



8045

Σ = 85

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

заключительный этап

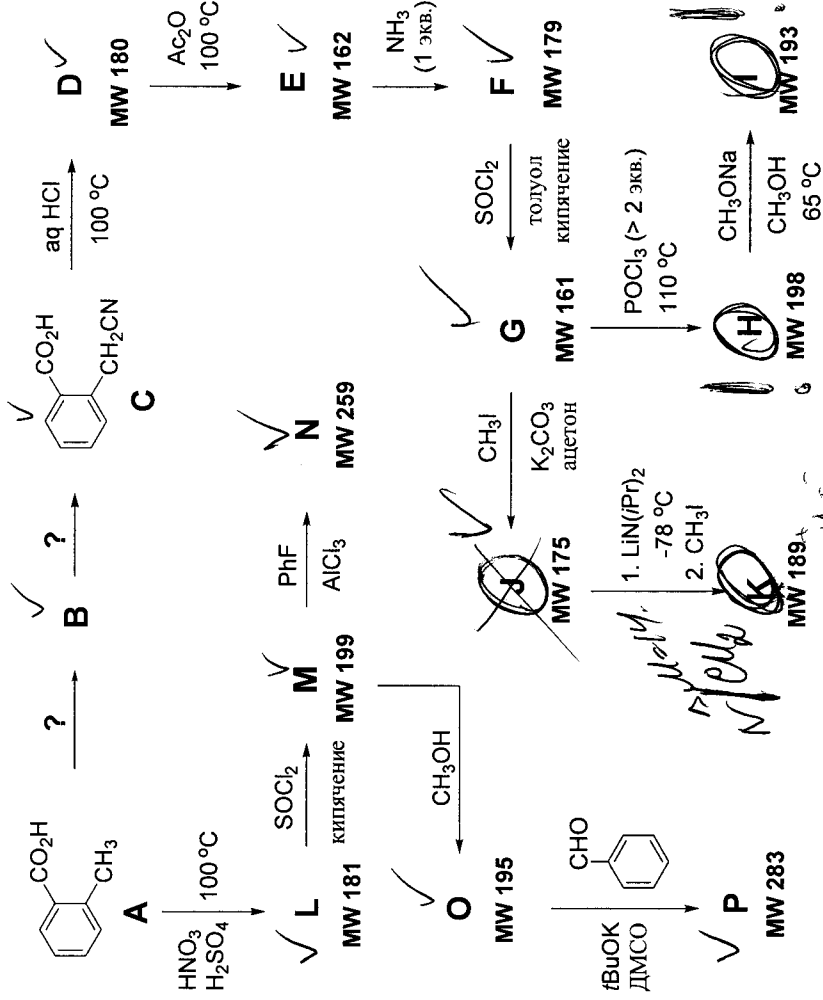
Предмет (комплекс предметов) Олимпиады **ХИМИЯ (11 КЛАСС)**

Город, в котором проводится Олимпиада **КРАСНОЯРСК**

Дата **24.02.2017**

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**).



(20 баллов)

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																	
VII																	
VI																	
V																	
IV																	
III																	
II																	
I																	
1	H	1	He	2							Ne	10	28				
2	Li	3	Be	4	B	5	C	6	N	7	O	8	F	9	Ne	10	18
3	Na	11	Mg	12	Al	13	Si	14	P	15	S	16	Cl	17	Ar	18	36
4	K	19	Ca	20	Sc	21	Ti	22	V	23	Cr	24	Mn	25	Fe	26	36
5	Sr	37	Rb	38	Y	39	Zr	40	Nb	41	Mo	42	Tc	43	Ru	44	46
6	Ba	56	La	57	Hf	72	Ta	73	W	74	Re	75	Os	76	Ir	77	78
7	Ra	88	Ac	89	Rf	104	Db	105	Sg	106	Bh	107	Hs	108	Mt	109	110
8	Cs	55	Ba	56	La	57	Hf	72	Ta	73	W	74	Re	75	Os	76	78
9	Au	79	Hg	80	Tl	81	Pb	82	Bi	83	Po	84	At	85	Rn	86	86
10	Pb	82	Tl	81	Pb	82	Bi	83	Po	84	At	85	Rn	86	Fr	87	88
11	Fr	87	Ra	88	Ac	89	Rf	104	Db	105	Sg	106	Bh	107	Hs	108	110
12	Rn	86	Fr	87	Ra	88	Ac	89	Rf	104	Db	105	Sg	106	Bh	107	118
13	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	Cf	98	Es	99	103
14	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
15	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
16	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
17	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
18	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
19	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
20	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
21	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
22	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
23	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
24	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
25	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
26	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
27	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
28	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
29	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
30	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
31	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
32	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
33	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
34	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
35	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
36	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
37	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
38	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
39	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
40	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
41	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
42	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
43	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
44	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
45	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
46	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
47	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
48	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
49	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
50	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
51	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
52	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
53	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
54	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
55	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
56	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
57	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
58	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
59	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
60	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
61	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
62	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
63	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
64	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
65	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
66	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
67	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
68	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
69	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
70	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
71	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
72	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
73	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
74	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
75	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
76	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
77	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
78	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
79	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
80	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
81	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	103
82	Th	90															

