



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант \_\_\_\_\_

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по химии  
профиль олимпиады

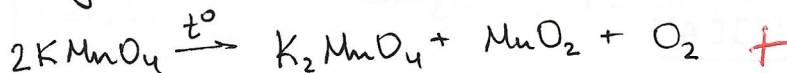
Поповой Ульяна Андреевны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«03» марта 2024 года

Подпись участника

[Подпись]

ЧистовикЗадание 1

восемьдесят

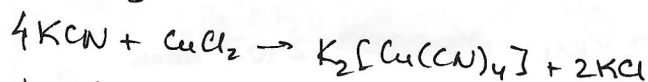
Задание 2Представим хлорид неизвестного металла как  $\text{XCl}_n^{n+}$ 

Тогда можно написать в общем виде ур-е реакции:

Молярная масса  $\text{K}_{4-n}[\text{X}(\text{CN})_4]$  может быть найдена по формуле  $M = \frac{M_{\text{K}} \cdot (4-n) + M_{\text{X}} + 4 \cdot M_{\text{CN}}}{1 - 0,381} = \frac{39 \cdot (4-n) + 26 \cdot 4}{0,619}$  $n=1$ :  $M = 357 \text{ г/моль}$ , что соответствует  $\sim \text{K}_3[\text{Ba}(\text{CN})_4] \ominus$  $n=2$ :  $M = 294 \text{ г/моль}$ , что соответствует  $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$  подходит $n=3$ :  $M = 231 \text{ г/моль}$ , что соответствует  $\text{K}[\text{Sn}(\text{CN})_4] \ominus$ Исходя из валентностей предположительных элементов X подходит только  $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ Задание 3Комплексная частица имеет вид  $[\text{X}^{n+}(\text{CN})_4]^{(4-n)-}$ 

$$M_{\text{гаст.}} = \frac{4 \cdot M_{\text{CN}}}{1 - 0,381} \Rightarrow M_{\text{гаст.}} = \frac{4 \cdot 26}{0,619} = 168 \text{ г/моль, что соответствует}$$

Реакция:



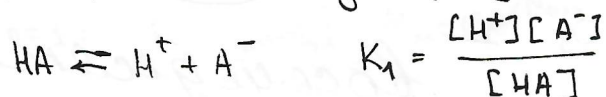
Неизвестный металл: медь

Заряд частицы:  $[2-]$

Задание 4

Чистовик

Для простоты замени абсолютную кислоту янмицу в виде  $HA$ , где  $A^-$  - анион после диссоциации по первой ступени



$$C_{HA} = [HA] + [A^-] = \frac{m_{HA}}{M_{HA}} = \frac{0,67}{134} / 0,2 = 0,025 \text{ моль}$$

$$[A^-] = 0,025 - [HA], \quad [HA] = 0,025 - [A^-]$$

С другой стороны  $[A^-] = [H^+]$

$$\text{Тогда } K_1 = \frac{[H^+]^2}{0,025 - [A^-]} = \frac{[H^+]^2}{0,025 - [H^+]}$$

$$[H^+]^2 = 0,025 K_1 - K_1 [H^+] ; [H^+]^2 + K_1 [H^+] - 0,025 K_1 = 0$$

Решим квадратное ур-е:

$$[H^+] = \frac{-K_1 + \sqrt{K_1^2 + 4 \cdot 0,025 K_1}}{2} \approx 2,77694 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$pH = -\lg [H^+] \approx 2,56 \quad +$$

Задание 5

Титрование:



$$V = 0,004 \text{ л} \quad V = 0,02 \text{ л}$$

$$C = 0,05 \text{ М}$$

$$\Rightarrow C_{HCl} = \frac{V}{V} = 0,01 \text{ М}$$

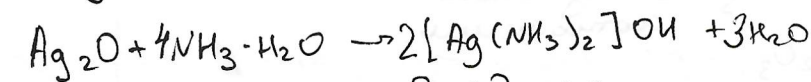
$$D = CV = 2 \cdot 10^{-4} \text{ моль} = D_{HCl}$$

Такая концентрация была получена смешиванием 1 мл  $HCl$  с неизвестной концентрацией и ~~199~~ мл воды (подготовить  $V = 200$  мл)

$$C_{HCl} = \frac{D_{HCl}}{V_{H_2O} + V_{HCl}} = \frac{D_{HCl}}{(199 + 1)/1000} = 0,01 \rightarrow D_{HCl} = \text{~~2 \cdot 10^{-4}}~~ } 2 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$\Rightarrow C_{HCl}^0 = \frac{D_{HCl}}{0,001} = 2 \text{ М} \quad +$$



