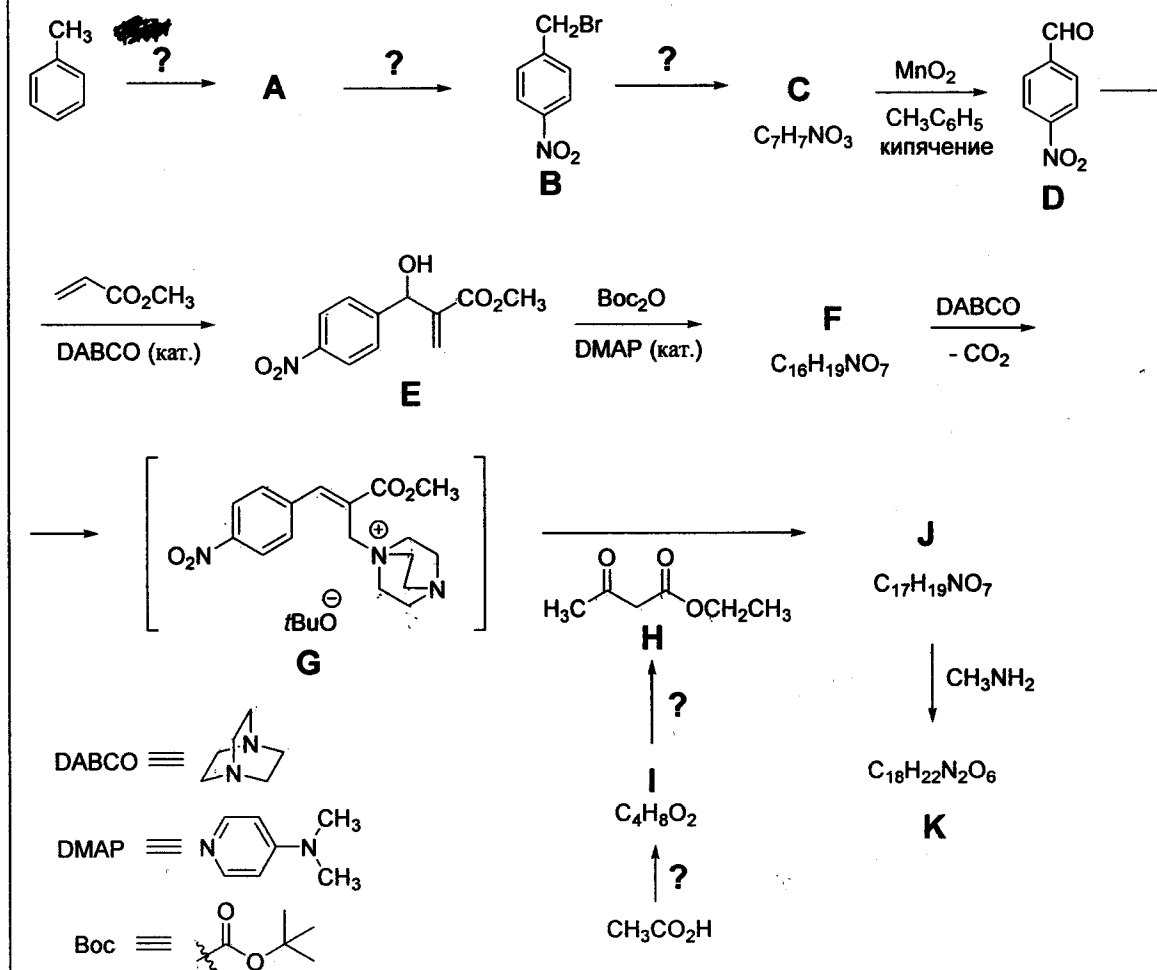
Дата

ВАРИАНТ 10

Задача 1

(20 баллов)

Осуществите цепочку превращений. Предложите двухстадийный способ получения соединения В из толуола. Распишьте 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 крезолы 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 волны электрона. К таковым относятся, например, нанокристаллы селенида кадмия. Для их приготовления в инертной атмосфере к водному раствору хлорида кадмия добавляют водный раствор селенита 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, °C	10	22	30	40	50	60	70
λ, нм	420	421	421	425	433	440	448
d, 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.