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 существует 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 пьют и чем умываются гоминоиды;
 - 3) напишите уравнения реакций, соответствующих в нашем мире горению метана в кислороде и поглощению продуктов гидроксилом лития.
- (20 баллов)

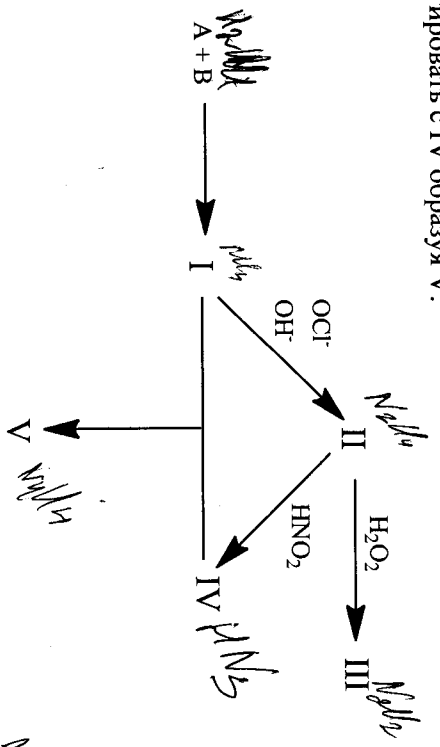
3. Активность высокоэффективного катализатора реакции Зандмайера – монохлорида меди – сильно зависит от степени его чистоты. Для ее определения обычно используется спектрофотометрический метод: к анализируемому раствору добавляют избыток неокупроина, экстрагируют образующийся комплекс изоамиловым спиртом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

$C \cdot 10^3, \text{ г/л}$	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 отобрали 3 аликвоты по 10 мл. Каждую пробу обработали 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)



Handwritten notes:
 $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+ = \text{NH}_4^+$
 $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+ = \text{NH}_4^+$

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					
$\Delta_{\text{ан}} H^0$, кДж/моль		0		-95,3	-222,0		-110,5
$\Delta_{\text{ан}} H^0$, кДж/моль			-242,0	23,33	40,6	29,7	
$\Delta_{\text{ан}} H^0$, кДж/моль				-316,8			
Соотношение элементов				1:3	1:2	1:1	3:1
Агрегатное состояние	газ	газ	газ	ж	газ	ж	кр

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-V 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?

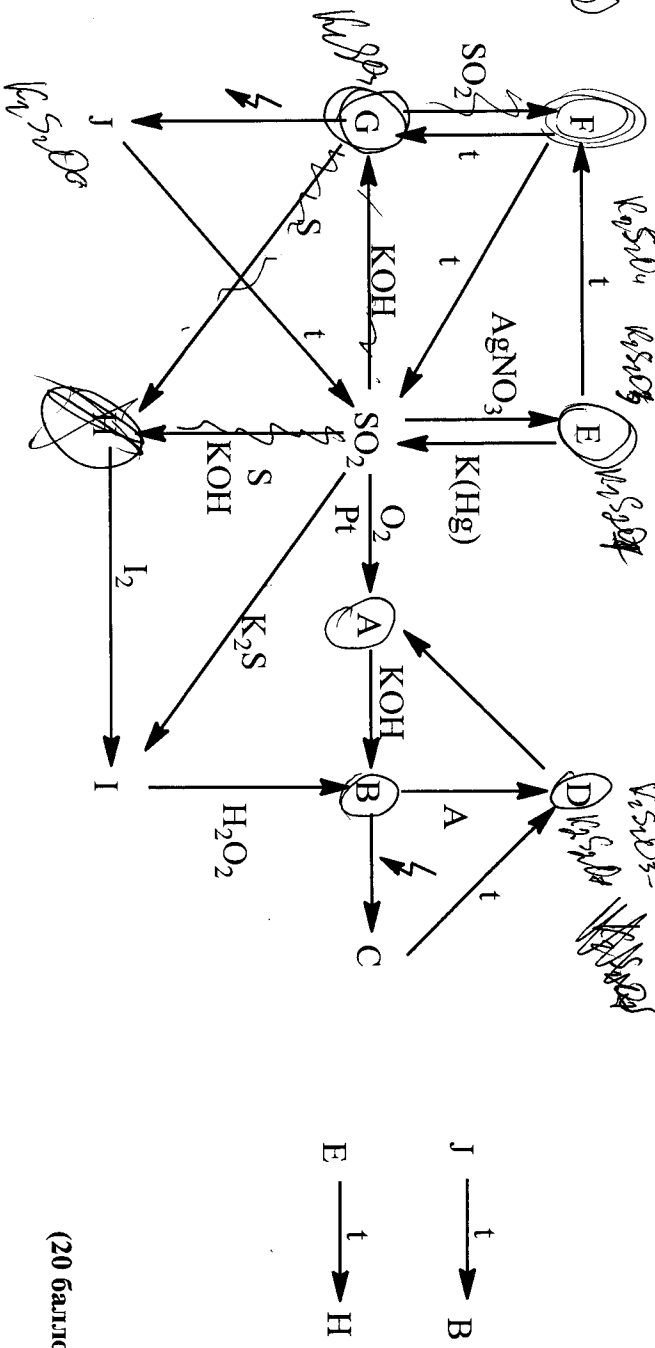
(20 баллов)