Задача 7.Чистовик

$$m = 69,6 \text{ г}$$

$$V_1 = 0,3 \text{ моль (м/м)} \rightarrow V_2 = 2V_1 = 0,6 \text{ моль}$$

на 29,6 г смеси нужно 0,6 моль  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$

$$V_{\text{Br}_2} = \frac{9600 \cdot 0,02}{2 \cdot 80} = 1,2 \text{ моль} \quad +$$

на 29,6 г смеси нужно 1,2 моль  $\text{Br}_2$

Соотношение количеств в-ва  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$  и  $\text{Br}_2$  говорит о том, что гомологи - алкины с единственной тройной связью на конце

$$\text{Значит } V_{\text{Алк}_1} = V_{\text{Алк}_2} = 0,3 \text{ моль}$$

Алкин 1:  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ , алкин 2:  $\text{C}_{n+1}\text{H}_{2n}$

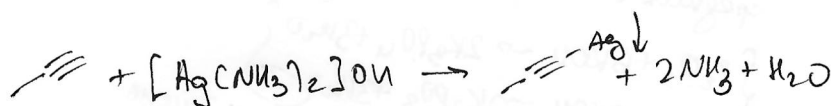
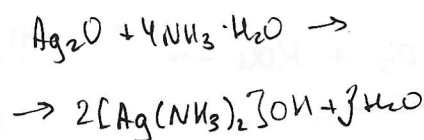
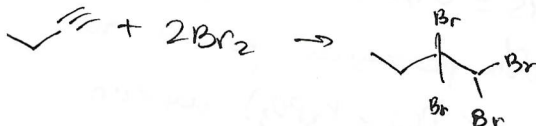
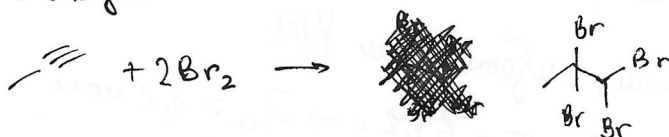
$$0,3 \cdot (M_{\text{C}_n\text{H}_{2n-2}} + M_{\text{C}_{n+1}\text{H}_{2n}}) = 29,6$$

$$12n + 2n - 2 + 12n + 12 + 2n = 28n + 10 = \frac{29,6}{0,3} \rightarrow n \approx 3$$

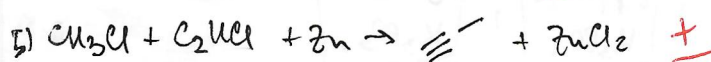
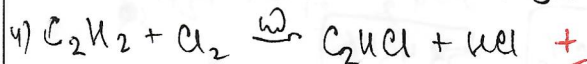
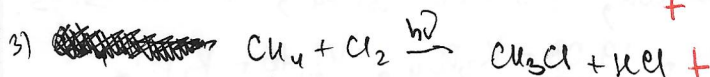
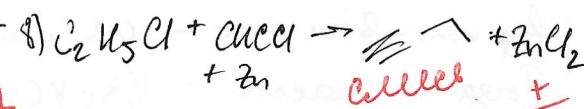
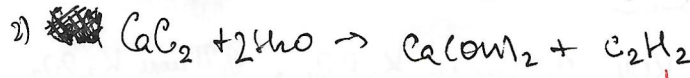
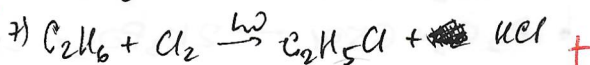
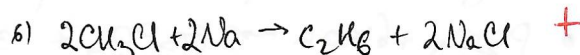
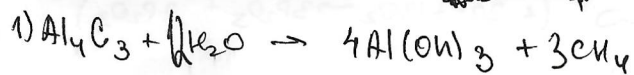
Тогда алкины:  $\text{C}_3\text{H}_4$  и  $\text{C}_4\text{H}_6$



Реакции:



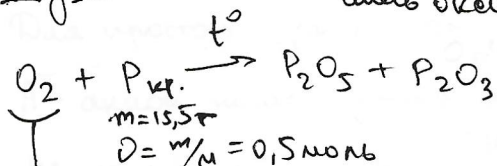
Получение алкинов:



смесь

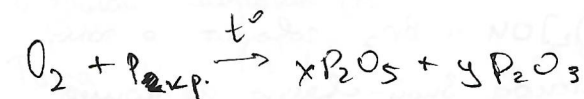
Задача 6 В результате реакции образуется смесь оксидов в неизвестном соотношении

