



6995

Z=63

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ
2016-2017**

заключительный этап

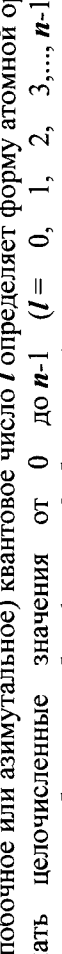
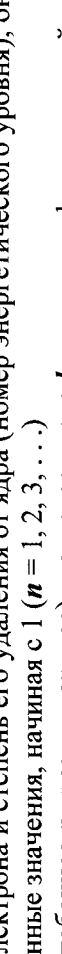
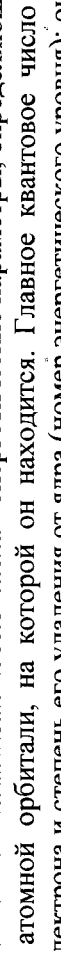
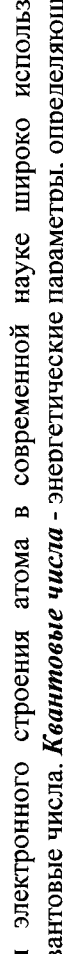
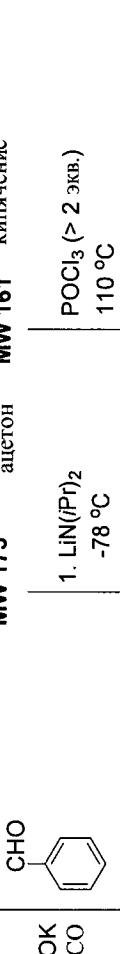
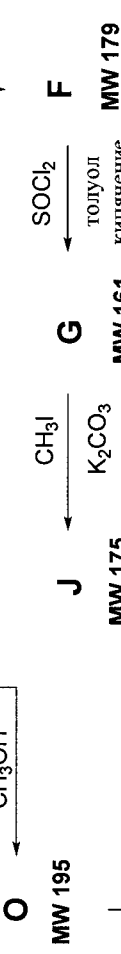
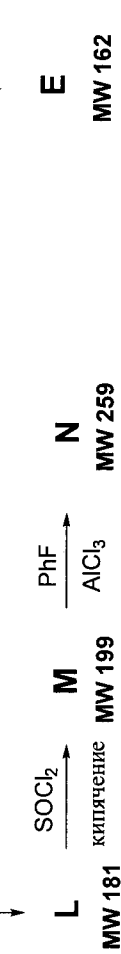
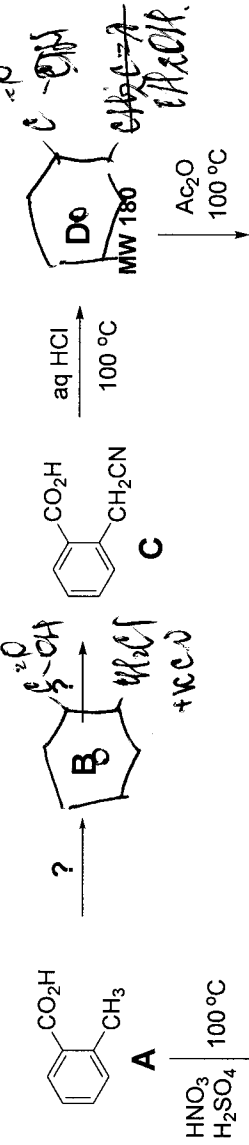
Предмет (комплекс предметов) Олимпиады ХИМИЯ (11 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада Краснодар

Дата 24 марта 2017

Вариант 01

1. Предложите двухстадийный метод получения нитрила **C** из орто-толуиловой кислоты (A): укажите реагенты и условия реакций, а также структуру промежуточного соединения **B**. Расшифруйте цепочки превращений (укажите структурные формулы соединений, скрывающихся под латинскими буквами D-P).



2. Для описания электронного строения атома в современной науке широко используются такие параметры, как квантовые числа. **Квантовые числа** - энергетические параметры, определяющие состояние электрона и тип атомной орбитали, на которой он находится. Главное квантовое число **n** определяет общую энергию электрона и степень его удаления от ядра (номер энергетического уровня); оно принимает любые целочисленные значения, начиная с 1 ($n = 1, 2, 3, \dots$).

1. Орбитальное (побочное или азимутальное) квантовое число **l** определяет форму атомной орбитали. Оно может принимать целочисленные значения от 0 до $n-1$ ($l = 0, 1, 2, 3, \dots, n-1$). Каждому значению **l** соответствует орбиталь особой формы. Орбитали с $l = 0$ называются s-орбиталями, $l = 1$ - p-орбиталями (3 типа, отличающихся магнитным квантовым числом **m**), $l = 2$ - d-орбиталями (5 типов), $l = 3$ - f-орбиталями (7 типов).