5. Диоксид 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.

Напишите уравнения описанных реакций. Изобразите графические формулы веществ С-I. Все соли в лепочках в качестве катиона содержат ион калия.

Ниже приведены данные элементного анализа некоторых соединений.

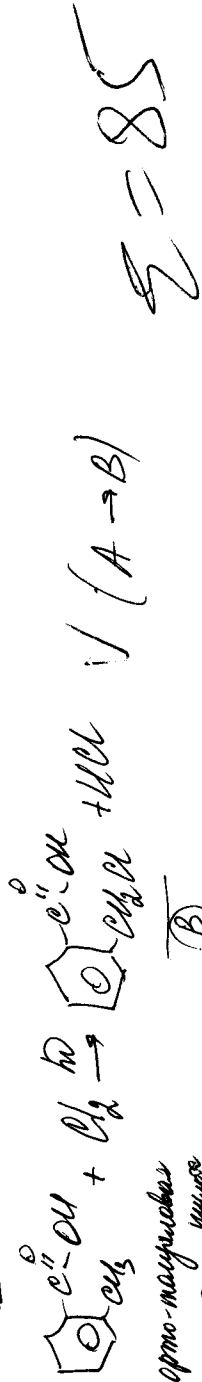
Вещество	С	Д	Е	Н	И	Ж
$\omega(\text{S}), \text{ масс. \%}$	23.70	25.20	31.07	28.83	33.68	42.38
				26.89		



