



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

## **ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Яковлева Анна Михайловна**

Класс: **11**

Технический балл: **89**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Проверяющий Афанасов М.И  
файл 0629.pdf – черновик

Итого:  $8 + 16 + 15 + 20 + 20 + 10 = 89$  баллов

Задание 1. Оценка – 8 баллов

Задание 2. Оценка – 16 баллов

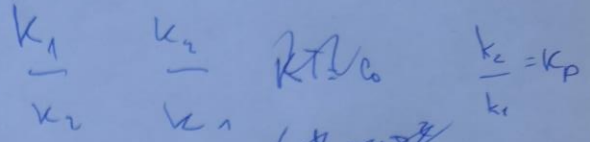
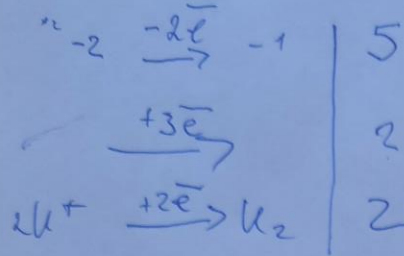
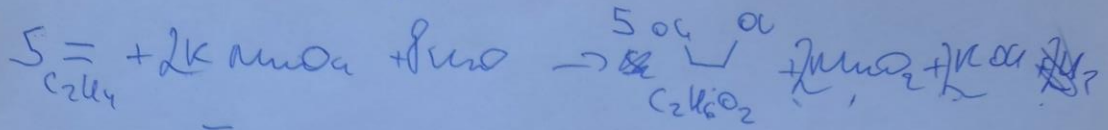
Задание 3. Оценка – 15 баллов. Размерность  $k$

Задание 4. Оценка – 20 баллов

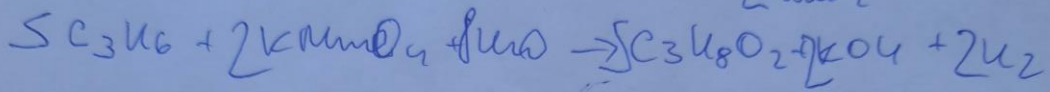
Задание 5. Оценка – 20 баллов

Задание 6. Оценка – 10 баллов. Верно определен состав газов и написаны р-ции их получения.

реакция

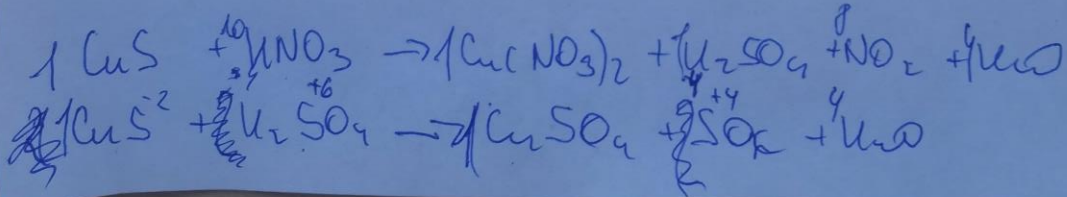
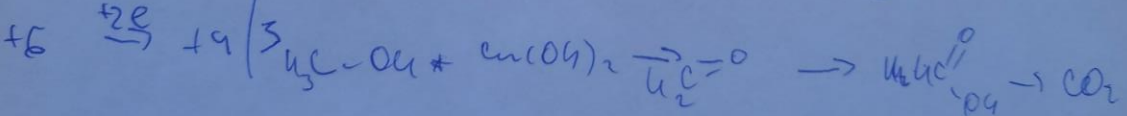
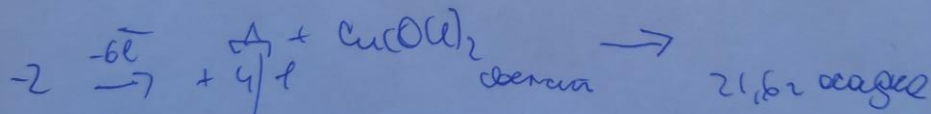
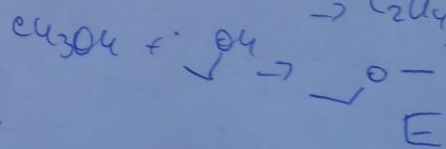
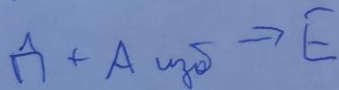
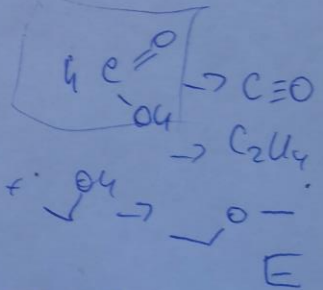
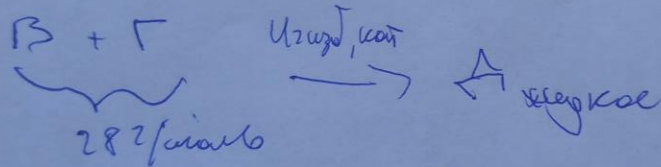
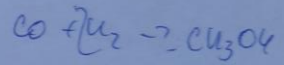
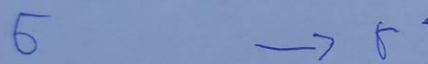
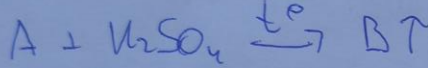


