



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

Иванова Виталия Павловича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«2» марта 2025 года

Подпись участника

И

10-21-21-07

(46.6)

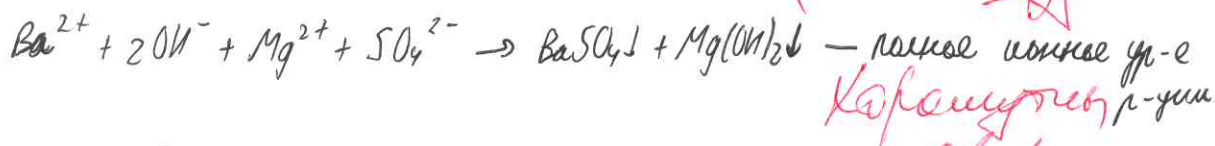
Числовик

Задача 1

(92)

1	2	3	4	5	6	7	≤
6	8	10	12	16	22	18	92

Подойдёт реакция, в которой выпадает два осадка. Пример:



Задача 3

П.к. массы уравновешены и сосуды одинаковы, то массы газов равны. Для идеального газа $pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow m = \frac{pV M}{RT}$.

П.к. газы имеют одинаковый объём и температуру, то

$$\text{для них } M_A p_A = M_B p_B \Rightarrow M_A = M_B \cdot \frac{p_B}{p_A} = 40 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot \frac{101,3 \text{ кПа}}{144,7 \text{ кПа}} =$$

$= 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$. Соединения бора горят ~~зелёным~~ зелёным пламенем. Среди газов с молярной массой $28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ есть CO , N_2H_4 , B_2H_6 , C_2H_4 . П.к. зелёный и голубой — разные цвета, но дигидроксид, вероятно, горит голубым пламенем. Поэтому

A — B_2H_6 . (+)

Задача 4

Формулы спиртов — $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ и $\text{C}_{n+1}\text{H}_{2n+4}\text{O}$, т.к. это ближайшие вещества. $w_1(\text{C}) = \frac{12n}{14n+18}$, $w_2(\text{C}) = \frac{12(n+1)}{14(n+1)+18}$. П.к. $w(\text{C}) = 63,27\%$, и чем больше n , тем больше $w(\text{C})$, то $w_1(\text{C}) \leq w(\text{C}) = 63,27\%$ и $w_2(\text{C}) \geq w(\text{C}) = 63,27\%$.

$$\frac{12n}{14n+18} \leq 0,6327 \Rightarrow 12n \leq 8,8578n + 11,3886 \Rightarrow 3,1422n \leq 11,3886 \Rightarrow n \leq 3,62 \Rightarrow n \leq 3$$

$$\frac{12(n+1)}{14(n+1)+18} \geq 0,6327 \Rightarrow 12(n+1) \geq 8,8578(n+1) + 11,3886 \Rightarrow 3,1422(n+1) \geq 11,3886 \Rightarrow n \geq 2,62 \Rightarrow n \geq 3$$

Получаем $n = 3$. Спирты — $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ и $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$. $w_1(\text{C}) = 60\%$, $w_2(\text{C}) = 64,86\%$.

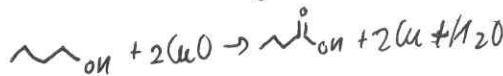
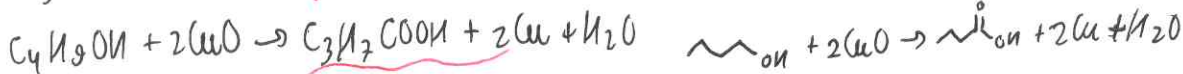
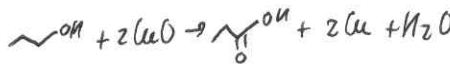
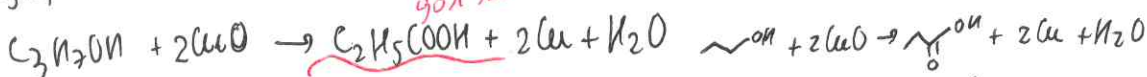
$$w(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}) = \frac{w_2(\text{C}) - w(\text{C})}{w_2(\text{C}) - w_1(\text{C})} = \frac{7,59\%}{4,86\%} = 32,72\%. \quad w(\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}) = 1 - w(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}) = 67,28\% +$$

Условие

Т-числ:



должна быть спирта

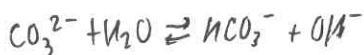


$$\nu(Cu) = \frac{m(Cu)}{M(Cu)} = \frac{25,6}{64} = 0,4 \text{ моль}$$

Спирты первичные, т.к. с ними лучше идёт реакция.