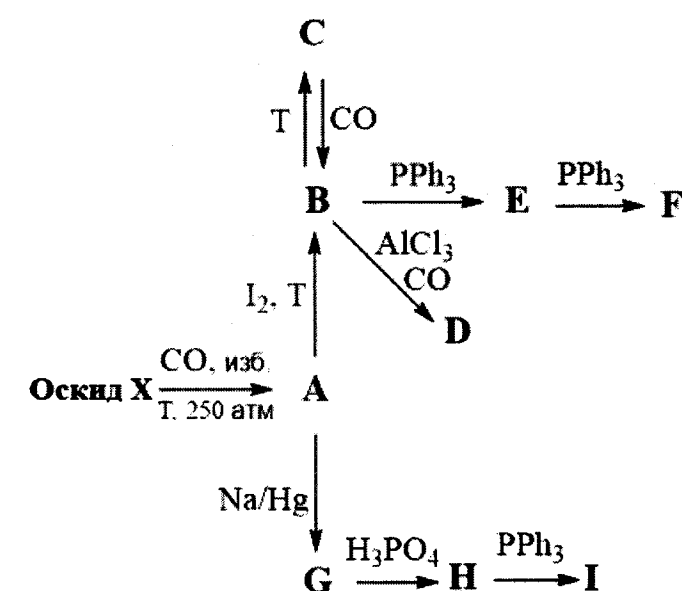
(20 баллов)

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

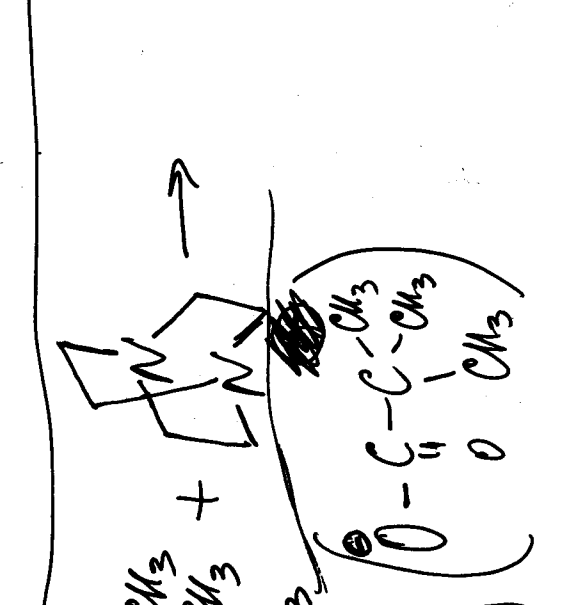
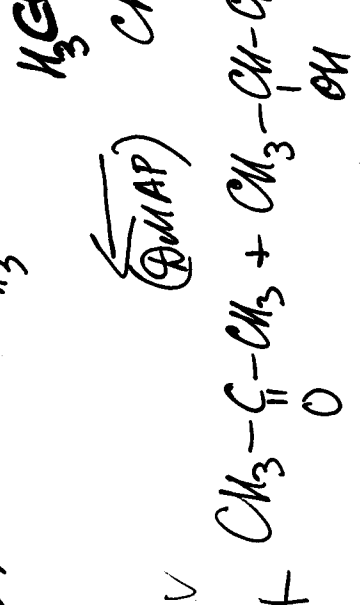
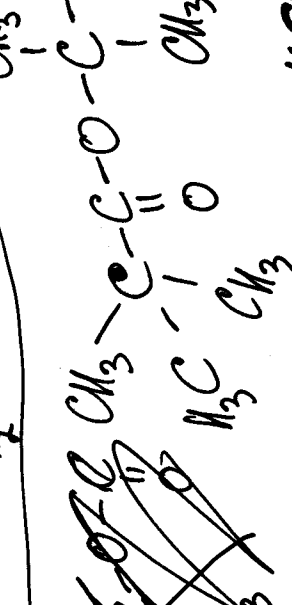
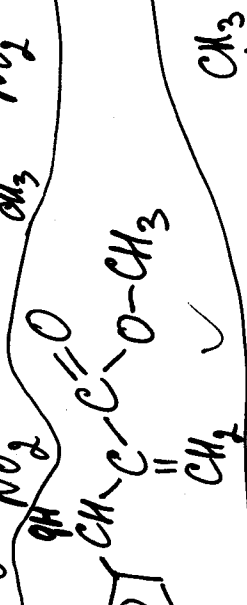
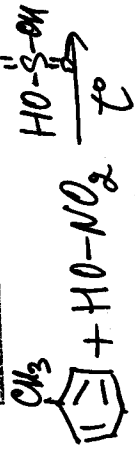
Окисление **A** эквивалентным количеством молекулярного иода приводит к образованию соединения **B** ($\omega(X) = 41,06\%$), которое при небольшом нагревании переходит в **C** ($\omega(X) = 43,76\%$). **C** превращается в **B** при действии монооксида углерода под давлением. Соединение **B** также реагирует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