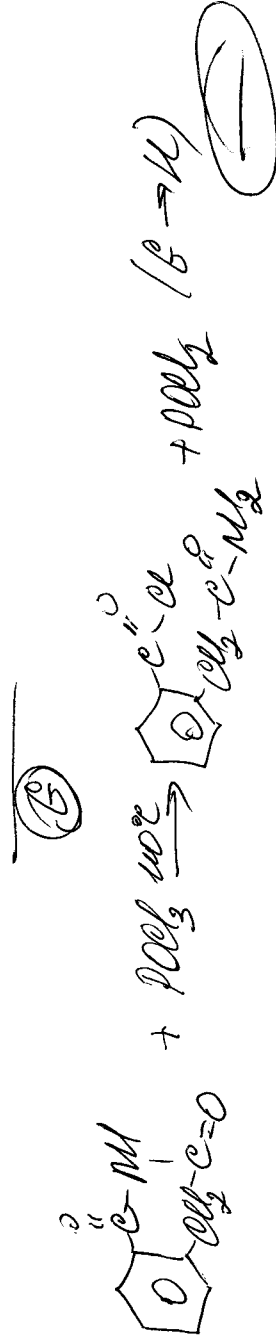
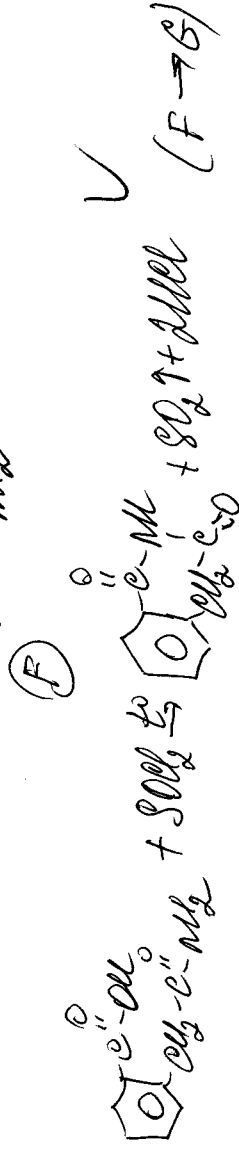
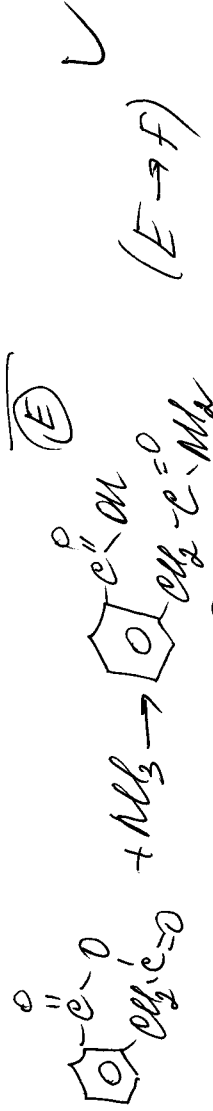
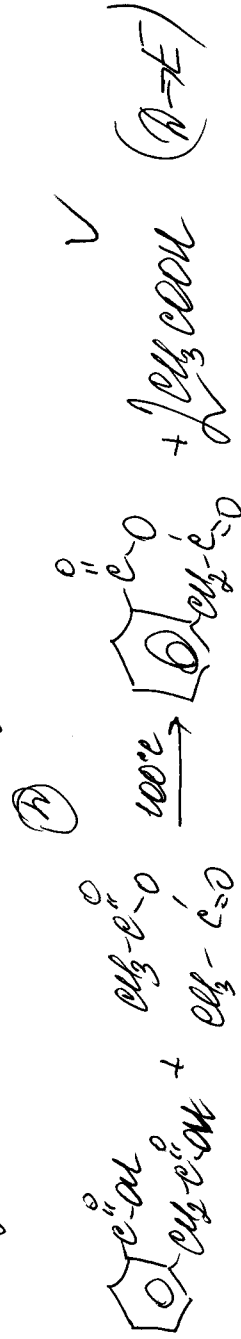
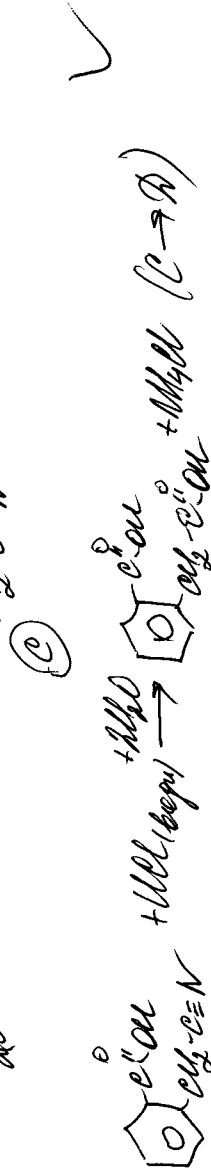
(20 баллов)