Чистовик



$$pV = \nu RT \Rightarrow \nu = \frac{pV}{RT} = \frac{3,14 \cdot 101,325 \cdot 7}{8,314 \cdot (273 + 25)} \approx 0,8989 \text{ моль}$$

Давление кислорода после протекания реакции уменьшилось в 2 раза  $\Rightarrow \nu_{\text{O}_2}$  уменьшилось в 2 раза  $\Rightarrow$  прореагировало  $\approx 0,45 \text{ моль O}_2$

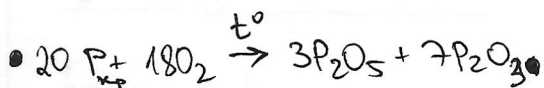


0,45 моль 0,5 моль

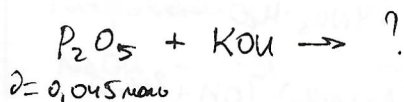
9 : 10

Теперь нужно подобрать такие коэффициенты, чтобы соотношение  $\text{O}_2 : \text{P} = 9 : 10$  сохранилось, и кол-во атомов слева было равно кол-ву атомов справа

Путем долгого перебора получилось:

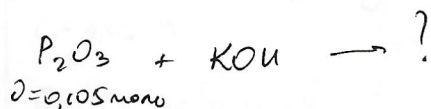


$\nu = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow \nu = 0,045 \text{ моль} \quad \nu = 0,105 \text{ моль}$

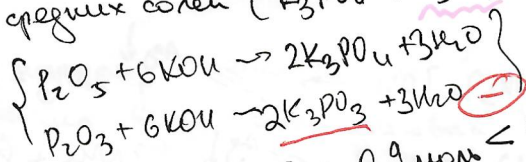


Проверим, в избытке ли KOH:

$$m_{\text{KOH}} = 448 \cdot 0,15 = 67,2 \text{ г} \Rightarrow \nu_{\text{KOH}} = 1,2 \text{ моль}$$

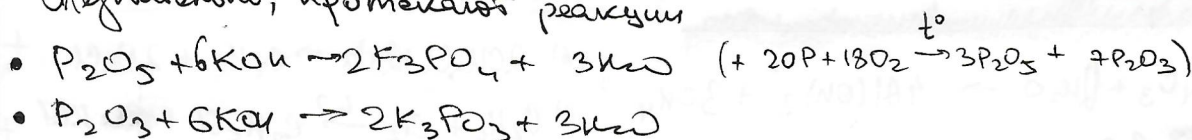


Для того, чтобы реакции пошли до средних солей ( $\text{K}_3\text{PO}_4$  и  $\text{K}_3\text{PO}_3$ ) нужно



$$0,045 \cdot 6 + 0,105 \cdot 6 = 0,9 \text{ моль} < 1,2 \text{ моль}$$

Следовательно, протекают реакции



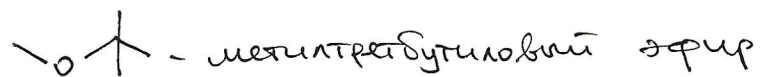
в итоговом р-ре — 0,3 моль KOH, 0,09 моль  $\text{K}_3\text{PO}_4$ , 0,21 моль  $\text{K}_3\text{PO}_3$

Тогда их массы — 16,8 г KOH, 19,08 г  $\text{K}_3\text{PO}_4$ , 41,16 г  $\text{K}_3\text{PO}_3$

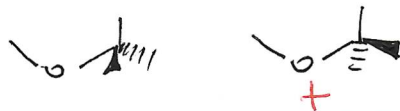
Тогда массовые доли —  $\boxed{21,8\%}$  KOH,  $\boxed{24,76\%}$   $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\boxed{53,43\%}$   $\text{K}_3\text{PO}_3$

$$\omega_x = \frac{m_x}{m_x + m_y + m_z}$$

— (суммарно 100%) —

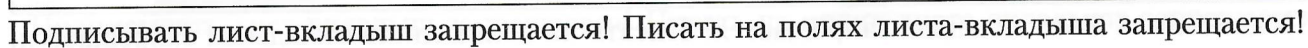
88-26-12-85  
(55.9)Задача 2Чистовик

Оптические изомеры:

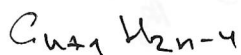
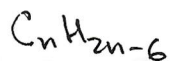


остатки?