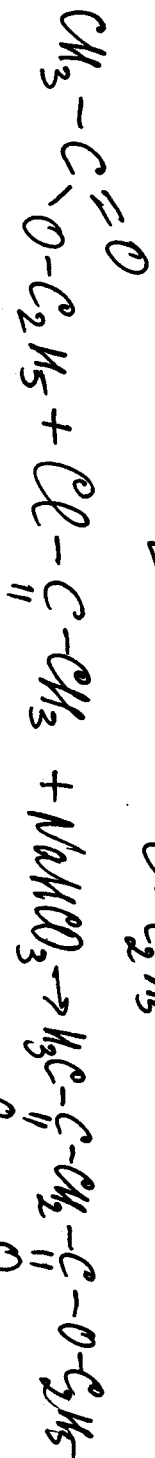
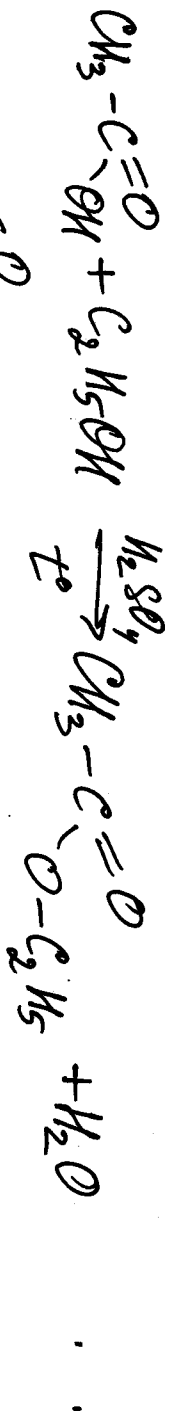
Восстановление **A** амальгамой натрия приводит к соединению **G** ($\omega(X) = 53,3\%$), которое при действии фосфорной кислоты может быть переведено в соединение **H**. **H** реагирует с трифенилфосфином с образованием **I** ($\omega(X) = 33,16\%$). Молекулярные массы катиона в соединении **D** и 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.