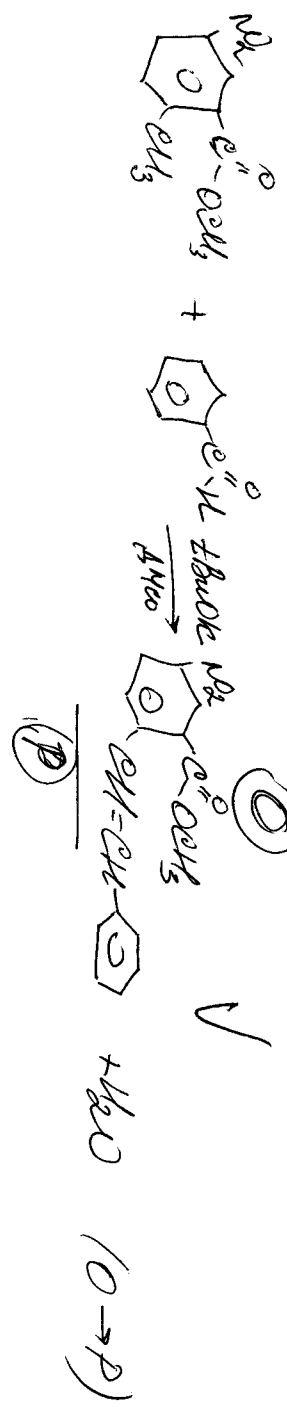
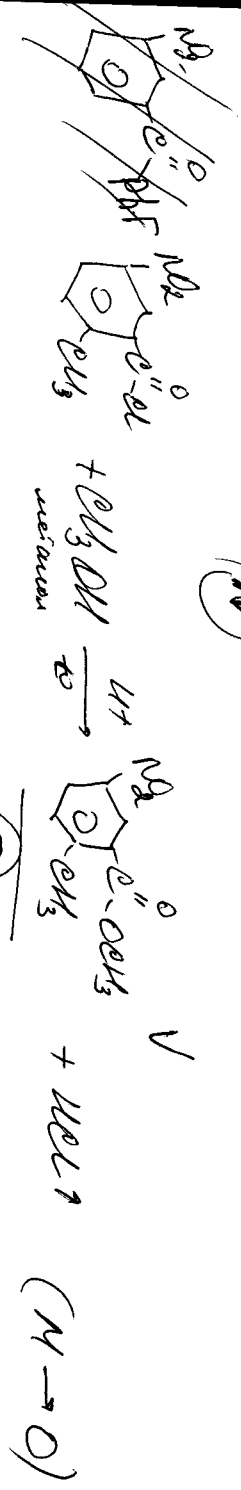
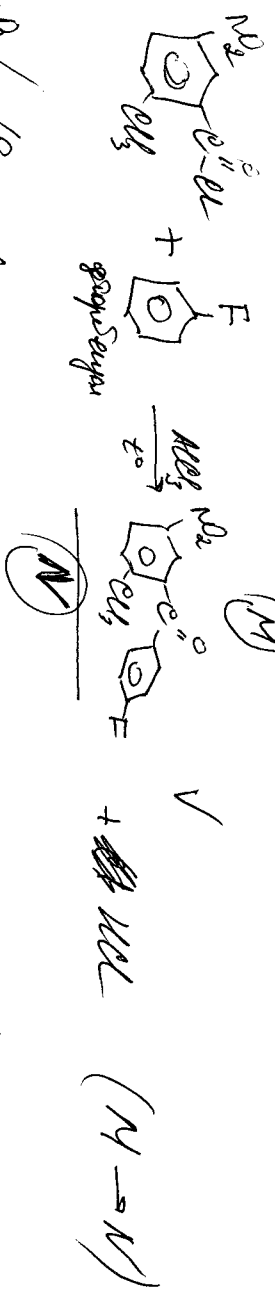
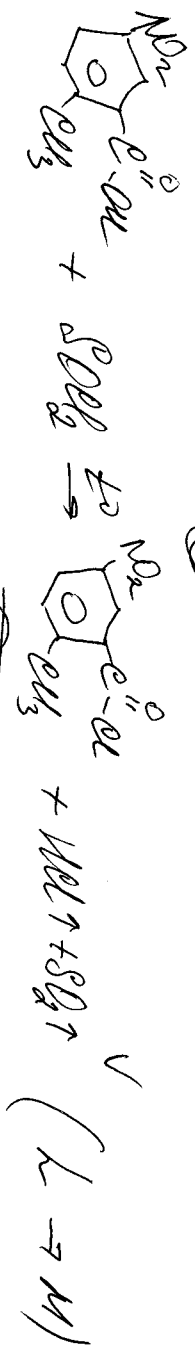
