



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Веденькин Артём Юрьевич**

Класс: **11**

Технический балл: **98**

Дата проведения: **01 марта 2021 года**

Результаты проверки (технический балл):

Задача 1	10
Задача 2	10
Задача 3	13
Задача 4	15
Задача 5	25
Задача 6	25

Задача № 1:

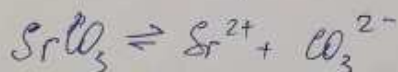
Бомбардировку ядер ионами предпочтительнее проводить так как в таком случае выше шанс столкновения в силу действия закона Кулона об отталкивании одноименных зарядов (~~т.е.~~); Также, ион при разрыве, достаточно создает большой потенциал между началом и концом траектории

Задача № 2:

Рассчитаем концентрации Sr^{2+} и CO_3^{2-} в растворе после смешения:

$$C_{\text{Sr}^{2+}} = C_{\text{SrCl}_2} = \frac{I_{\text{SrCl}_2}}{V_{\text{р-ра}}} = \frac{C_{\text{старая}} \cdot V_{\text{старый}}}{V_{\text{новой}}} = \frac{0,2 \text{ л} \cdot 0,005 \text{ М}}{(0,2 + 0,25) \text{ л}} = 0,002222 \text{ М}$$

$$C_{\text{CO}_3^{2-}} = C_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{0,005 \text{ М} \cdot 0,25 \text{ л}}{0,45 \text{ л}} = 0,002778 \text{ М}$$



$$PP = K_s = 1,1 \cdot 10^{-10} = [\text{Sr}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$$

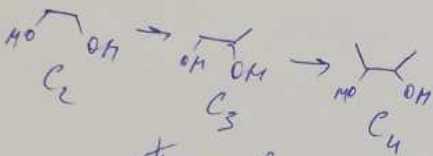
В случае, когда действующее произведение концентраций превышает произведение растворимости — осадок выпадает, иначе — нет; Рассчитаем текущее произведение:

$$PK(t) = [\text{Sr}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 0,002222 \text{ М} \cdot 0,002778 \text{ М} = 6,172 \cdot 10^{-6}$$

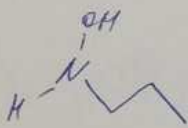
$$6,172 \cdot 10^{-6} > 1,1 \cdot 10^{-10} \Rightarrow \boxed{\text{осадок выпадет}}$$

Задача №3

Иск. искомого вещества - третий член ряда, в нем должно содержаться 3 атома С (18e), остается 42-18=24e, 18e заберёт кислород (предположим, что их 2), тогда на водород приходится 8e. Получаем формулу C₃H₈O₂, ей соответствует пропан-диол CC(O)CO. Но в таком случае это вещество не является третьим членом ряда:



Пусть в состав искомого вещества входит азот:
 $42e - 7e(N) - 8e(O) = 27e$
 $27e - 3 \cdot 6e(C) = 9e$ } Получаем формулу C₃H₉NO



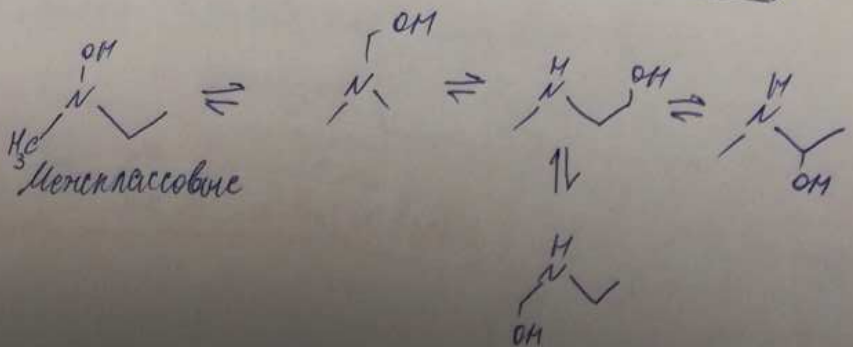
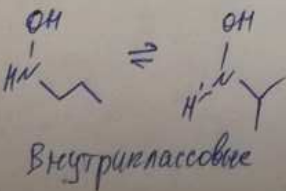
Это вещество (пропилгидроксиламин) нам подходит:

- > третий член ряда моноалкилзамещенных гидроксиламинов
- > содержит 42e
- > содержит 8O

Ответ:

Класс: моноалкилзамещенные гидроксиламины (C_nH_{2n+1}NHOH)

Изомеры:



Задача № 4.