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

	VIII									
I	VII									
II	VI									
III	V									
IV	IV									
V	III									
VI	II									
VII	I									
VIII	He 2									
Ne 10	F 9									
Ar 18	O 8									
Kr 36	N 7									
Xe 54	C 6									
Rn 86	B 5									
	Be 4									
	Li 3									
	H 1									

xx лантаноиды

Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71
140,1	140,9	144,2	[145]	150,4	151,9	157,3	158,9	162,5	164,9	167,3	168,9	173,0	174,9
церий	празеодим	неодим	прометий	самарий	европий	гадолиний	тербий	диспрозий	гольмий	эрбий	тулий	иттербий	лютеций

xx актиноиды

Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103
232,0	231,0	238,0	[237]	[244]	[243]	[247]	[251]	[252]	[252]	[257]	[258]	[259]	[262]
торий	проактиний	уран	нептуний	плутоний	америций	курий	берклий	калifornий	эйнштейний	фермий	менделевий	нобелий	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⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺
OH ⁻																		
NO ₃ ⁻																		
F ⁻																		
Cl ⁻																		
Br ⁻																		
I ⁻																		
S ²⁻																		
SO ₃ ²⁻																		
SO ₄ ²⁻																		
CO ₃ ²⁻																		
SiO ₃ ²⁻																		
PO ₄ ³⁻																		
CH ₃ COO ⁻																		

R — растворимое (больше 10 г на 1000 г воды)
M — малорастворимое (от 10 г до 0,01 г на 1000 г воды)
H — нерастворимое (меньше 0,01 г на 1000 г воды)
— — вещество разлагается водой или не существует

2. Магнитное квантовое число m определяет направление орбитали в пространстве. Его значения изменяются от $+l$ до $-l$, включая 0. Например, при $l = 1$ число m принимает 3 значения: $+1, 0, -1$, поэтому существуют 3 типа p-АО: p_x, p_y, p_z .

3. Спиновое квантовое число s может принимать лишь два возможных значения $+1/2$ и $-1/2$. Они соответствуют двум возможным и противоположным друг другу направлениям собственного магнитного момента электрона.

Представьте себе, что параллельно с нашей существует некоторая другая Вселенная, населенная аналогами людей – гоминоидами. В этой параллельной Вселенной квантовые числа имеют следующие значения:

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

$$l = 0, 1, 2, \dots (n-1)$$

$$m_l = -(l+1) \dots (l+1)$$

$$m_s = +1/2$$

Пользуясь символами химических элементов нашей Вселенной:

- 1) постройте первые два периода периодической системы параллельного мира;
- 2) укажите, что пыл и чем умываются гоминоиды;
- 3) напишите уравнения реакций, соответствующих в нашем мире горению метана в кислороде и поглощению продуктов гидролизом липта.

(20 баллов)

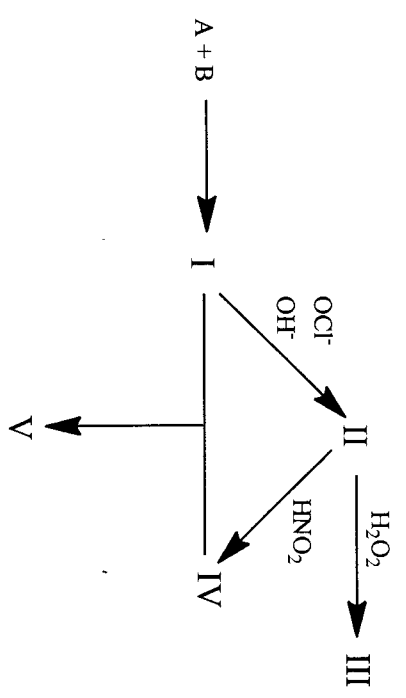
3. Активность высокоэффективного катализатора реакции Зандмайера – монохлорида меди – сильно зависит от степени его чистоты. Для ее определения обычно используется спектрофотометрический метод: к анализируемому раствору добавляют избыток неокупроина, экстрагируют образующийся комплекс изоамиловым спиртом и измеряют оптическую плотность органической фазы при длине волны 454 нм. Калибровочный график зависимости оптической плотности D от концентрации ионов меди(II) C приведен ниже:

C*10 ³ , г/л	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00
D	0.20	0.35	0.50	0.65	0.76	0.84	0.90

Навеску реактива массой 1.000 г растворили в соляной кислоте, довели объем раствора до 1 л и отбрали 3 аликвоты по 10 мл. Каждую пробу обрабатывали согласно приведенной выше методике, довели объемы органических фаз до 500 мл и измерили оптические плотности растворов при тех же условиях, что и при построении калибровочного графика. Они составили 0.84, 0.82 и 0.81, соответственно. После этого растворы разбавили в два раза изоамиловым спиртом и снова определили их оптическую плотность. На этот раз она составила 0.53, 0.52, 0.52. Определите содержание основного вещества в реактиве, если известно, что примеси других анионов отсутствуют.

При проведении расчетов атомные массы берите с точностью до тысячных.

(20 баллов)



Некоторые физико-химические характеристики описанных веществ приведены в таблице.