Задача 5

$$K_b(CO_3^{2-}) = \frac{K_w}{K_a(HCO_3^-)} = \frac{10^{-14}}{4,8 \cdot 10^{-11}} = 2,083 \cdot 10^{-4}$$



$$K_b(CO_3^{2-}) = \frac{[HCO_3^-][OH^-]}{[CO_3^{2-}]}$$

т.к. $[OH^-] = 10^{-2,18} \text{ М} \gg 10^{-7} \text{ М}$ то диссоциирует вода можно пренебречь

$$[HCO_3^-] = [OH^-] = 10^{-2,18} \text{ М} = 6,607 \cdot 10^{-3} \text{ М}$$

$$[CO_3^{2-}] = \frac{[HCO_3^-][OH^-]}{K_b(CO_3^{2-})} = 2,095 \cdot 10^{-1} \text{ М}$$

$$[HCO_3^-] + [CO_3^{2-}] = c(Na_2CO_3) = 2,161 \cdot 10^{-1} \text{ М}$$

$$\nu(Na_2CO_3) = c(Na_2CO_3) \cdot V_{р-р} = 2,161 \cdot 10^{-1} \text{ моль}$$

$$M(\text{крист.}) = \frac{m}{\nu} = \frac{50,00}{2,161 \cdot 10^{-1}} = 231,34 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

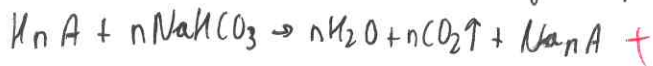
$$\frac{M(\text{крист.}) - M(Na_2CO_3)}{M(H_2O)} = \frac{231,34 - 2 \cdot 22,99 - 12,01 - 16,00 \cdot 3}{1,01 \cdot 2 + 18,00} = 6,96 \approx 7$$

Формула кристаллогидрата — $Na_2CO_3 \cdot 7H_2O$

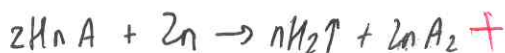
10-21-21-07
(46.6)Задача 6 Четверк

П.к. раствор X окрашивает лакмус в красный цвет, то в этом растворе сильная реакция среды. Вероятно, это раствор кислоты или кислой соли. Проверим это.

Тщательно р-чим с гидрокарбонатами натрия:

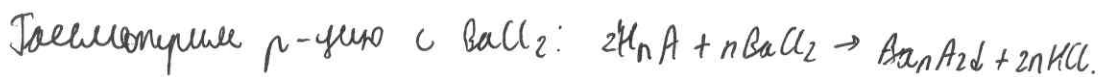


Т-чим с цинком:



Как можно заметить, во втором случае на 1 моль кислоты приходится в два раза меньше моль газа, что соответствует условию. Значит, X - кислота, кислая соль или оксид.

Раствор кислой соли подвергает реакцию выше, т.к. он эквивалентен смеси средней соли и кислоты.



П.к. в случае с цинком не выпало осадка ZnA_2 , то это ограничивает кол-во вариантов, которые можно рассматривать. Допустим осадок — $BaSO_4$. Тогда $\nu(BaSO_4) = \frac{7,77}{137+96} =$

$= 0,03335 \text{ моль} \Rightarrow \text{в } X \nu(S) = 3 \nu(BaSO_4) = 0,10005 \text{ моль}$. Если в формульной единице X одна сера, то $M(X) = \frac{m(X)}{\nu(S)} = \frac{12}{0,1} = 120 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$. $M(X) - M(SO_4^{2-}) =$

$= 120 - 96 = 24 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ — приходится на катионы. Значит, X — $NaHSO_4$.