Выразим и приравняем (по условию $P_0 = P_k$) давления в реакторе до и после реакции по уравнению Клапейрона-Менделеева:

$$P_0 = \frac{(\nu_{Cl_2} + \nu_{F_2}) \cdot 8,314 \frac{J}{mol \cdot K} \cdot (20 + 273) K}{V}$$

$$P_k = \frac{\nu_{\Sigma} \cdot 8,314 \cdot (315 + 273)}{V}, \text{ где } \nu_{\Sigma} - \text{суммарное } \nu \text{ после реакции;}$$

$$\frac{(0,125 + 0,675) \cdot 8,314 \cdot 293}{V} = \frac{\nu_{\Sigma} \cdot 8,314 \cdot 586}{V} \quad | \cdot V : 8,314$$

$$0,8 \cdot 293 = \nu_{\Sigma} \cdot 586$$

$$\nu_{\Sigma} = \frac{293 \cdot 0,8}{586} = 0,4 \text{ моль}$$

Запишем реакцию общего вида:

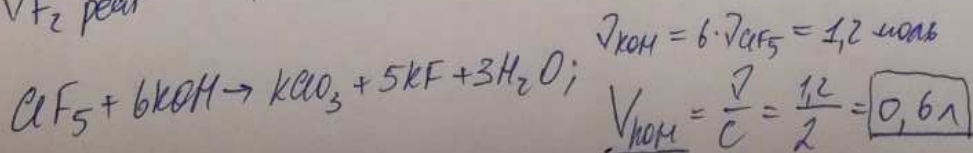
	$Cl_2 + x F_2 \xrightarrow{\eta=0,8} 2 ClF_x$		
было	0,125	0,675	0
реактировало	0,1	x	0
стало	0,025	0,675-x	0,2

$$\underbrace{0,025 + 0,675 - x}_{0,4}$$

$$0,4 = 0,025 + 0,2 + 0,675 - x$$

$$\cancel{x = 0,175} \quad x = 0,5 \Rightarrow \nu_{F_2} \text{ прореагировавшего} = 0,5$$

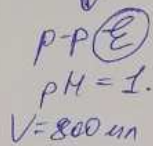
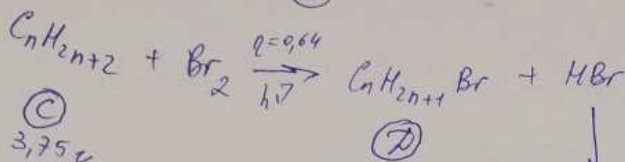
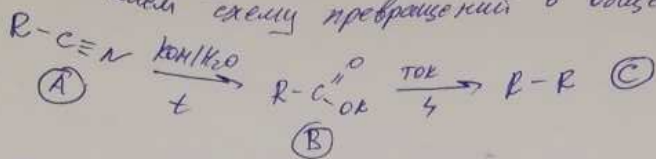
$$\frac{\nu_{Cl_2} \text{ реар}}{\nu_{F_2} \text{ реар}} = \frac{0,1}{0,5} = \frac{1}{5} \Rightarrow ClF_x \equiv ClF_5, \text{ образовалось его } \boxed{0,2 \text{ м}}$$