	A	B	I	II	III	IV	V
$\Delta_{\text{ан}} H^0$, кДж/моль	218,0	472,7					
$\Delta_{\text{нел}} H^0$, кДж/моль		0					-110,5
$\Delta_{\text{исп}} H^0$, кДж/моль			23,33	40,6			29,7
$\Delta_{\text{сгор}} H^0$, кДж/моль	-242,0		-316,8				
Соотношение элементов	-	-	1:3	1:2	1:1	3:1	1:1
Агрегатное состояние	газ	газ	Газ	ж	газ	ж	кр

$\Delta_{\text{ан}} H^0$ – энтальпия образования 1 моль одноатомного газа из простого вещества
 $\Delta_{\text{нел}} H^0$ – энтальпия образования 1 моль вещества из простых тел
 $\Delta_{\text{исп}} H^0$ – энтальпия испарения 1 моль вещества
 $\Delta_{\text{сгор}} H^0$ – энтальпия полного сгорания 1 моль вещества

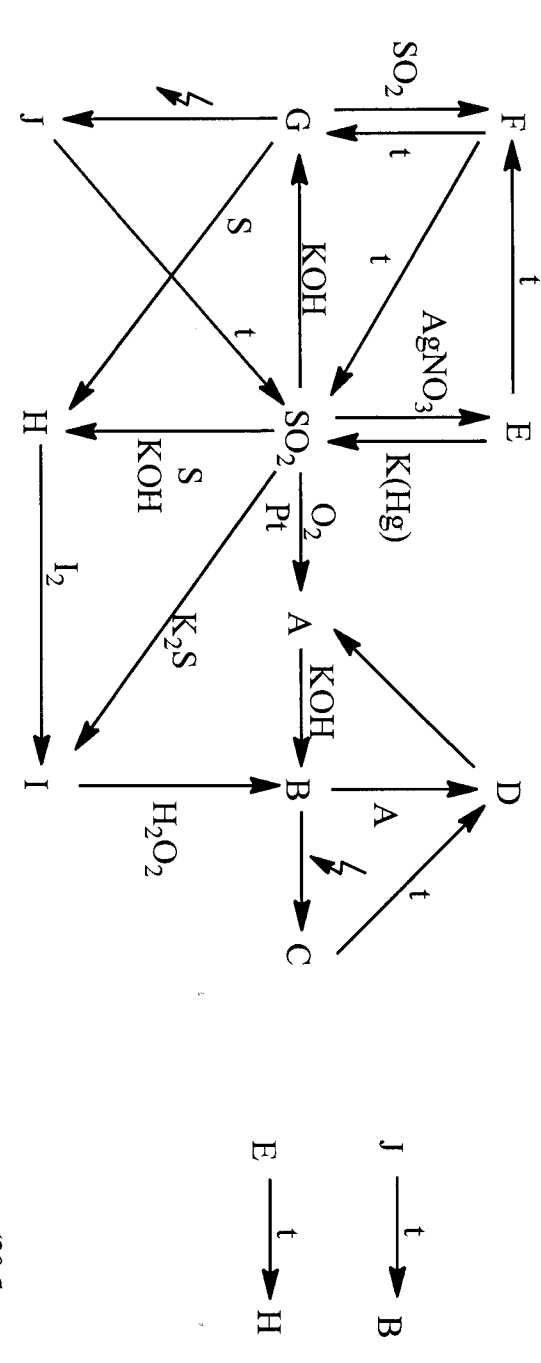
1. Определите молекулярные формулы веществ I-V, нарисуйте структурные формулы этих соединений.
2. Напишите описанные в задаче реакции.
3. Оцените энергии связей A-B и B-B в веществах I-V.
4. Какие еще твердые бинарные соединения можно получить из IV, кроме V? Напишите уравнения реакций, изобразите структурные формулы продуктов.
5. Где применяется соединение II?
6. Если элемент, входящий в состав B, заменить на его соседа по группе, то количество аналогичных бинарных соединений резко уменьшается. В частности, аналоги соединений III-V на данный момент неизвестны. Как это можно объяснить?

(20 баллов)

5. Дисульфид серы при взаимодействии с кислородом в присутствии платины превращается в вещество А. А взаимодействует со щелочью с образованием В. В также реагирует с А с образованием Д. В результате электролиза В на нейтральных электродах при больших плотностях тока образуется вещество С. В довольно легко переходит в Д при нагревании. При взаимодействии диоксида серы с амальгамой (раствором в ртути) калия образуется Е. Е можно перевести обратно в диоксид серы при взаимодействии с нитратом серебра. При нагревании Е распадается на F и H. При взаимодействии SO_2 с избытком щелочи образуется G, а при взаимодействии G с избытком SO_2 – F. Реакция получения F из G обратима. При кипячении раствора G с серой образуется H. H также может быть получена при взаимодействии SO_2 с серой в растворе щелочи. При электролизе раствора G образуется J, которое при нагревании распадается на B и диоксид серы. H можно окислить в две стадии до B причем промежуточный продукт I можно выделить при действии несильных окислителей (например йода) на H. I также содержится в смеси, называемой жидкостью Вакенродера, образующейся при взаимодействии диоксида серы и разбавленного раствора сульфата калия.