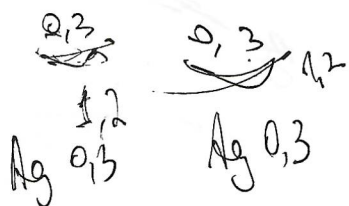
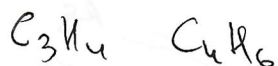




Черновик

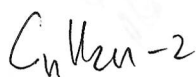
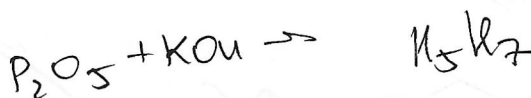
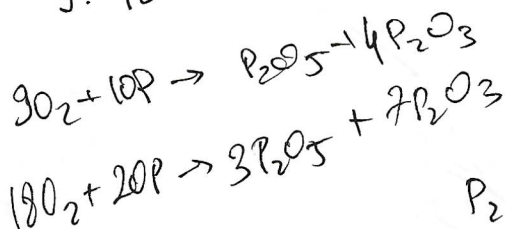
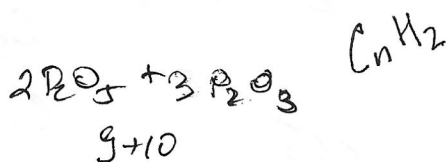
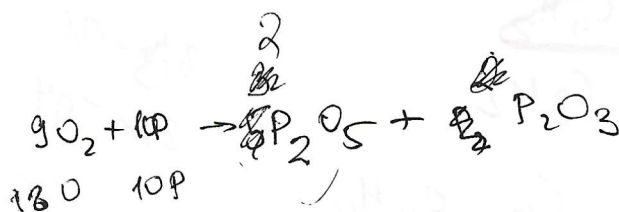


$$12n + 2n - 6 + 12n + 2 + 2n - 4 = 28n + 2$$



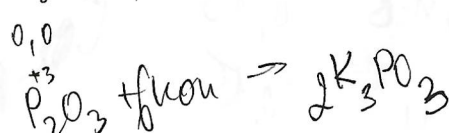
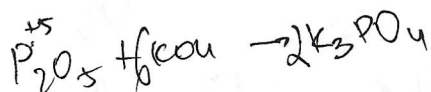
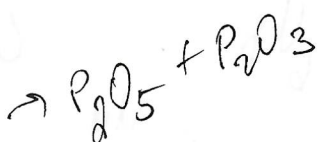
$$O_2 + P \rightleftharpoons$$

$0,8985 \times 15,5r$   
 $\approx 0,9 \quad D=0,5 \text{ mole}$   
 $D=0,45$   
 $9:10$



$$O_2 + P$$

$0,8985 \quad 0,5 \text{ mole}$   
 $1,79:1$   
 $8:5$   
 $0,9$



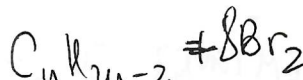
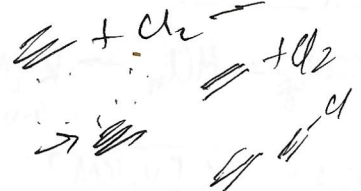
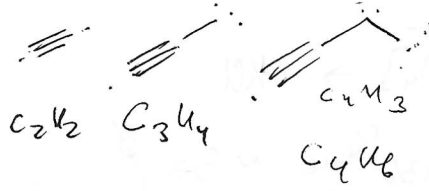
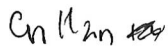
$$12n + 2n - 2$$

$$12n + 12 + 2n$$



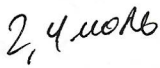
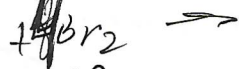
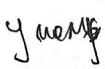
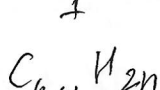
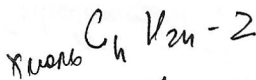


Черновик



$$0,15 \text{ моль} \quad 1,2 \text{ моль}$$

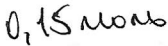
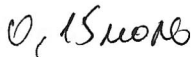
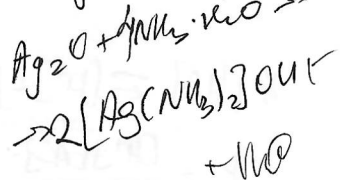
$$1 : 8$$