Зная выход реакции и, что Cl_2 был в недостатке, можно сказать, сколько Cl_2 вступило в реакцию и сколько образовалось продукта:

$$\nu_{ClF_x} = 2 \nu_{Cl_2} = 2 \cdot (0,8 \cdot (\nu_0(Cl_2))) = 2 \cdot (0,8 \cdot 0,125) = 2 \cdot 0,1 = \underline{0,2}$$

Задача 5
Запишем схему превращений в общем виде



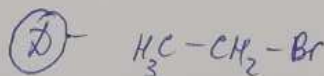
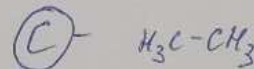
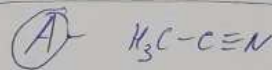
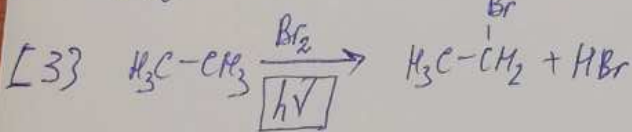
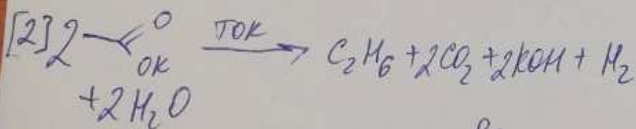
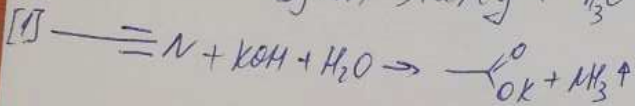
1. Т.к. при бромировании С выделяется газ, С - это алкан ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$)
2. Исходя из рН, найдем $\sqrt{[\text{C}_n\text{H}_{2n+2}]}$:
 $\rho\text{H}=1$
 $-\lg[\text{H}^+] = 1$
 $\lg[\text{H}^+] = -1$
 $[\text{H}^+] = 0,1$

HBr - сильная к-та $\Rightarrow [\text{H}^+] = \text{C}(\text{HBr}) = 0,1 \text{ M}$; $\sqrt{[\text{HBr}]} = \text{C}V = 0,8 \text{ л} \cdot 0,1 \text{ M} = 0,08 \text{ моль}$.

$$\sqrt{[\text{HBr}]} = 0,64 \cdot \sqrt{[\text{Br}_2]} \Rightarrow \sqrt{[\text{Br}_2]} = \frac{0,08}{0,64} = 0,125 = \sqrt{C};$$

3. Вычислим формулу С: $M(C) = \frac{m}{\sqrt{V}} = \frac{3,75 \text{ г}}{0,125 \text{ моль}} = 30 \text{ г/моль}$, что

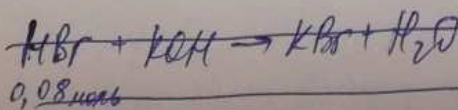
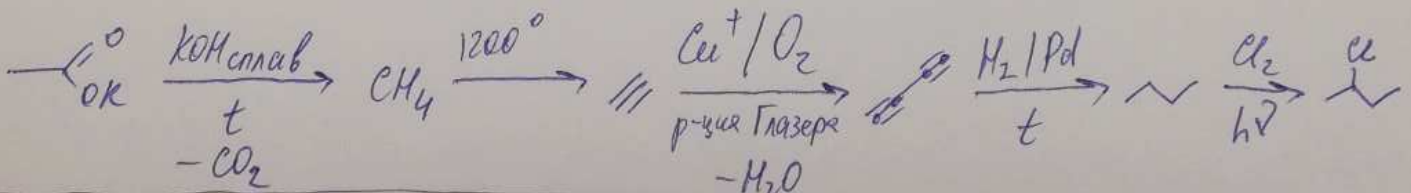
соответствует этану: $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3 \Rightarrow \text{R} = \text{CH}_3$, тогда:



E - раствор 0,1 M HBr

условие реакции
бромирования - свет
или температура $> 200^\circ$

Синтез  из B:



Если рН р-ра 13, то $\rho\text{OH} = \rho\text{KOH} \rho\text{H} = 1 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \text{C}[\text{OH}^-] = 0,1 \text{ M}$; такую концентрацию
невозможно создать

Чистовик стр 5

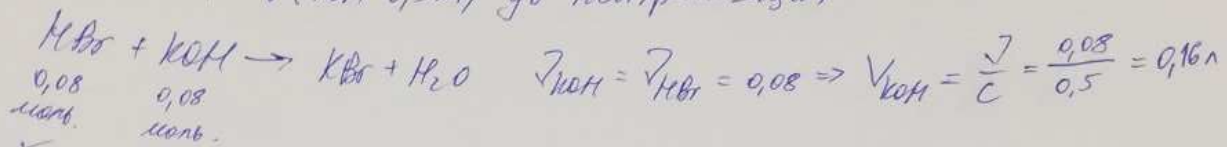
ВАР 2

Задача №5 (продолжение)

3. Если $pH = 13$, $pOH = pK_w - pH = 14 - 13 = 1$, тогда $[OH^-] = 0,1 M$.

Значит, нужно рассчитать объём KOH $0,5 M$ так, чтобы конечная его концентрация была $0,1 M$.

4. Рассчитаем $V(KOH\ 0,5M)$ до нейтрализации



После добавления $0,16 \text{ л } KOH\ 0,5 M$, $pH = 7$, а $V = 0,96 \text{ л}$

5. Зная конечную конечную концентрацию, составим уравнение:

$$\frac{V \cdot C}{V + V_1} = C_{0,1}$$

$$\frac{x \cdot 0,5}{0,96 + x} = 0,1, \text{ где } x - V(KOH\ 0,5M) \text{ прилитого}$$

$$0,96 + x = 5x$$

$x = 0,24$, Тогда объём всего, прилитого к раствору E ,

$$KOH = 0,24 + 0,16 = 0,4 \text{ л}$$

$$\boxed{V_{KOH} \text{ до } pH=13 = 0,4 \text{ л}}$$

Чистовик стр 6

ВОР-2

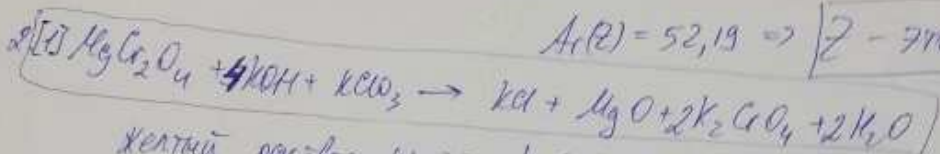
Задача №6

1. $A = MgCr_2O_4$; $w_2 = \frac{2A(2)}{24,31164 + 2A(2)} = 9,5419$

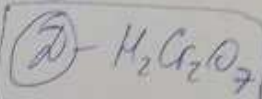
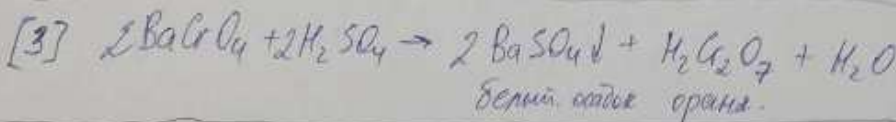
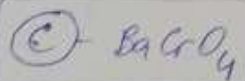
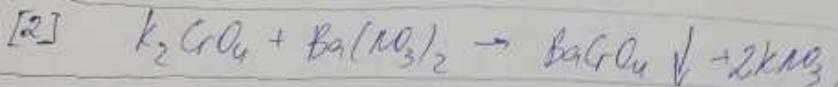
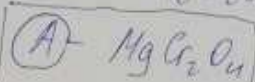
$88,31 + 2A(2) = 3,632A(2)$