Ниже приведены данные элементного анализа некоторых соединений.

Вещество	С	Д	Е	Ф	Н	И	Ж
$\omega(S)$, масс. %	23.70	25.20	31.07	28.83	33.68	42.38	26.89



(20 баллов)

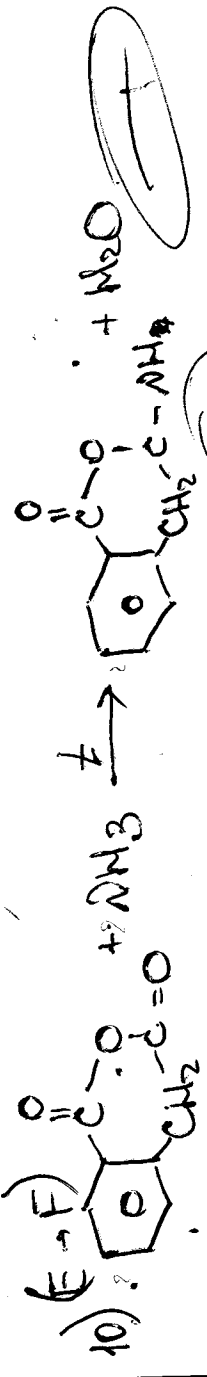
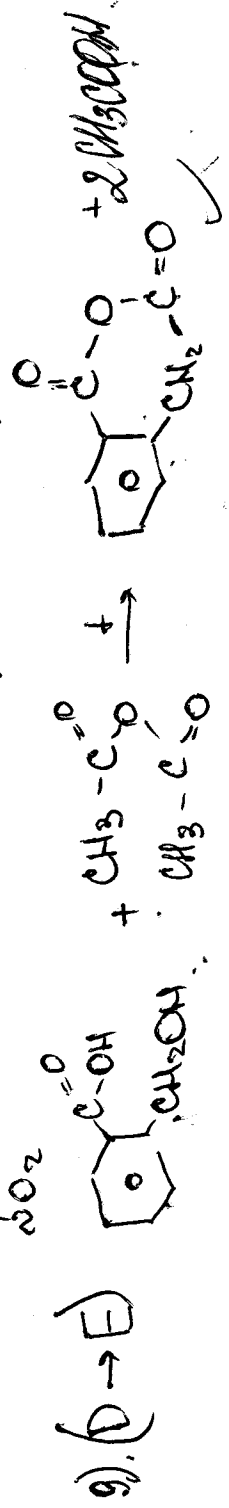
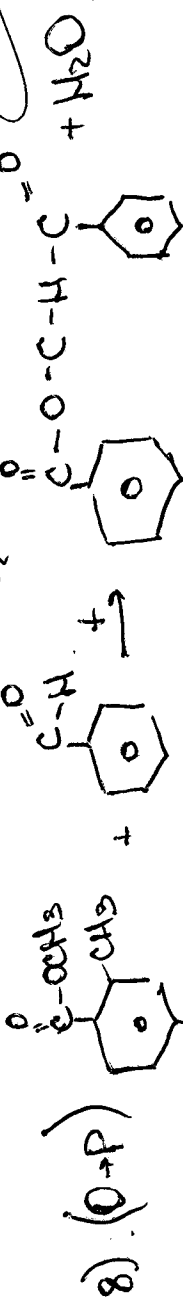