$$2(x+y) = 2,4$$

$$x = 0,15$$

2 добавляе через



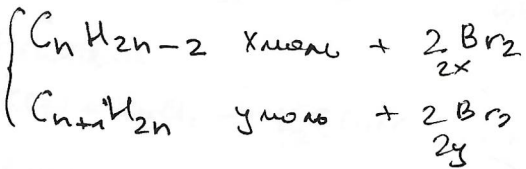
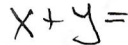
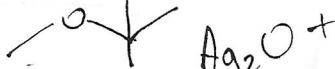
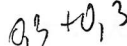
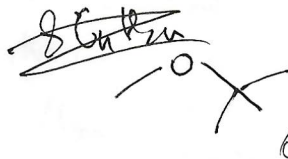
$$0,15 \text{ Ag на } x+y$$

$$x+y = 0,15$$

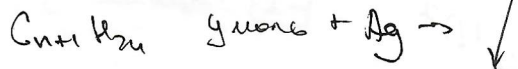
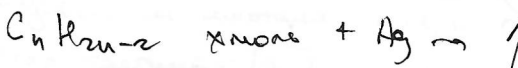


$$0,15 \cdot n = 1,2$$

$$8$$



$$2(x+y) = 1,2 \text{ моль}$$



$$x+y = 0,15 \text{ моль}$$

$$x \cdot (12n+2n-2) + y(12n+12+2n) = 29,6r$$

$$x = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow y = 0,45 \text{ моль}$$

$$x(14n-2) + y(14n+12) = 29,6r$$

$$x = 0,45 \text{ моль} \quad y = 0,15 \text{ моль}$$

$$2,1n - 0,3 + 6,3n + 5,4 = 29,6r$$

$$14n(x+y) - 2x + 12y = 29,6r$$

$$8,4n = 38,7$$

$$n = 4,6$$

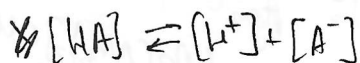
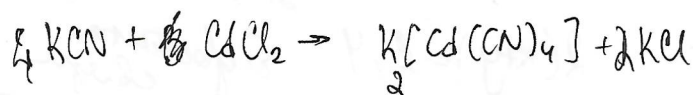
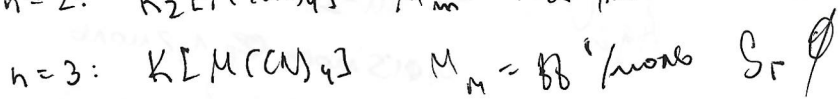
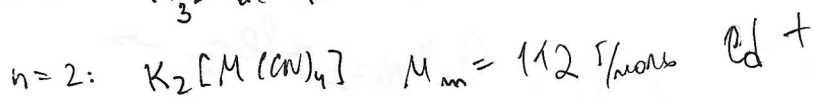
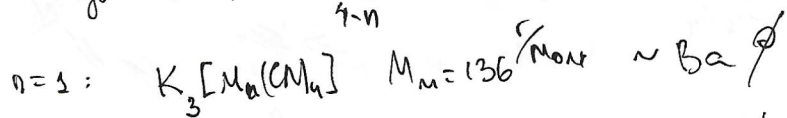
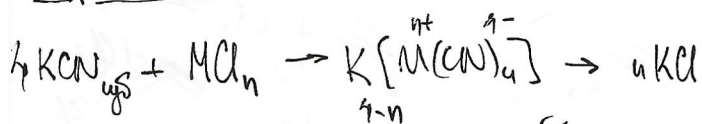
$$14n(0,6) - 10 \cdot 0,3 = 29,6$$

$$8,4n = 29,6$$

$$8,4n = 24,5$$

$$n = 2,916$$

Черновик



$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$C_{\text{HA}} = [\text{HA}] + [\text{A}^-]$$

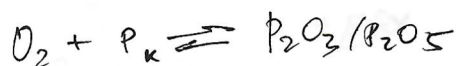


$$C = 0.05 \text{ M}$$

$$V = 20 \text{ мл} \Rightarrow C_{\text{HCl}} = 0.01 \text{ M}$$

$$C_{\text{HCl}} = \frac{V_{\text{HCl}}}{V_{\text{HCl}} + V_{\text{NaOH}}} = \frac{2.01 \cdot 10^{-3}}{200 + 1} = 2.01 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

$$p_{\text{O}_2} = \frac{pV}{RT} = 0.6983 \text{ атм}$$



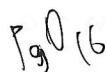
рв в 2 раз  $\Rightarrow$  рв в 2 раз

$$0.44945 \text{ моль P}$$

$$0.5$$

$$1: 1.1$$

$$5 \cdot 10$$



$$0.44935$$

$$1: 1.27$$

$$4: 4.5$$

$$8: 9$$