$MgSO_4$ не подходит, хотя имеет такую реакцию среды, т.к., как mentioned, не окисляет цинк. Значит X только $NaHSO_4$.

Т-чим:



Числится

Рассчитаем первую избыточную реакцию.

$$m_{p-p} = \frac{m_0}{3} + m(\text{NaHCO}_3) - m(\text{CO}_2) = \frac{m_0}{3} + \frac{V(\text{NaHSO}_4)}{3} \cdot M(\text{NaHCO}_3) - M(\text{CO}_2) =$$

$$= \frac{100}{3} + \frac{0,1}{3} \cdot 40 - 44 = 104/3 - 44 = 39,672.$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = V(\text{NaHSO}_4) \cdot \frac{1}{3} \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 142 = \frac{14,2}{3} = 4,7332.$$

$$w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{m_{p-p}} = \frac{4,733}{39,67} = 11,93\% \quad +$$

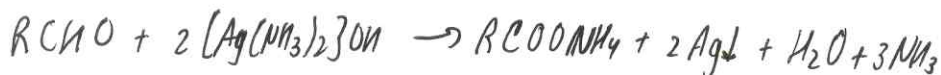
10-21-21-07

(46.6)

Чистовик

Задача 7

Реакция $[Ag(NH_3)_2]OH$ с Б - это реакция окисления альдегида до кислоты с выпадением осадка Ag.

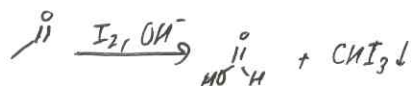
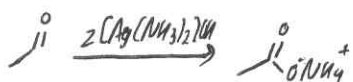
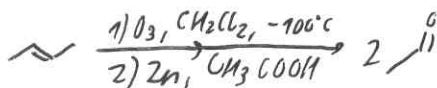


$$\nu(Ag) = \frac{m(Ag)}{M(Ag)} = \frac{324}{108} = 3 \text{ моль}$$

Если Б вступает в галогенирующую реакцию, то Б - метил-кетон.

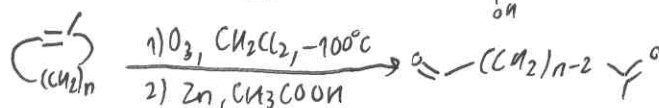
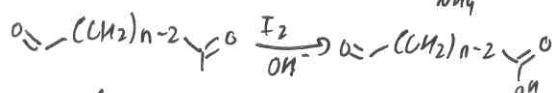
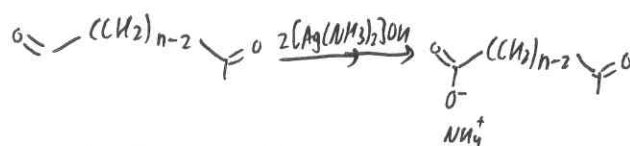
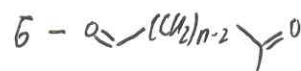
Получаем, что в А при ~~двой~~ в винильном положении были водород и метил. П.к. палимо Б нет продуктов, но возможно два варианта:

1) образуется 2 молекулы Б из одной молекулы А. Тогда



Но в таком случае $M(A) = \frac{\nu(Ag)}{4} \cdot M(C_4H_8) = \frac{43}{4} \cdot 56 = 42$, что не соответствует условию.

2) Соединение А - циклическое. Тогда А - C_nH_{2n}



Учитывая

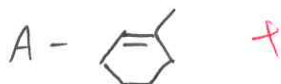
В таком случае $V(B) = \frac{1}{2}V(Ag) = 0,15 \text{ ммоль}$, $V(A) = V(B) = 0,15 \text{ ммоль}$ $\times$