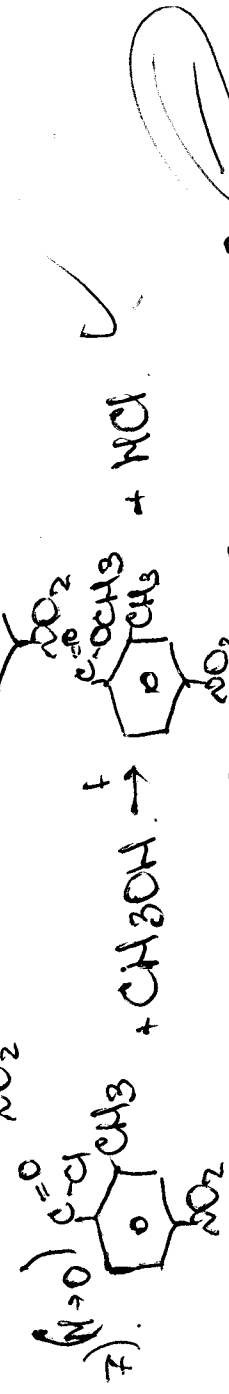
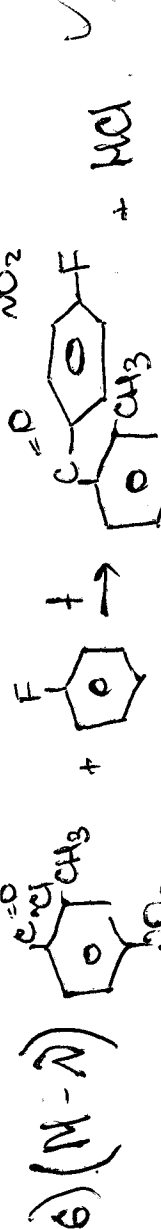
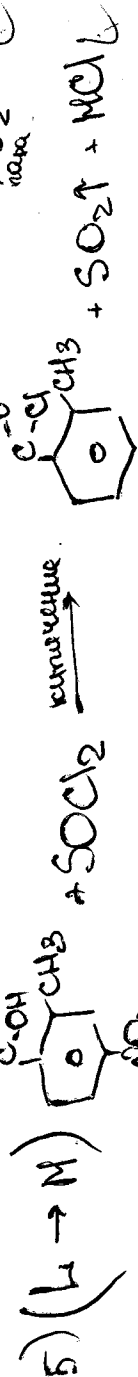
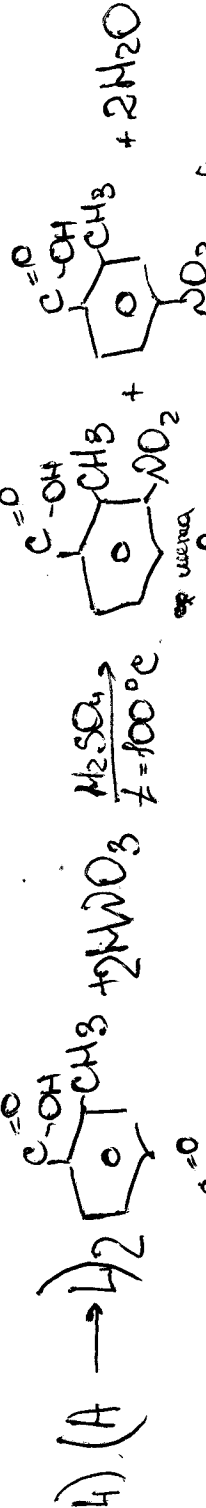
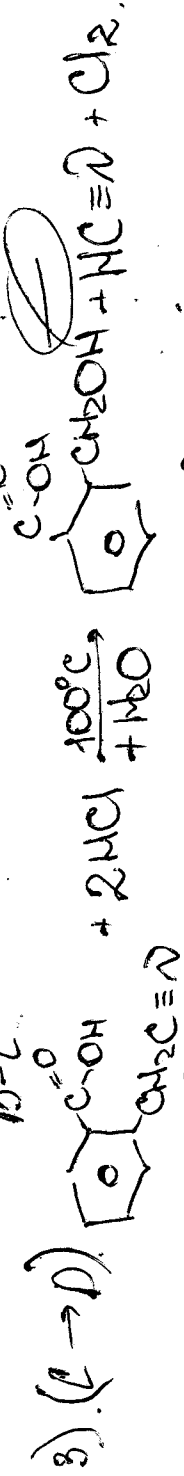
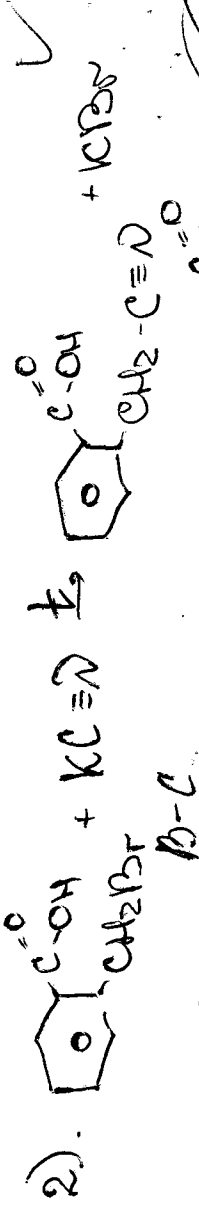
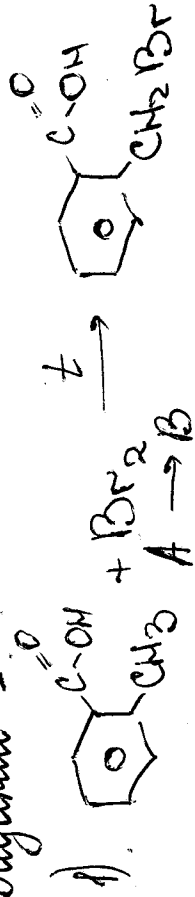
Укажите:

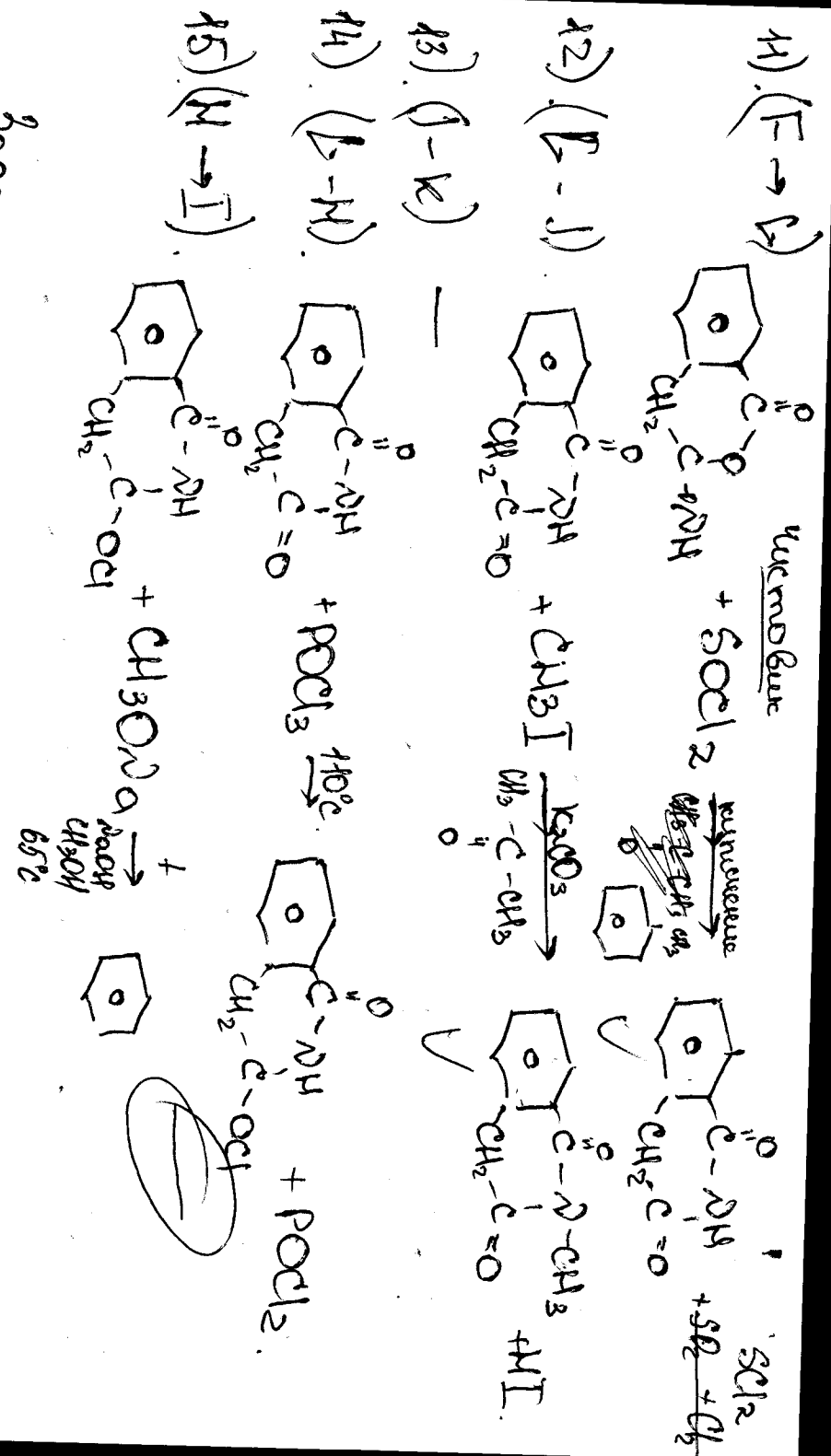
Вариант 01

Σ = 63



Задание 1





Задача 2.

те квалитетиве везе - шпремеветеве направиш, опрекуитиовути муш ордериш и одимаш и сомашуа суочениш

$n = 1, 2, 3, \dots$
 $\uparrow = 0, 1, 2, \dots (n-1)$
 $m_1 = -(1+1) \dots (1+1)$
 $m_s = +\frac{1}{2}$

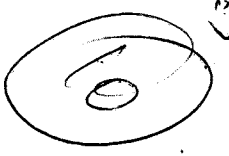
забаве везе n - енегалмешно n - ашо репрег.
 1 - шина
 m. - пармаске везе.
 ms - суочениш шр брешк шрешк.

Регшо n = 1, могоа 5 ево гуачушш -1, 0, 1 Бешо дигшм.
 3 шешешма S-ногырбешс.

Регшо n = 2, могоа 5 рево 5 гуачушш -2, -1, 0, 1, 2. 27

шешешма P-ногырбеш дигшм 5.

Репогырбешс шешеша направишешшо шршо:



	1.	2	3	4	5	6	7	8.
I	M	Ne.	Ne					Li
II	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na.

0

✓

Кустовник

Задача 4.