2MnO2 Kp

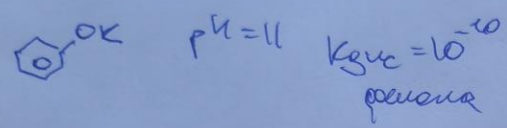
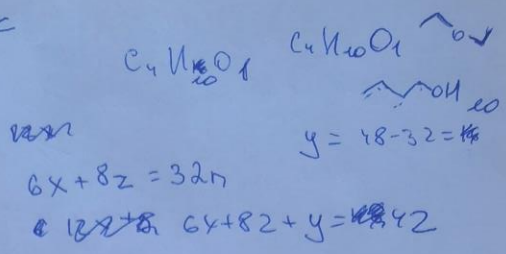
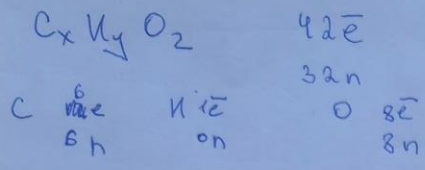


$$K_p = \frac{k_1}{k_2}$$

A и B реакция



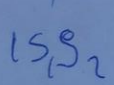
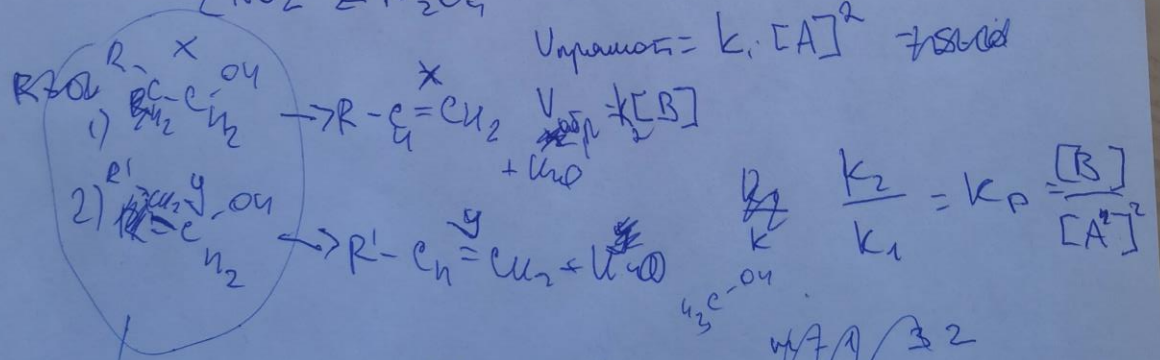
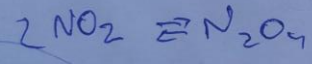
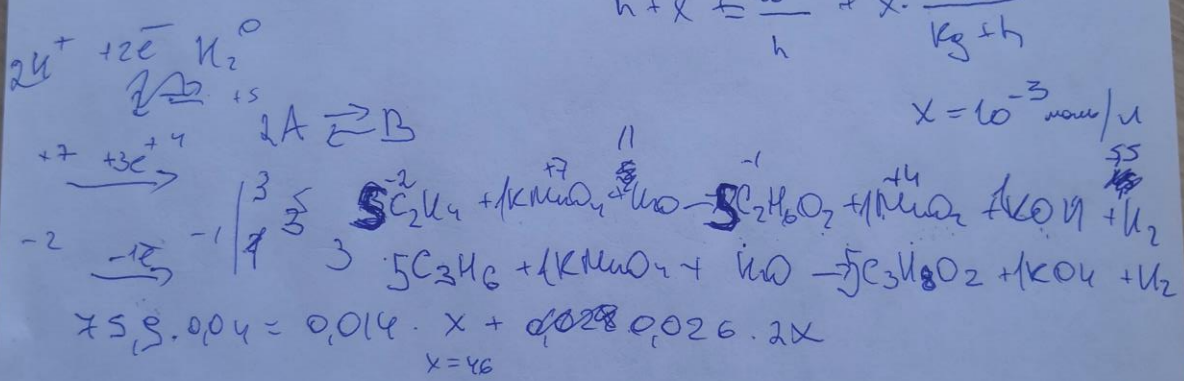
Уравнение



$h + k = \frac{K_w}{h} + \frac{K_a}{h}$

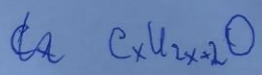
$h + x = \frac{10^{-14}}{h} + x \cdot \frac{K_a}{K_a + h}$

$x = 10^{-3} \text{ mol/l}$



$15.9 = M_1 \cdot x + M_2 \cdot y$   
 $0.3 = x + y$

m=2	46
m=3	60
m=4	74
	88



$14.52 = -M_1 \cdot y + M_2 \cdot y$   
 $14.52 = 14.1$



$C_2-C_3$



Чистый

$\sqrt{2}=1$

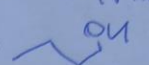
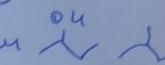
