



02-57-29-91

(54.4)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Цибраевой Анастасии Михайловны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«03» марта 2024 года

Подпись участника

Ан

02-57-29-91
(54.4)

Чистовик

#

№1) 1-й случай) Степень окисления металла в хлориде в 2 раза больше, чем в оксиде, тогда формулы хлорида и оксида можем записать так:



$w(M)$ в хлориде = $\frac{Ar(M)}{Ar(M) + 35,5n}$

85

Восемьдесят пять

$w(M)$ в оксиде = $\frac{Ar(M)}{Ar(M) + \frac{16n}{2}} = \frac{Ar(M)}{Ar(M) + 8n}$

$\frac{1,585 Ar(M)}{Ar(M) + 35,5n} = \frac{Ar(M)}{Ar(M) + 8n}$; тогда:

$1,585 Ar(M) + 6,34n = Ar(M) + 35,5n$

$0,585 Ar(M) = 29,16n$

$Ar(M) = 49,85n$, составим таблицу, чтобы выяснить атомную массу металла:

n	Ar(M)	M-?
1	49,85	X
2	99,7	X
3	149,55	X
4	199,4	X
5	249,25	X

Ни одно из значений не подошло \Rightarrow переходим ко 2-му случаю.

2-й случай) Степень окисления металла в оксиде в 2 раза больше, чем в хлориде, тогда можем записать их формулы так: $MO_{\frac{n}{2}}$; $MCl_{\frac{n}{2}}$, тогда:

$w(M)$ в оксиде = $\frac{Ar(M)}{Ar(M) + \frac{16n}{2}} = \frac{Ar(M)}{Ar(M) + 8n}$

$w(M)$ в хлориде = $\frac{Ar(M)}{Ar(M) + \frac{35,5n}{2}} = \frac{Ar(M)}{Ar(M) + 17,75n}$; тогда:

$\frac{1,585 Ar(M)}{Ar(M) + 17,75n} = \frac{Ar(M)}{Ar(M) + 8n}$

$Ar(M) + 17,75n = 1,585 Ar(M) + 12,68n$

$0,585 Ar(M) = 5,07n$

$Ar(M) = 8,667n$, составим таблицу:

n	Ar(M)	M-?
1	8,667	X
2	17,334	X
3	26,001	X
4	34,668	X
5	43,335	X
6	52,002	Cr, степени окисления +6 и +3 действительно свойственны хрому

Получается, что оксид - CrO_3 ; хлорид - $CrCl_3$, а металл - Cr

Ответ: Cr; CrO_3 ; $CrCl_3$ (T)

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8
8 | 14 | 6 | 12 | 12 | 15 | 85

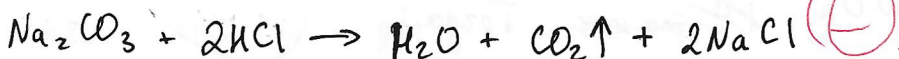
Завт
(Картофель)
Хренков

$$\text{№2)} w(\text{Na}_2\text{CO}_3) \text{ в насыщ. р-ре} = \frac{48,5}{100+48,5} = 0,3266$$

Цитовик

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 100 \cdot 0,3266 = 32,662 \Rightarrow m(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 32,66 = 67,342$$

$$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{32,66}{23+23+12+48} = 0,3081 \text{ моль}$$



$$\nu(\text{HCl}) = 2\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 0,3081 = 0,6162 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,6162 \cdot (35,5 + 1) = 22,492$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = \frac{22,49 \cdot 100}{36,5} = 61,622 \Rightarrow m(\text{H}_2\text{O}) = 61,62 - 22,49 = 39,132$$

$$\nu(\text{NaCl}) = 0,3081 \cdot 2 = 0,6162 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{NaCl}) = 0,6162 \cdot (23 + 35,5) = 36,052$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,3081 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{H}_2\text{O}) = 0,3081 \cdot (16 + 2) = 5,5462$$

$$w(\text{NaCl})_{\text{действ.}} = \frac{36,05}{36,05 + 5,546 + 39,13 + 67,34} = 0,2435$$

$$w(\text{NaCl}) \text{ в насыщ. р-ре} = \frac{36,4}{100 + 36,4} = 0,2669$$

$w(\text{NaCl}) \text{ в насыщ. р-ре} > w(\text{NaCl})_{\text{действ.}} \Rightarrow$ осадок не выпадет. †