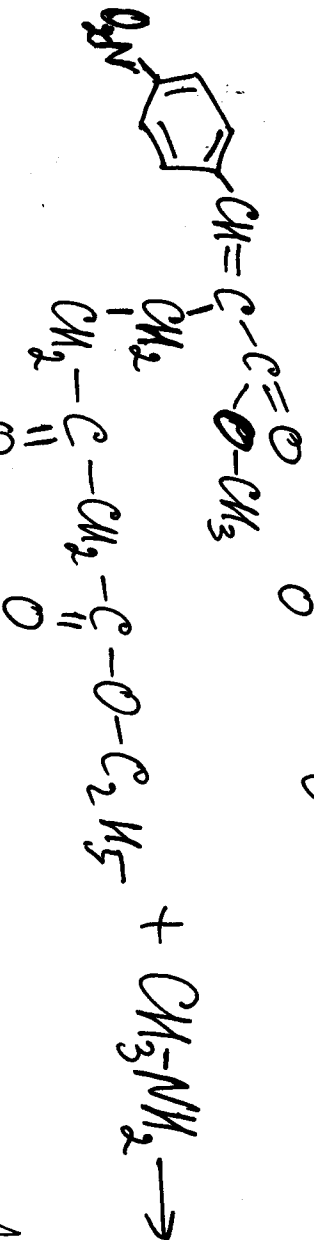
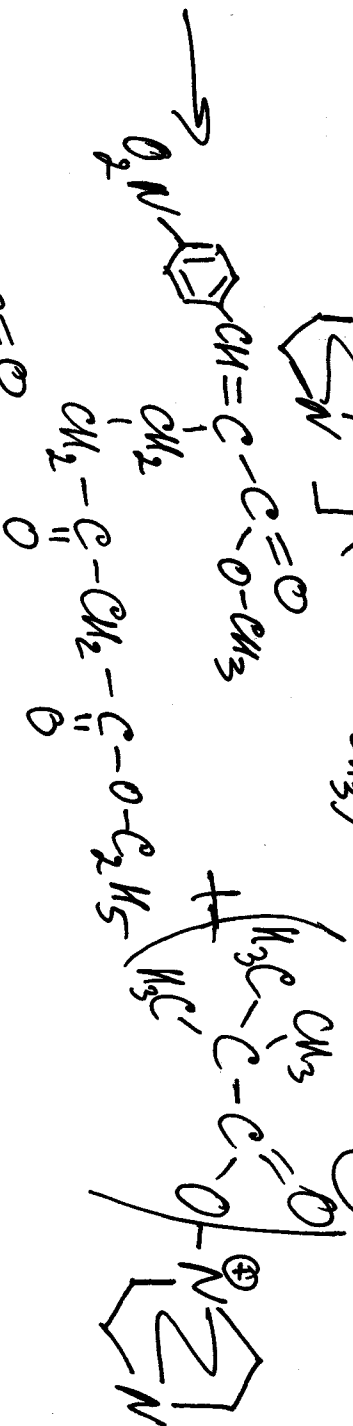
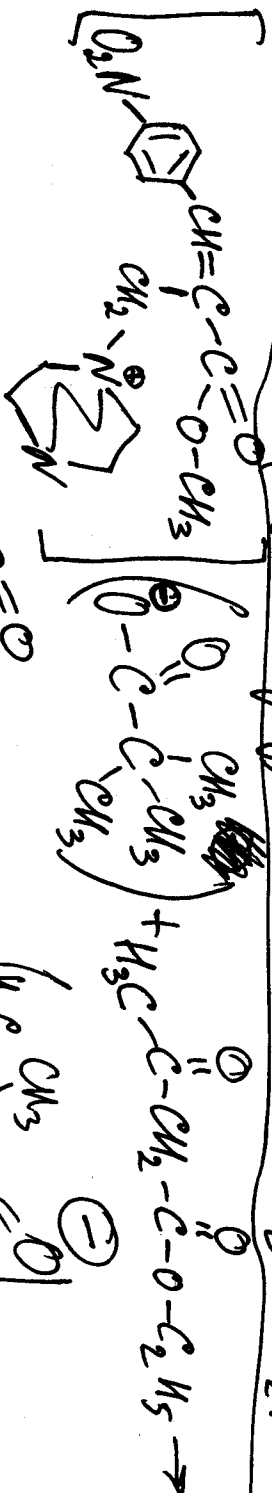


Задание 1.

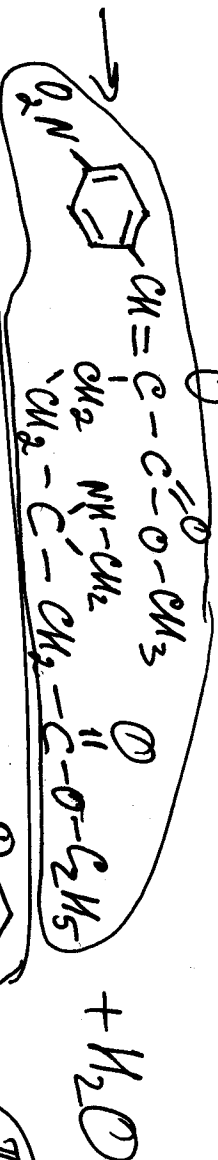




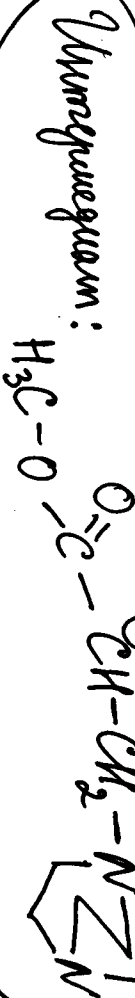
(acylmigration)



12



Тщательная
8 дог.