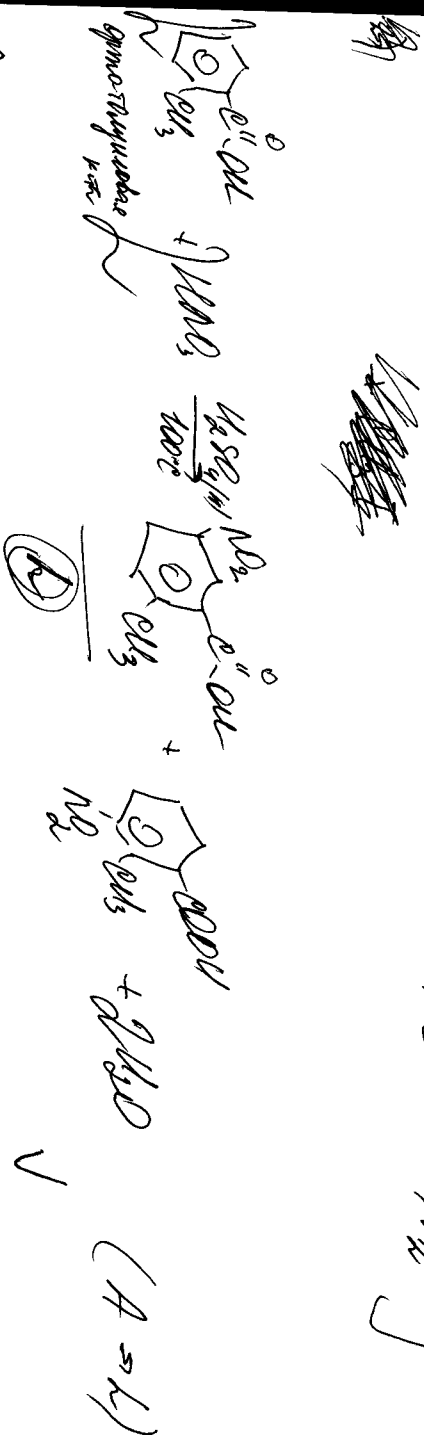
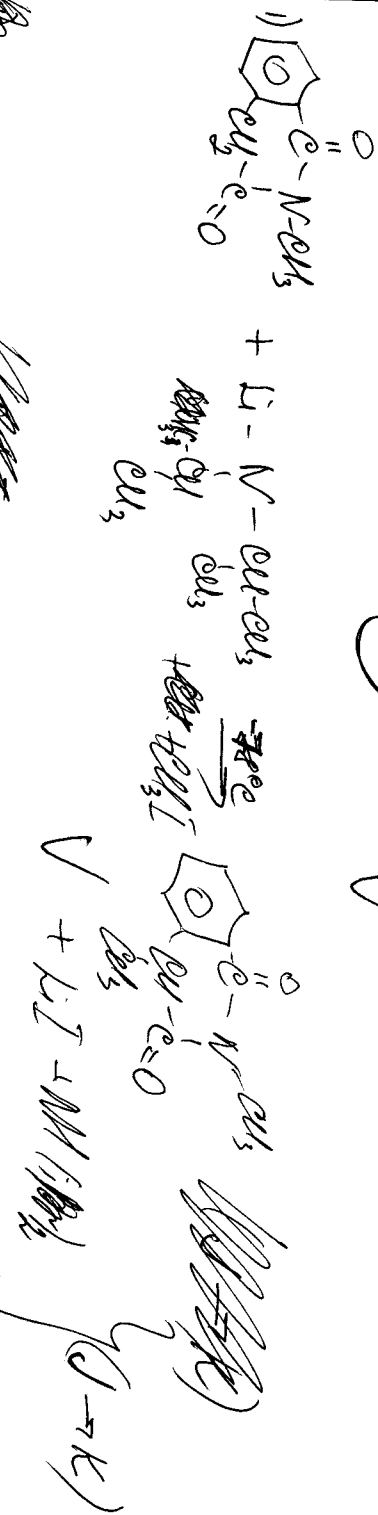
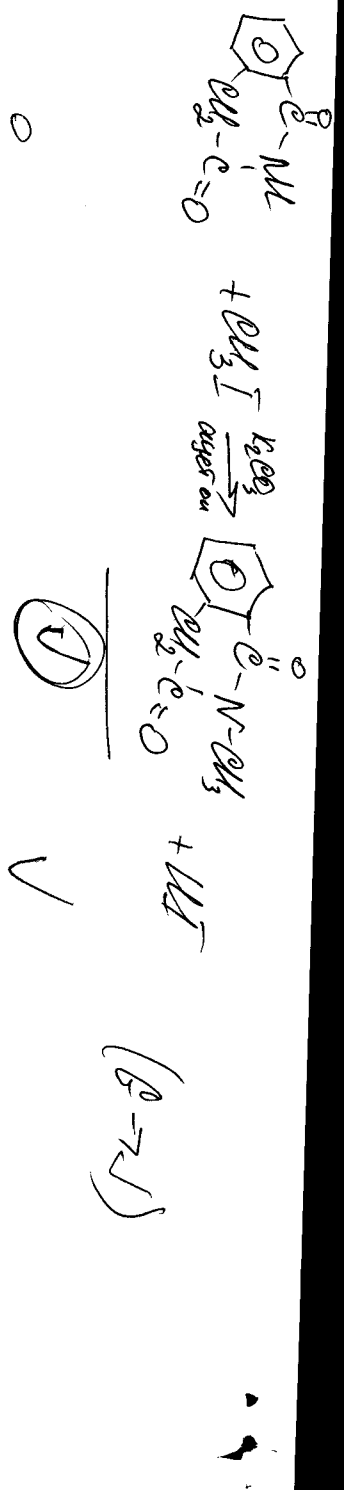