$88,31 = 1,632A(2)$

$A(2) = 52,19 \Rightarrow \boxed{2 - \text{это Хром}}$

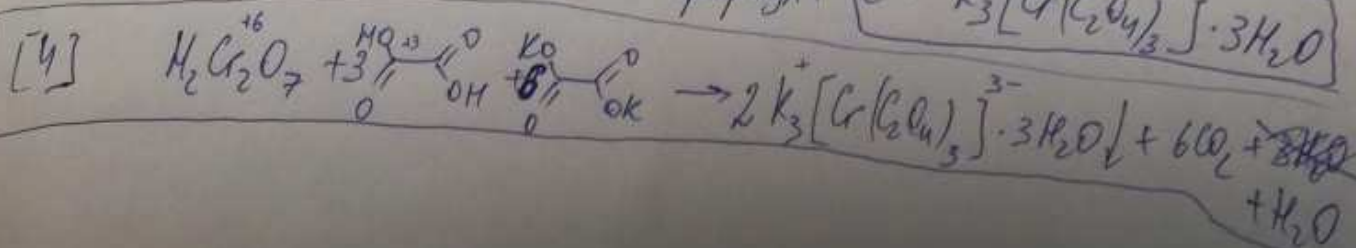
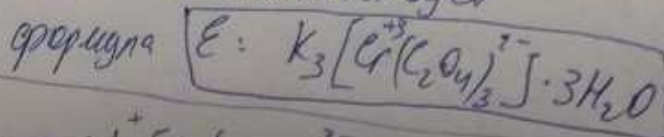


желтый раствор 43-39 K_2CrO_4 , который не переходит в оранжевый $K_2Cr_2O_7$ из-за щелочной среды, создаваемой $KOH \Rightarrow$



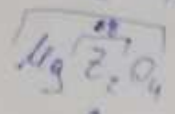
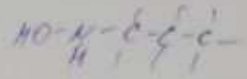
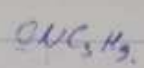
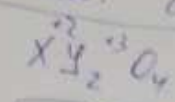
Вероятно, \textcircled{E} - это желтый комплекс Cr^{3+} с оксалат-анионами, гидратированный 3-мя H_2O , кроме Cr^{3+} , H_2O и $(C_2O_4)^{2-}$, там должен быть и K ; координационное число $Cr^{3+} = \sqrt{6}$,

$M(E) = \frac{52 \cdot \text{число}}{0,1068} = 487 \text{ число}$; Условием соответствует

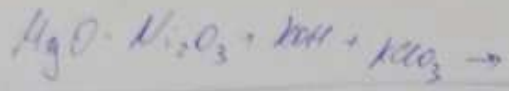


Черновик: с. 7

ВАР-2



$$94,12\% - 91,83 \rightarrow M = 2$$



$$M \cdot PRT \quad P = \frac{PRT}{V}$$

235 L
0,125 Cl
0,675 F₂

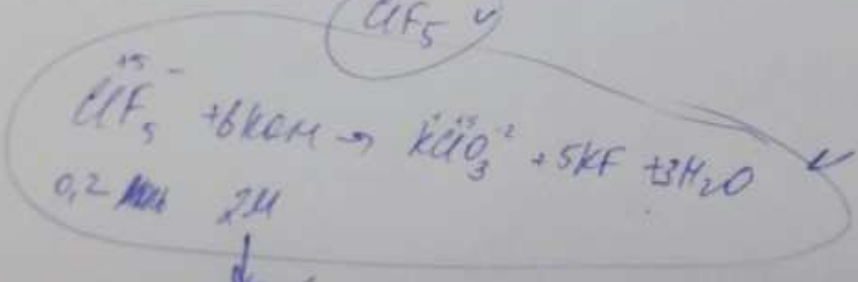
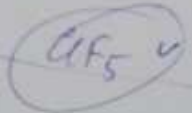
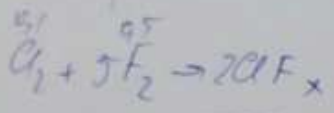
$$\frac{68,8 \cdot 14 \cdot 293}{V} = \frac{2 \cdot 8,14 \cdot 580}{V}$$