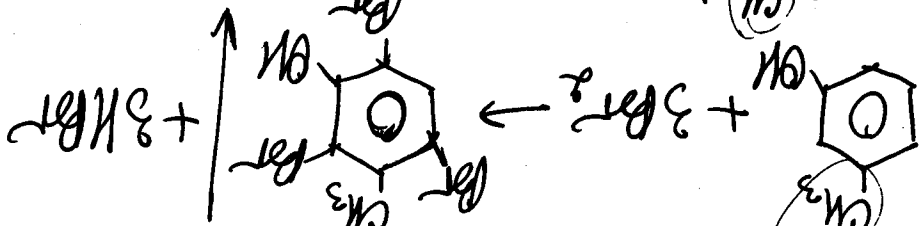
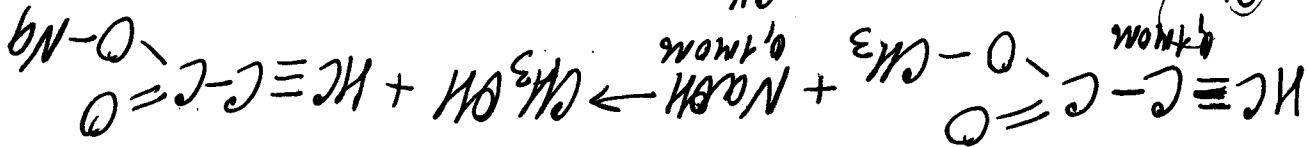
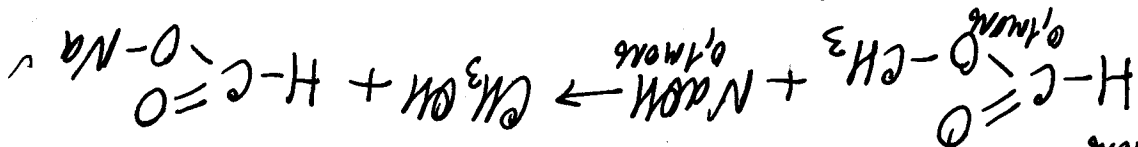
Задача 2

$$\frac{3550}{281} - 35,5 = 91$$



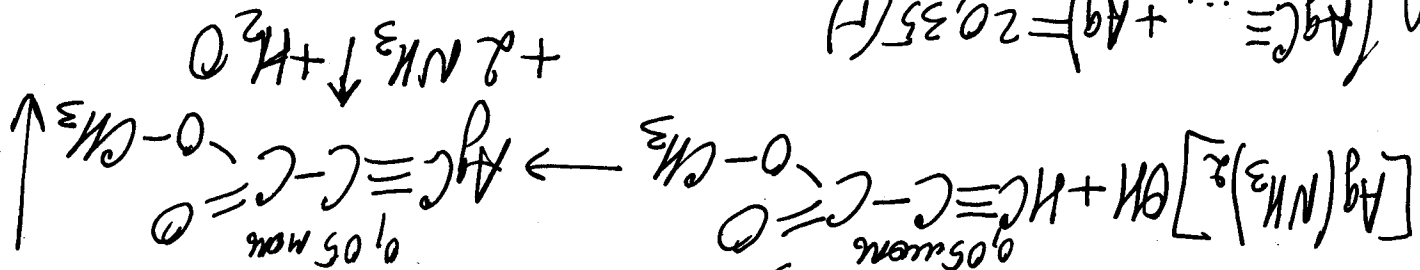
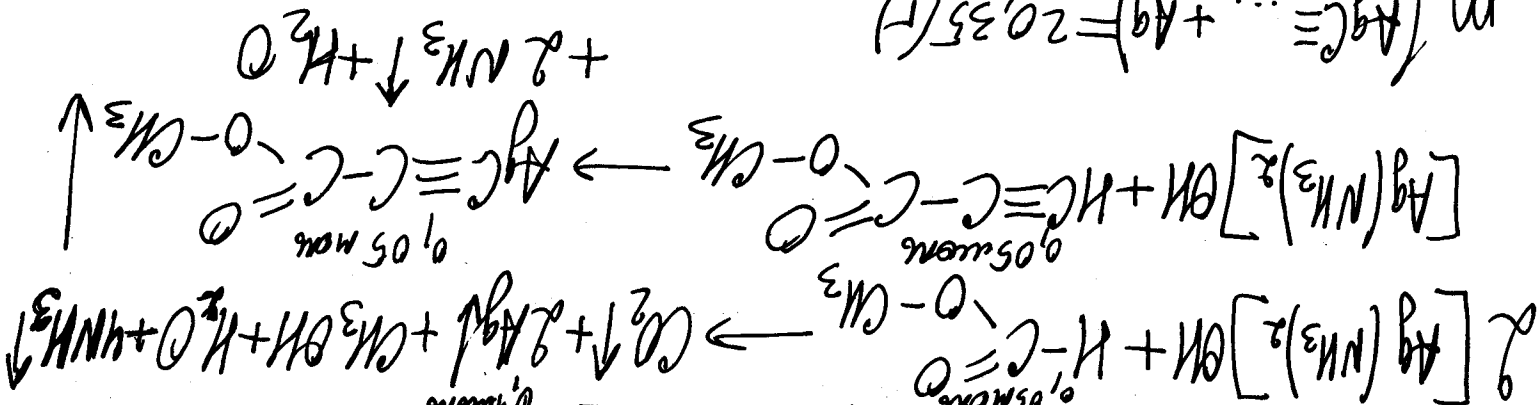
Являются стабильны, так как их ароматизировать; следовательно, реакция
Оффенгейма сали, например: $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ (2π)