№1



опмо-магнусовский
умуре





part 2 us 7

$n = 1, 2, 3, \dots$
 $l = 0, 1, 2, \dots (n-1)$
 $m_l = -(l+1) \dots (l+1)$
 $m_s = +1/2$

1. 1 уровень

$n=1$
 $l=1-1=0 \Rightarrow$ только s-элементы, т.к. $l=0 \Rightarrow$ s-элементы

~~1 уровень~~
~~2 уровень~~
~~3 уровень~~
 $m_l = -1, 0, 1 \Rightarrow$ 6 уровней элементов
 $m_s = +1/2$ (по каждому элементу)

2. 2 уровень

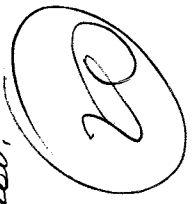
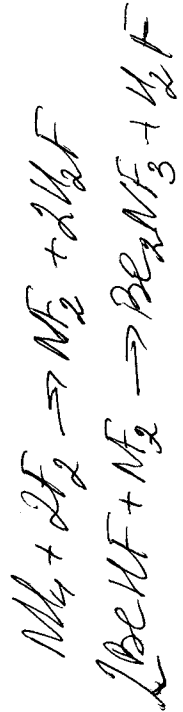
$n=2$
 $l=1 \Rightarrow$ 2 уровня p-элементов, т.к. $l=1 \Rightarrow$ p-элементы

~~3 уровень~~
~~4 уровень~~
~~5 уровень~~
 $m_l = -2, -1, 0, 1, 2 \Rightarrow$ 5 (по каждому) \Rightarrow 5 уровней
 $m_s = +1/2$

1 уровень	H ¹	He ²			Li ³
2 уровень	Be ⁴	B ⁵	C ⁶	N ⁷	O ⁸ F ⁹ Ne ¹⁰ Na ¹¹

2) Ионизация и возбуждение атомов воды - H₂O.
 безразлично, какой из атомов воды в молекуле будет возбужден
 возбуждение на нем не идет, оно в наименее доступном
 А на уровне энергии находится протон.

H₂F, т.к. газ при комнатной температуре не имеет запаха и не является
 токсичным, так как при комнатной температуре не является.



Наименее доступные | Самые доступные

C ⁰	\Rightarrow	N
Li	\Rightarrow	Be
O	\Rightarrow	F

и наименее доступные, и наиболее доступные.

№ 37

УЧЕБНИК

Cu^+ CuCl



I амбара 10 мм \Rightarrow 500 мм, 0,84 \Rightarrow 1,2 \Rightarrow 0,53 \Rightarrow 0,52

I амбара 10 мм \Rightarrow 500 мм, 0,82 \Rightarrow 1,2 \Rightarrow 0,52

I амбара 10 мм \Rightarrow 500 мм, 0,84 \Rightarrow 1,2 \Rightarrow 0,52

Сколько всего, сколько морские ящики отгружать не нужно
съемные морские ящики. Прогноз: \checkmark

$$\textcircled{1} 0,5 - 6 \cdot 10^{-3} \text{ т/ч}$$

$$0,53 - c(Cu^+)$$

$$\textcircled{2} 0,5 - 6 \cdot 10^{-3} \text{ т/ч}$$

$$0,52 - c(Cu^+)$$

$$\Rightarrow c(Cu^+) = 6,36 \cdot 10^{-3} \text{ т/ч}$$

$$\Rightarrow c(Cu^+)_{\text{оп}} = 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ т/ч}$$

$$\Rightarrow c(Cu^+) = 6,24 \cdot 10^{-3} \text{ т/ч}$$

~~$c(Cu^+)_{\text{норм}} = 9,3 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 930$~~
 ~~$c(Cu^+)_{\text{норм}} = 6,3 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 630$~~
 ~~$c(Cu^+)_{\text{норм}} = 6,3 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 630$~~

$$m(Cu^+) = c \cdot V = 6,3 \cdot 10^{-3} \cdot 100000 = 630 \text{ т}$$

$$m(Cu^+)_{\text{норм}} = 0,63 ; m(Cu^+)_{\text{норм}} = 0,009994 \text{ т/ч}$$

$$m(CuCl) = 0,009994 \text{ т/ч}$$

$$m(CuCl) = 2 \cdot m = 0,019988$$

$$w(CuCl) = \frac{m(CuCl) \cdot 100\%}{m(\text{всего})} = \frac{0,019988 \cdot 100\%}{1} = 1,9988\% \approx 2\%$$

$$\approx 98,01\%$$

Ответ: 98,01% CuCl

№ 38

• Терм (A) = $2/100 \Rightarrow$ б морские ящики отгружать A отгружать не нужно было.

Терм A - берем (H₂)

Берем, реагирует с O_2, Fe, Na, Fe при взаимодействии
прогретом. Но берем - Cl, F, I не берем морские ящики
загружаем с берем. Терм B - Ag, Au, Pt .