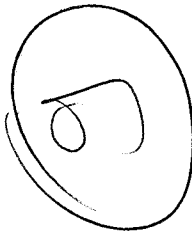
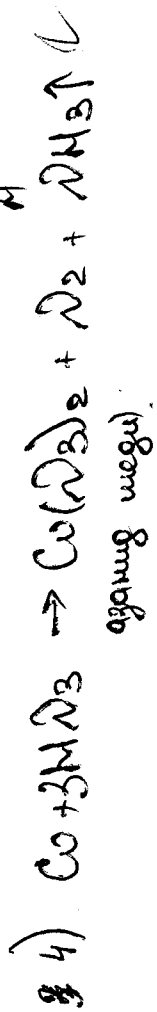
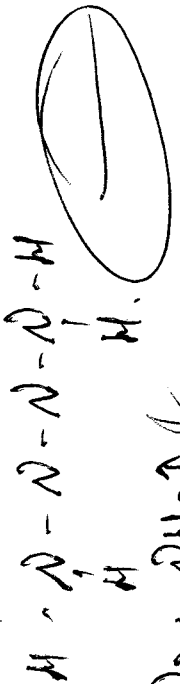
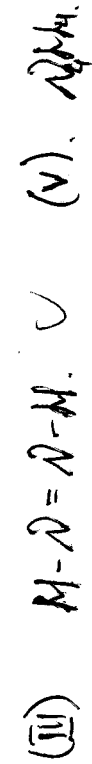
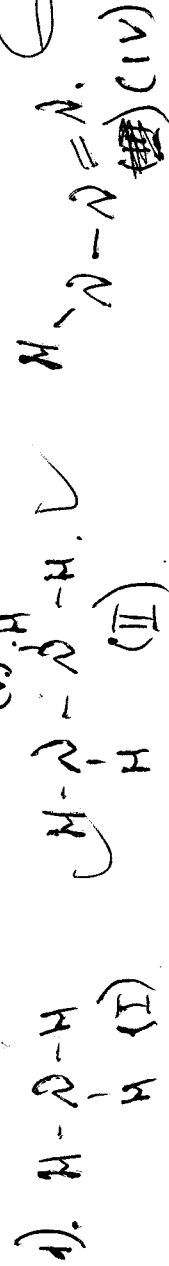
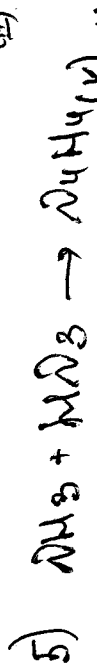
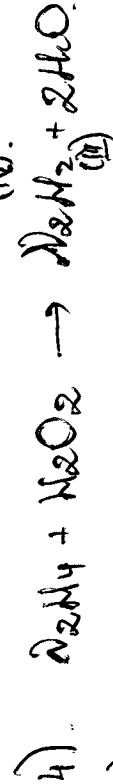
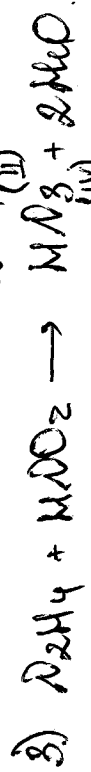
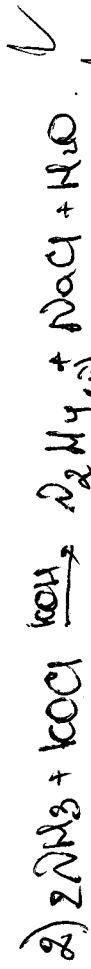
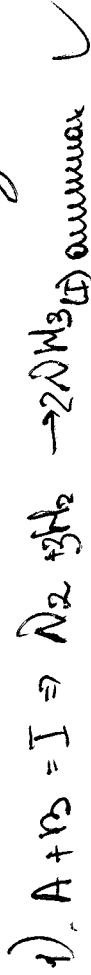
Исходо из предположений. Делор. в.ва А = -242°

это температура старини воды \Rightarrow в.ва А - водород

разложение водорога до стощарное предлет 218 $\frac{KOK}{\text{шаь}}$

а у в.ва в в 2 рога фаше, ода из самыт ~~сильнее~~

через у азота $N \equiv N \Rightarrow$ в.ва в азот \checkmark



5) в прозводстве аммиака

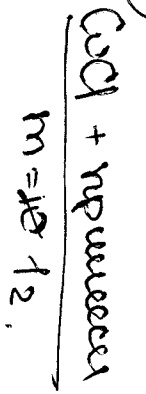
Задача 5.

- A - SO_3 (окис серы) \checkmark $K_2S_2O_6$
- B - K_2SO_4 (сульфат калия) \checkmark $-K_2S_2O_7$
- C $K_2S_2O_8$
- D $K_2S_2O_7$
- E $K_2S_2O_4$
- F $K_2S_2O_5$
- G - K_2SO_3 (сульфит калия)

Учтемось

2). Если берем у нас мажура удержива, то. 6 6
 Пусть хозогиме ерор => гудбареме и нром згуеуоуы
 ерор
 3) -

Задача 3.



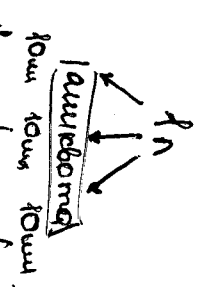
Наберу переменна 12 переменна 6
 переменна и переменна 80 1n,

у переменна переменна 3 переменна по 10у,
 переменна переменна переменна переменна 80
 500у, переменна переменна переменна 2 переменна
 переменна и переменна переменна.

Переменна переменна переменна переменна
 переменна $0,524 \cdot 10^3 \%$

каждо переменна переменна переменна.