Пусть состав ве-в:  $C_xH_yO_z$

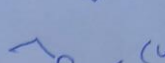

1) нейтралит:  $6x + 8z = 32$

2) электролит:  $6x + 18z + y = 42 \Rightarrow y = 42 - 6x - 18z$  - ко-во "H"

Для "1" уравнение найдем целочисленные значения:  $z=1, x=4$

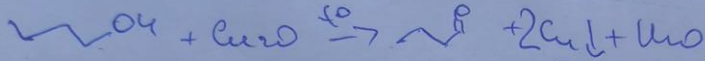
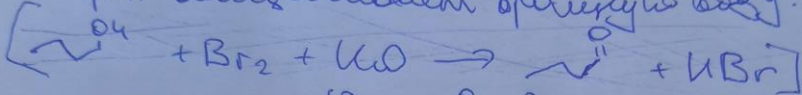
$4 \cdot 6 + 8 = 32$ , Значит формула  $C_4H_{10}O$

Первое ве-во спирт, пусть будет  (или )

Второе ве-во простой эфир, пусть  (или )

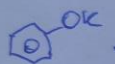
Уравнение для распознавания:

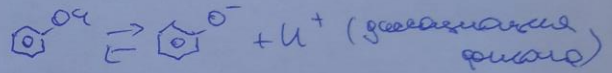
Спирт окисляется бромной водой:



алкоголь, с эфиром такого не будет  
и окисление

$\sqrt{2}$

 - фенилат калия



$pH = 11 \Rightarrow \log(h) = -11 \Rightarrow C_{H^+} = h = 1 \cdot 10^{-11} \text{ м/л}$