УЧЕБНИК

I - N_3 (онд $n(N):n(N)=1:3$ (анууд))

II - N_2H_4 (г.к энэ нэгжээс, $n(N):n(NH)=1:2$) (сүлжүүл)

III - N_2H_4 (г.к $n(N):n(NH)=1:1$, n нэгжээр бүтээгдсэн II)

IV - NH_3 (онд $n(N):n(NH)=1:3$)

V - N_2H_4 (г.к $NH_3 + NH_3 \rightarrow N_2H_4$)

$3H_2 + N_2 \xrightarrow{Pt} 2NH_3$ (A+B) \rightarrow I

$2NH_3 + N_2O \xrightarrow{HNO_3} N_2H_4 + N_2O + H_2O$

~~$2NH_3 + N_2O \xrightarrow{HNO_3} N_2H_4 + N_2O + H_2O$~~

~~$NH_3 + NH_3 + H_2O \rightarrow N_2H_4 + H_2O$~~ (II \rightarrow III)

$NH_3 + NH_3 \rightarrow N_2H_4$ (I + II \rightarrow V)

$H \equiv N \equiv N$

II - N_2H_4

H-N-N-N-N-H
| | | |
H H H H

3) сүүрэг сэлжүүл

$2NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2NH_4^+ + 8e^- + 3H_2O + 3H_2O$ / нээх

X O O 242

B үзвэрийг агуулсан $3e^-$ $n(N)=2096 \Rightarrow \frac{2096}{3} = 698.666$

Эсвэл $(N-N)=698.666$

Эсвэл $(N-N)=\frac{4797}{3} = 1599, 57$ нээх

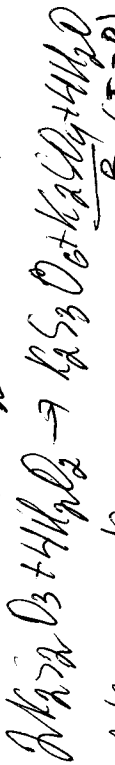
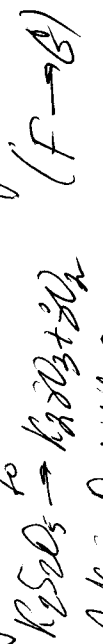
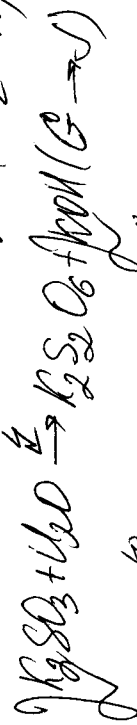
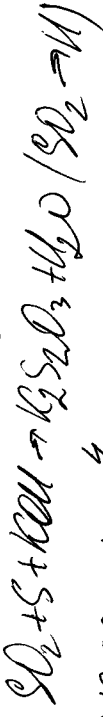
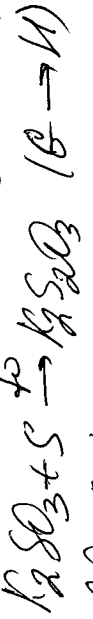
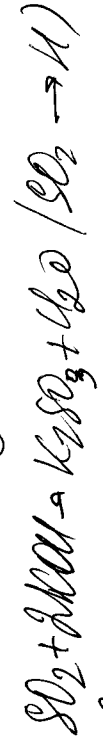
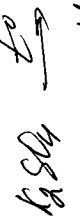
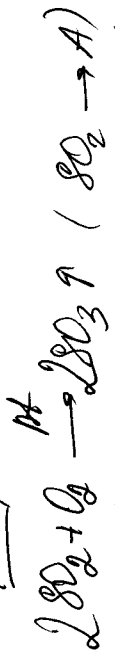
(10)

4) $2NH_3 + Cu \xrightarrow{H^+} Cu(NH_2)_2 + H_2$
 $2NH_3 + H_2 \xrightarrow{H^+} 2H_2 + N_2 + H_2$

5) Сепууланг \bar{p} -сүлжүүл үзвэр хүчинээр ба оновчтой байдлыг судалж, тухайн үзвэрийг агуулсан бүтэц, тухайн үзвэрийг агуулсан бүтэц, тухайн үзвэрийг агуулсан бүтэц.

6) $N_2 \rightarrow P$. Энэ нь ямар нэгэн үзвэр ба үзвэрийг судалж, тухайн үзвэрийг агуулсан бүтэц, тухайн үзвэрийг агуулсан бүтэц, тухайн үзвэрийг агуулсан бүтэц.

УМСТОБУК



18

- A - SO_3 / окислительная
- B - K_2SO_4 / сульфат калия
- C - K_2SO_7
- D - K_2SO_4
- E - $K_2S_2O_4$
- F - $K_2S_2O_5$ / сульфит калия
- G - K_2SO_3
- H - K_2SO_3 / восстановительная
- I - $K_2S_4O_6$
- J - $K_2S_2O_6$ / персульфат калия

С $K_2S_2O_7$