CC1=CC=C(C=C1)C(=O)O.[Na+].[OH-]>>CC1=CC=C(C=C1)C(=O)[O-].[Na+].O

$$h'_{\phi} = \frac{0.4}{21'0.001} = (11000) \text{ (b)}$$

$$\left(\begin{array}{c} \text{NA} \\ \text{O} \\ \text{NA} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} 34.5 \\ 34.5 \end{array} \right) = 0.1 \text{ (norm)} \quad \text{per}$$

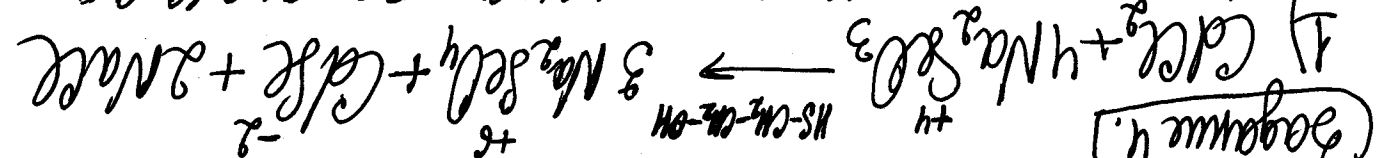


$$m(AgC) \equiv \dots + Ag = 20,35(1)$$

$$m(AgCl + Ag) = 17.975 \text{ g}$$

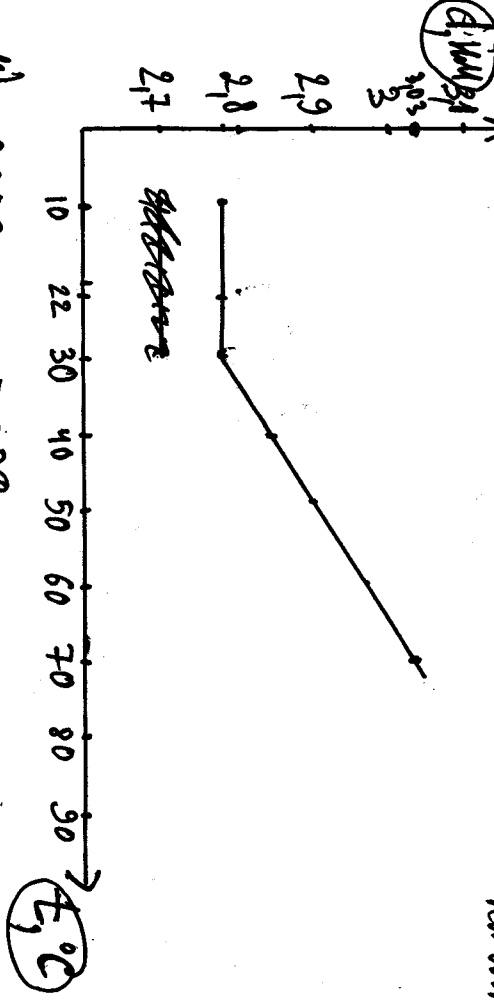
$$90,35 = a(\text{AgCl}) \cdot 0,05 + 108 \cdot 0,1$$