Составим электролитический баланс:

$h + [K^+] = [OH^-] + [C_6F_5O_3]^-$ ; Пусть  $C_{C_6F_5O_3} = x \text{ м/л}$

$h + x = \frac{Kw}{h} + x \cdot \frac{K_2}{K_2 + h}$   $\leftarrow$  электролит L-гидрат

$10^{-11} + x = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} + x \cdot \frac{10^{-10}}{10^{-10} + 10^{-11}} \Rightarrow x = 10^{-3} \text{ м/л}$

Ответ:  $10^{-3}$  моль/литр

$\sqrt{3}$

Т.к. условия не соблюдаются, но будем использовать

$PV = nRT \quad 10^5 \cdot 325 \cdot 1 = n \cdot 8,314 \cdot (273 + 30) \Rightarrow n = 0,04 \text{ моль}$

$n_A = \frac{0,04}{1,86 + 1} = 0,014 \text{ моль} \quad n_B = 0,04 - 0,014 = 0,026 \text{ моль}$

моль  
растворения

Пусть  $M_A$  масса А -  $x^2$ /моль, тогда  $M_B$  -  $2x^2$ /моль

1

Т.к.  $M_{\text{средняя}} = 75,9 \text{ г/моль}$ , составим уравнение:

$$\underbrace{75,9 - 0,04}_{\text{масса}} = \underbrace{0,014 \cdot x}_{M_A} + \underbrace{0,026 \cdot 2x}_{M_B} \Rightarrow x = 462 \text{ г/моль}$$

Т.к.  $M_A = 46 \text{ г/моль}$ , получим  $\text{NO}_2$  (также имеет склонность к димеризации). Тогда  $B - \text{N}_2\text{O}_4$

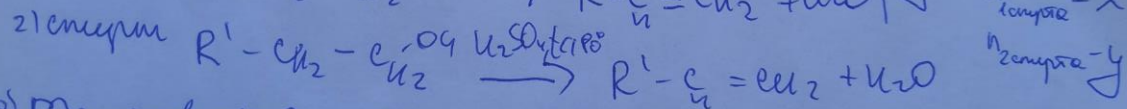
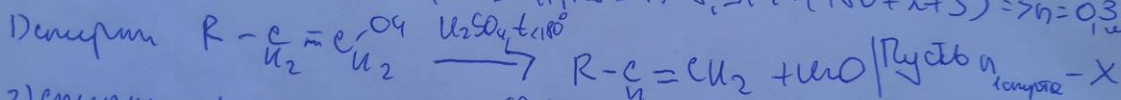
Найдём константу равновесия  $K_p = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{0,026}{(0,014)^2} = 132,65$

$K_p = \left(\frac{k_2}{k_1}\right)^{-1}$ , где  $k_2$  - скорость разложения (обратной реакции)  
 $k_1$  - скорость прямой реакции

$$132,65 = \left(\frac{k_2}{5 \cdot 10^{-3}}\right)^{-1} \Rightarrow k_2 = \frac{3,77 \cdot 10^{-5}}{3,77 \cdot 10^{-5}} \text{ моль} \cdot \text{мин}^{-1}$$

Ответ:  $A - \text{NO}_2$ ;  $B - \text{N}_2\text{O}_4$ ;  $K_{\text{разложение}} = 0,863 \frac{\text{г}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$

Т.к. условия не стандартные найдём  $n$  через  $PV = nRT$   $101,325 \cdot 11,15 = n \cdot 8,314 \cdot (180 + 273) \Rightarrow n = 0,3 \text{ моль}$



а)  $m_{\text{моль}} = 15,92 = M_1 \cdot x + M_2 \cdot y$

б)  $n_{\text{газ}} = x + y = 0,3$   $x = 0,3 - y$ , подставим  $x$  в "а":

$15,92 = M_1(0,3 - y) + M_2(y)$   $M_{\text{моль}} = 12m + 2m + 2 + 16 = 14m + 18$