	Cl ₂	x F ₂	2 ClF _x
было	0,125	0,675	0
пог	0,1	0,5	0
остало	0,025	0,175	0,2

Точка реакции:

0,4 моль
↓ ↓ ↓
0,025 (0,2) 0,175

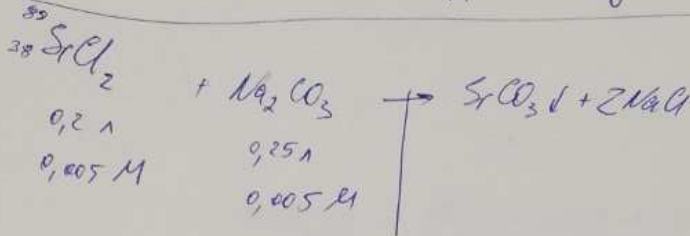
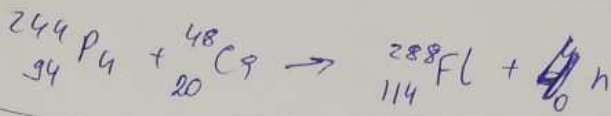
$$C_2 \overset{2}{V} \overset{6}{3 \cdot 2}$$



0,2 моль 2M
↓
0,6 M ✓

Черновик: стр 8

ВАР-2



$\frac{2}{\text{Sr}}$
 $\frac{1}{0,005 \text{ M}}$

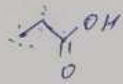
0,000.006172

0,000 000 000 000

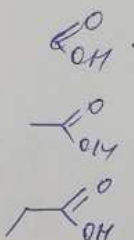


$$K_s = 1,1 \cdot 10^{-10} = [\text{Sr}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$$

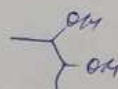
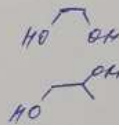
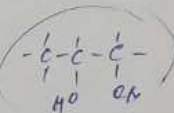
42 e⁻ O CHO



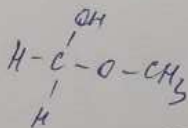
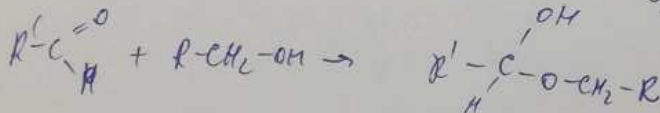
$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$
6 + 8



$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$



$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$



$t: 293 \text{ K}$

0,125 моль Cl_2

0,675 моль F_2

586 K

$\eta = 0,8$

0,125 0,675

1 5,4

$PV = \nu RT$

$$P = \frac{\nu RT}{V}$$

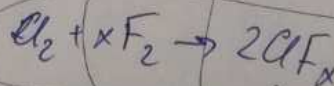
ClF_x

$$P_{\text{исх}} = \frac{0,8 \cdot 8,314 \cdot 293}{x} \text{Cl}_2 + 0,5 \text{F}_2 =$$

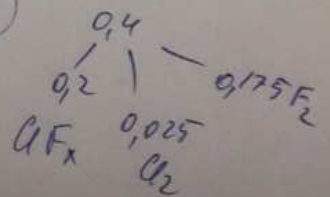
$$P_{\text{кон}} = \frac{0,8 \cdot 8,314 \cdot 586}{x}$$

$$0,8 \cdot 8,314 \cdot 293 = \frac{2}{x} \cdot 8,314 \cdot 586$$

$$\frac{2}{x} = 0,4 \text{ моль}$$



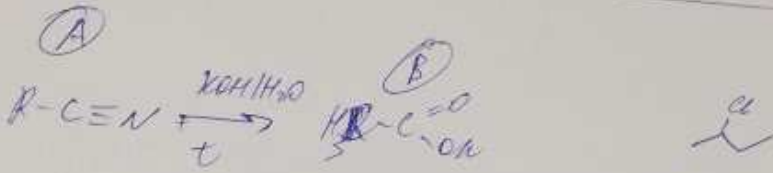
исход	0,125	0,675	0
реак	0,4	x(0,5)	0
остано	0,025	0,675-x	0,2