$$m(A) = V(A) \cdot M(A) = 0,15 \cdot (14n + 40)$$

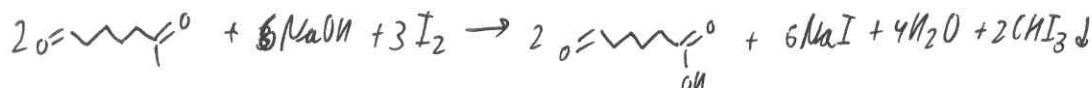
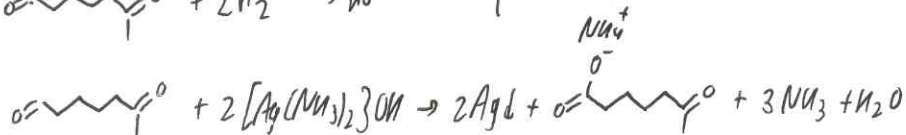
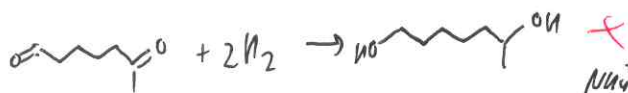
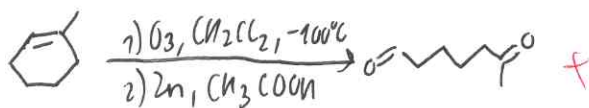
$$m(A) = 0,15 \cdot 14,42$$

$$14n + 40 = M(A) = \frac{2,16}{0,15} = 14,4$$

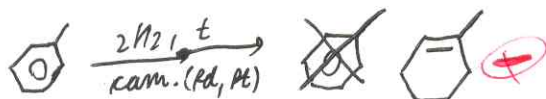
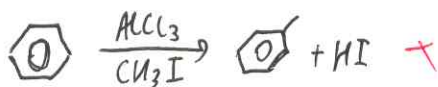
$$n = 4$$



$$V(H_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 7,34}{8,314 \cdot 298} = 0,3 \text{ ммоль} = 2V(B)$$

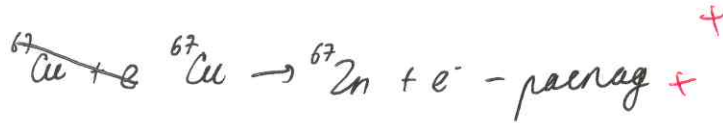
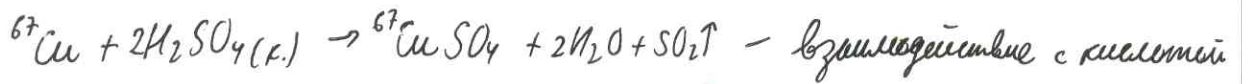


Получение A:



Чистовик

Задача 2



В образовавшаяся медь находится в с.о. $\#2$. Во-первых, р-ция радиоактивного распада имеет первый порядок, поэтому период полураспада не зависит от концентрации изотопов и обратно пропорционален константе скорости реакции.

Во-вторых, при β -распаде в ядре становится на один больше протонов, на один меньше нейтронов и вылетает электрон.

Наличие/отсутствие валентных электронов не влияет на процесс в ядре, т.к. они достаточно далеко от ядра и взаимодействуют с ним слабее, чем те, которые находятся на нижнем уровне. Значит, период полураспада не изменится и остался равным 61,8 часов.

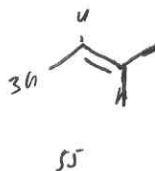
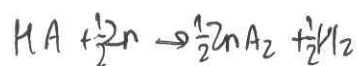
Черновик

$$m = \frac{MPV}{RT}$$

$$\frac{M_{Ar}}{M_r} = \frac{P_r}{P_{Ar}} = 1,428$$

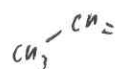
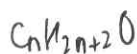
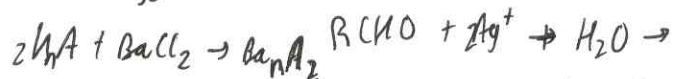
$$28 \frac{2}{\text{мол}}$$

$$\frac{12n}{14n+18}$$



$$V(B \neq 0, 15 \text{ мм})$$

$$M(A) = 96 \frac{2}{\text{мол}}$$



$$\frac{137+2x}{2+2x} = y$$

$$2x(y-1) = 137-2y$$

$$79,6 \frac{2}{\text{мол}}$$