Зная, что образуется газ, поbedarfем стандарт и пропановый спирт, ведь при дегидратации образуется соответствующий спирт, тогда  $15,92 = 46(0,3 - y) + 60y$

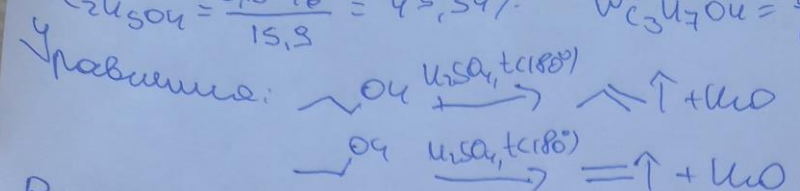
$y = 0,15 \text{ моль}$   
 $x = 0,15 \text{ моль}$

Формула спиртов:  $\text{C}_m\text{H}_{2m+2}\text{O}$   
 $M_{\text{моль}} = 14m + 18$  где  $k$  и  $m$  целые  
 $M_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 46 \text{ г/моль}$   
 $M_{\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}} = 60 \text{ г/моль}$

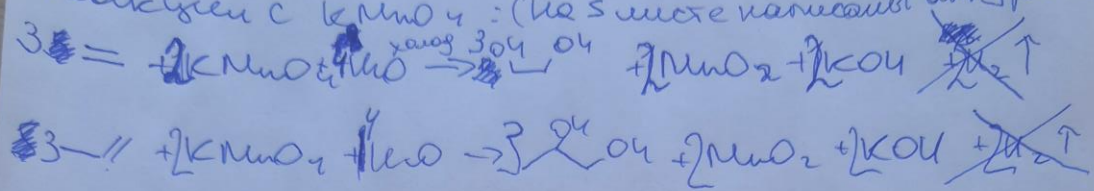


то получиваем систему уравнений

$$W_{CuSO_4} = \frac{0,15 \cdot 46}{15,8} = 43,34\% \quad W_{Cu_2(OH)_2CO_3} = \frac{0,15 \cdot 60}{15,8} = 56,6\%$$



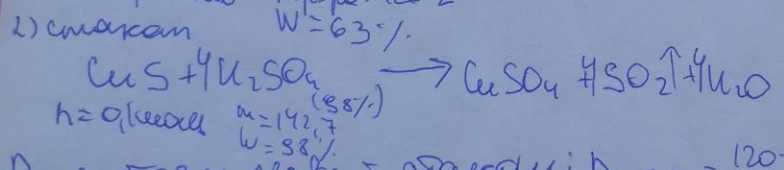
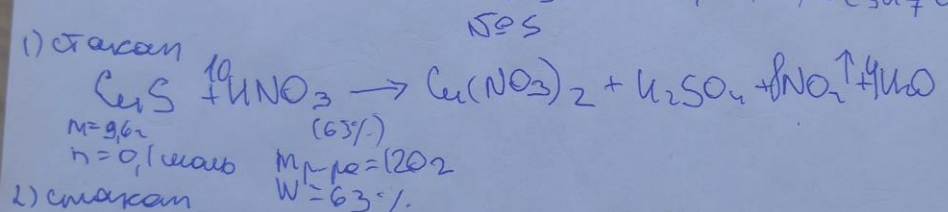
Реакция с  $KMnO_4$ : (не сможете написать сразу правильно)



$$n = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow \frac{0,15 \cdot 2}{3} = 0,1 \text{ моль } n_{KMnO_4} \quad \left. \begin{array}{l} 0,2 \\ 0,2 \end{array} \right\} \text{ суммарно } 0,4 \text{ моль}$$

$$n = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow \frac{0,15 \cdot 2}{3} = 0,1 \text{ моль } n_{KMnO_4}$$

$C_{KMnO_4} = 0,4 \text{ M} \Rightarrow$  Если  $n = 0,2 \text{ моль}$ , то  $V = 0,5 \text{ литра}$   
 Ответ:  $0,5 \text{ литра}$ ,  $W_{CuSO_4} = 43,34\%$ ,  $W_{Cu_2(OH)_2CO_3} = 56,6\%$