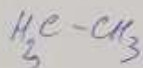
37

Упроблок 09

ВАР-2



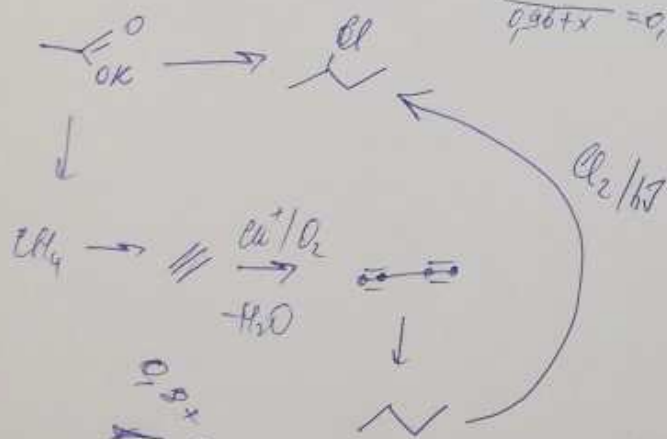
$c = \frac{7}{V} \quad s = \frac{7}{2}$
 $2 = CV$



$c = \frac{7}{V} \quad s = \frac{6}{10}$

E-PP
 $pH = 1$

$-\log_{10} [H^+] = 1$
 $\log_{10} [H^+] = -1$
 $[H^+] = 10^{-1}$
 $[H^+] = 0,1 \text{ M}$
 $[FeBr_3] = 0,1 \text{ M}$

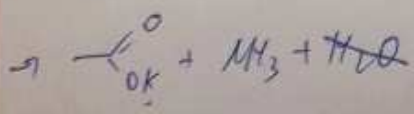


$2HBr = 0,1 - 0,08 = 0,02$

$0,96 + x = 0,1$

$\frac{0,5x}{0,96+x} = 0,1$
 $0,96 + x = 5x$
 $0,96 = 4x$
 $x = 0,24$

$[Cl_2] = 0,1 \text{ M}$
 $[CH_3Cl] = 0,1 \text{ M}$
 $pH = 13$
 $pOH = 1$
 $pH = 13$

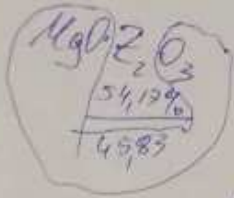
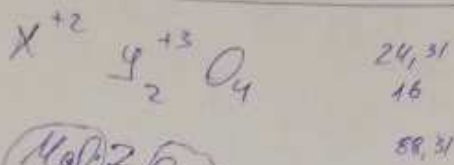


H_2O

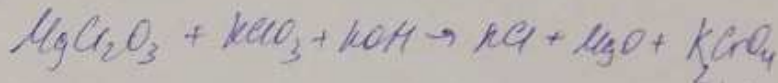
0,5 M

Упробик стр 10

ВАР-2



Cr

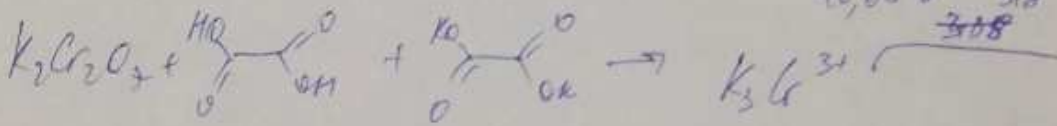
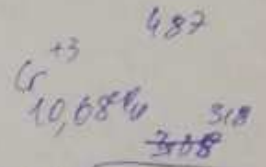


A - $MgCr_2O_3$

B - KOH

C - $BaCrO_4$

D - $K_2Cr_2O_7$



Cr