Alkaloide Graph: $H-C \equiv O-O-Al_3$, $H-C \equiv C-C=O-O-$



2) Уменьши не было окисления, уменьшилось количество
 циклопропанов: $\text{HS-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH} \rightarrow 2\text{HO-S(=O)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH} + 3\text{O}_2$

Программирование и задания



3) Так как после охлаждения до 30°C материал находится в жидком состоянии, то при нагреве, начиная с этого температурного значения материал при 50°C и 70°C.

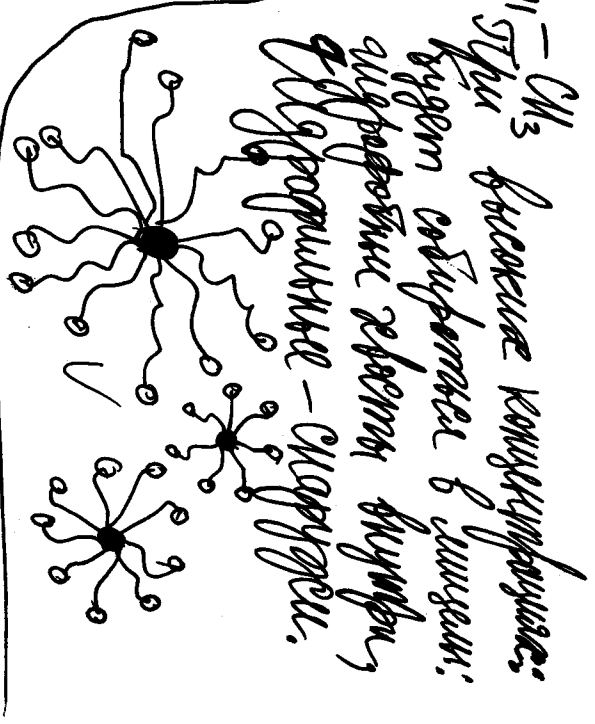
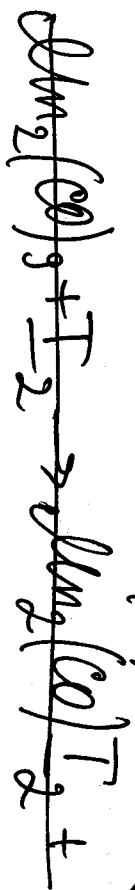
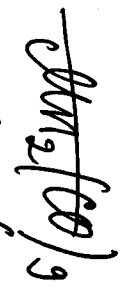
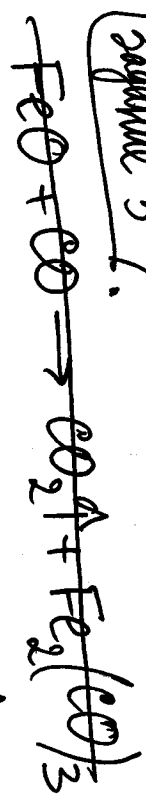
$$1) \frac{2.9 + 3.03}{2} = 2.965 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

4) 22°C → 70°C $d = 3.03$
 Так как при $t = 22^\circ\text{C}$ материал находится в жидком состоянии, то при $t = 70^\circ\text{C}$, материал находится в жидком состоянии, поэтому при $t = 70^\circ\text{C}$, материал находится в жидком состоянии, поэтому при $t = 70^\circ\text{C}$, материал находится в жидком состоянии.

при $t = 70^\circ\text{C}$.
 Так как при $t = 22^\circ\text{C}$ материал находится в жидком состоянии, то при $t = 70^\circ\text{C}$, материал находится в жидком состоянии, поэтому при $t = 70^\circ\text{C}$, материал находится в жидком состоянии.

5) Доказательство: $M_3 - (M_2)'' = M_3$
 При нагреве материала в жидком состоянии, материал находится в жидком состоянии, поэтому при $t = 70^\circ\text{C}$, материал находится в жидком состоянии.

Задание 5



Уменьшить количество

Задача 5.