Посчитаем первый стакан:  $n_{HNO_3} = \frac{120 \cdot 0,63}{1 + 14 + 48} = 1,2 \text{ моль} \Rightarrow CuS$

получено при переносе

$$m_{стакан1} = 9,6 + 120 - 0,1 \cdot 8 \cdot 46 + m_{стакан} = 92,8 + m_{стакан}$$

Посчитаем второй стакан: там тоже будет  $H_2SO_4$

$$m_{стакан2} = 9,6 + 142,7 - 0,1 \cdot 4 \cdot 64 = 126,7 + m_{стакан}$$

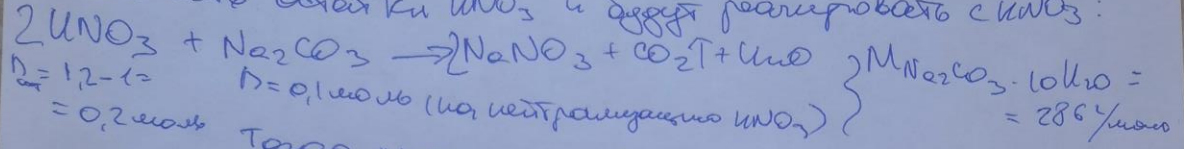
1 стакан:  $m_{стакан} + 92,8$   
 2 стакан:  $126,7 + m_{стакан}$

Δm между двумя стаканами =

ответ

= m<sub>2</sub> - m<sub>1</sub> = 126,7 + m<sub>стакана</sub> - 92,8 - m<sub>стакана</sub> = 33,9 г

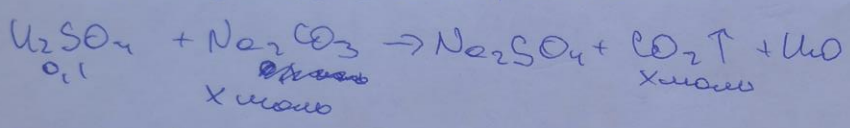
Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> · 10H<sub>2</sub>O нужно добавить в стакан с HNO<sub>3</sub> (нужен стакан)  
 Там есть остатки HNO<sub>3</sub> и будет реакция с HNO<sub>3</sub>:



n<sub>HNO<sub>3</sub></sub> = 12 - 1 = 11 моль  
 n = 0,1 моль (на нейтрализацию HNO<sub>3</sub>)  
 Тогда m<sub>стакана</sub> станет:

92,8 + 0,1 · 286 - 44 · 0,1 = 117 г, масса второго стакана еще не достигнута

Потом в стакане есть 0,1 моль H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



m = 126,7 - 117 = 9,7 - разность стаканов

9,7 = 286 · x - 44x ⇒ 0,04 моль еще надо добавить

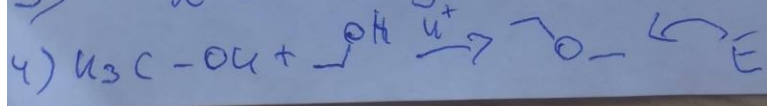
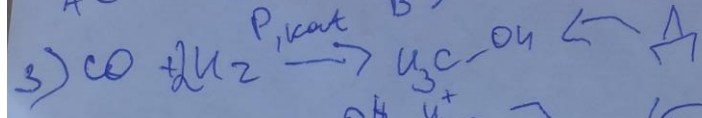
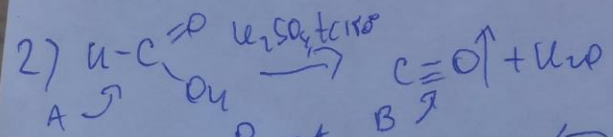
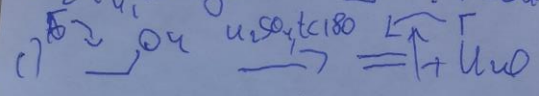
В сумме добавили: 0,1 + 0,04 = 0,14 моль