пу $D \cdot 0,5 \quad C = 6 \cdot 10^3 \%$
 переменна B у переменна. р-ра.



$10^3 \cdot L = 0,84\% \quad 0,82\% \quad 0,81\%$

$L \cdot 10^3 \frac{\%}{\%} = 0,53 \quad 0,52 \quad 0,52$

$0,5 - 10^3 \cdot 6 \%$

$0,524 - X$

$X = 6,48 \cdot 10^3 \%$

$X = 6480 \%$ Берд деуро $P_n \cdot e^2$



$m(\text{Cu}^+) = 0,6482$

$D(\text{Cu}^+) = \frac{0,6482}{64 \frac{\%}{\%}} = 0,088 \frac{\%}{\%}$

$D(\text{Cu}^+) = 0,088 \frac{\%}{\%}$

$m(\text{Cl}^-) = D \cdot W = 0,088 \frac{\%}{\%} \cdot 35,5 \frac{\%}{\%} = 0,31242$

$m(\text{CuCl})_{\text{од у}} = 0,6482 + 0,31242 = 0,96042$

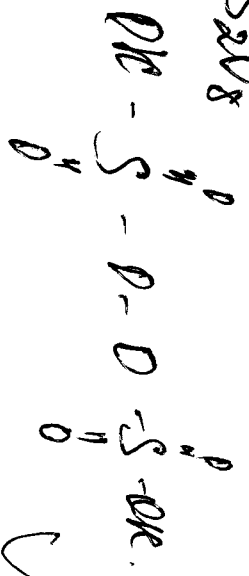
$w(\text{CuCl}) = \frac{m(\text{CuCl})_{\text{од у}}}{m(\text{CuCl}) + 100 \frac{\%}{\%}} = \frac{0,96042}{100 \frac{\%}{\%}} = 96 \%$

4) - переменна.

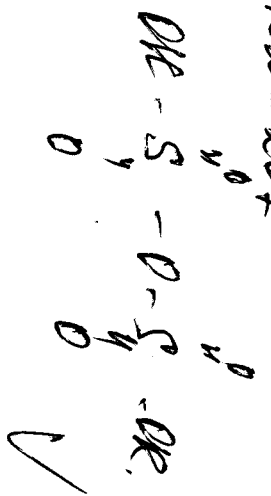
memorize

- 1) $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{+} \text{SO}_3$ (SO₂ → A) ✓
- 2) (A-B) $\text{SO}_3 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
- 3) (B-D) $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3 \xrightarrow{+} \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$. ✓
- 4) (D-A) $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 \xrightarrow{+} \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3$
- 5) (B→C) ~~$\text{K}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{+} \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{K}$~~
- 6) $2\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{KOH}$
- 6) $\text{SO}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. (SO₂ → B)
- 7) (B → F) $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$.
- 8) (SO₂ → I) $\text{SO}_2 + \text{K}_2\text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ✓
- 9) (C → D) $2\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 \xrightarrow{+} 2\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 + \text{O}_2$ ✓
- 10) (SO₂ → F) $2\text{SO}_2 + 2\text{K} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4$.
- 11) $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{AgNO}_3 \rightarrow 2\text{Ag} + 2\text{SO}_2 + 2\text{KNO}_3$ ✓
- 12) (F → B) $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5 \xrightarrow{+} \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2$ ✓
- 13) (B-J) $2\text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_6 + 2\text{KOH}$ ✓
- 14) (J → SO₂) $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_6 \xrightarrow{+} \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2$ ✓
- 15) (B-H) $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ✓
- 16) (M → I)
- 17) (E → M) $2\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ✓
- 18) ~~K_2SO_4~~ (B-I) $2\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- 18) $2\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{S}_3\text{O}_6 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2$ ✓
- 19) $2\text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{O}_2$ (E-H) ✓
- 20) $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ✓

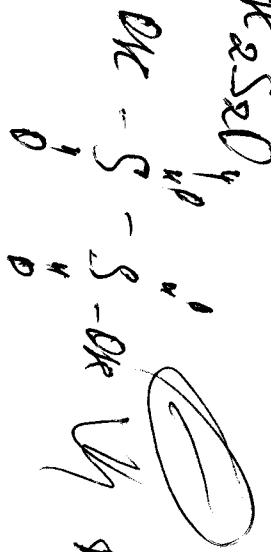
K_2SO_4



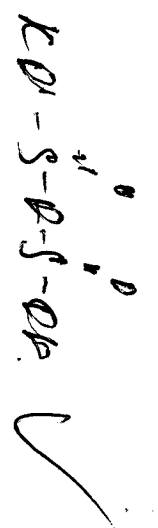
$K_2S_2O_7$



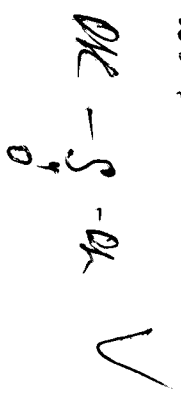
K_2SO_4



K_2SO_4



K_2SO_4



15