m = 0,14 · 286 = 40,04 г

Ответ: 40,04 г кристаллической; Δm = 33,9 г

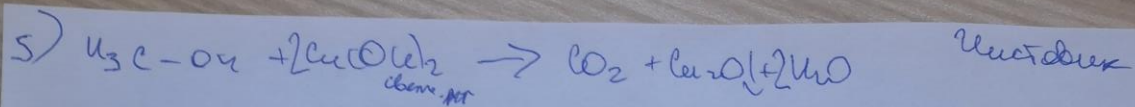
№ 5

Решим по O<sub>2</sub> = 0,875 ⇒ M<sub>мол</sub> = 282 г/моль. Далее узнаем, что у нас исходно есть кислота, которая подвергается дегидратации и при равных условиях В и Г (282 г/моль), M<sub>мол</sub> тоже может быть 282 г/моль. Можем какой-то газ из CO (M = 28 г/м) тогда как раз А - к-та - HC≡C-OH, тогда В - C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, тогда Г - C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>. Реакции:



4



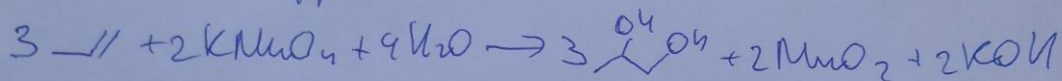
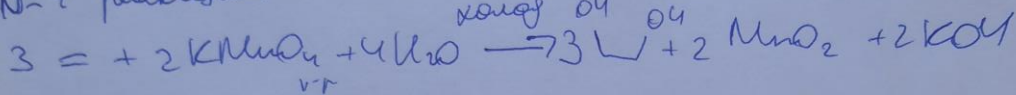


$m_{Cu_2O} = 21,6 \text{ г}$      $n_{Cu_2O} = 0,151 \text{ моль} \Rightarrow n_{CH_3OH} = 0,151 \text{ моль}$

$m_{CH_3OH} = 0,151 \cdot 32 = 4,832 \text{ г}$

Ответ: 4,832 г  $CH_3OH$

\*  $NO_2$  реакция (точно самое по аэрографии)



$n_{C_2H_4} = 0,15 \Rightarrow n_{KMnO_4} = \frac{0,15 \cdot 2}{3} = 0,1 \text{ моль}$

$n_{C_2H_6} = 0,15 \Rightarrow n_{KMnO_4} = \frac{0,15 \cdot 2}{3} = 0,1 \text{ моль}$  } сумма 0,2 моль

$V_{KMnO_4} = \frac{n}{c} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ литра}$

Ответ: 0,5 литра



Председателю апелляционной комиссии  
академика Яковлевича "Юлианович"  
Ректору ИГУ имени М.В. Ломоносова  
академику В.А. Садовничему  
ученица 11 Хим класса, Дмтрев БТГ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Яковлева Анна Александровна

апелляцию.

Прошу пересмотреть выставленные экспертные баллы  
(77) за мою работу заключительного этапа по  
химии, поскольку считаю, что баллы выставлены не  
корректно. Разборивку по каждой своей задаче не знаю,  
поэтому пройду по каждой из них.

Задача "6" - Правильно ч из 6 ве-в и соотв. реакции

Задача "5" - ответ верный

Задача "4" - все ответы можно верить

Задача "3" - ответы верны

Задача "2" - скорее всего тут много ошибок, но:

а) верно составлено уравнение, при рассмотрении  
неизвестной будет верный ответ

б) Вычисление было произведено на кальку  
ляторе, но при записи произошла опечатка:  
вместо  $10^{-2}$ , написали  $10^3$  (верный  $0,011 \approx 0,01$ )

Задача "1" - Верно найдено ве-во, но скорее всего не  
затем реакцию

Большее внимание хотелось бы обратить на "2" задачу,  
ведь из-за механической ошибки потрадан ответ.

23.03.2022