Ответ: 0,2435; нет, не выпадет. †

№4) Предположим, что у нас есть 100г вещества, тогда:

X - неизвестное соединение

$$m(\text{X}) = 0,484 \cdot 100 = 48,42$$

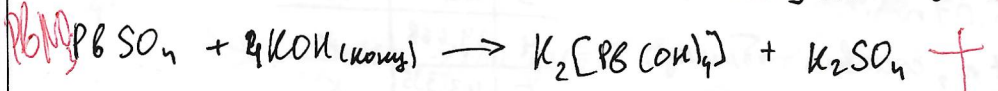
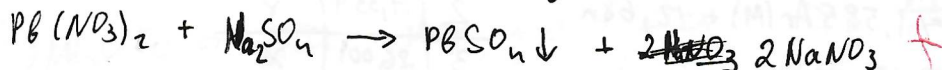
$$m(\text{PbSO}_4) = 100 - 48,42 = 51,62$$

$$\nu(\text{PbSO}_4) = \frac{51,6}{207 + 52 + 64} = 0,15975 \text{ моль} = \nu(\text{X})$$

$$M_r(\text{X}) = \frac{m(\text{X})}{\nu(\text{X})} = \frac{48,4}{0,15975} \approx 303, \text{ X можно получить из } \text{Pb}(\text{NO}_3)_2, \text{ тогда,}$$

предположим, что X содержит свинец:

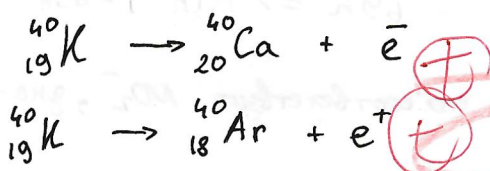
$303 - 207 = 96$ - ост. масса, соответствует PbSO_4 и PbKPO_4 , но поскольку известно, что X - белый, можем сказать, что $\text{X} = \text{PbSO}_4$



Ответ: PbSO_4

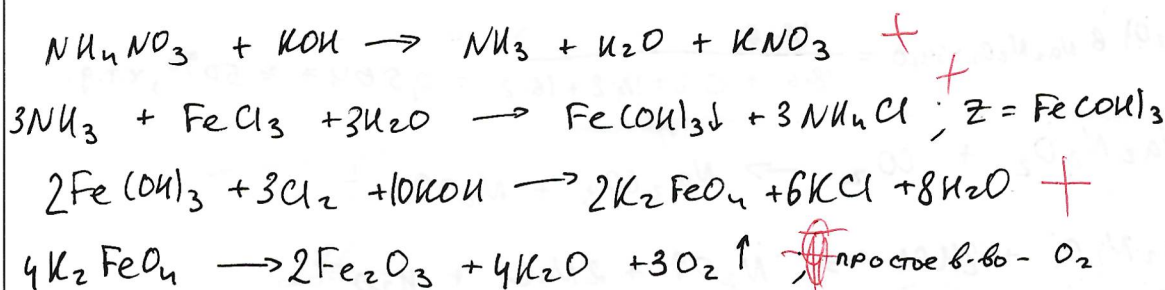
Чистовик

№5) Сказано, что при распадах образуется инертный газ и щелочно-земельный металл. Можно заметить, что одинаковые атомные массы имеют инертный газ - Ar и щелочно-земельный металл - Ca. Их атомные массы равны 40. Между ними в периодической системе находится K и именно при ~~его β^+ и β^- распадах~~ β^+ и β^- распадах его радиоактивного изотопа ${}^{40}_{19}\text{K}$ и образуются ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ и ${}^{40}_{20}\text{Ca}$. К тому же, изотоп ${}^{40}_{19}\text{K}$ достаточно известен.



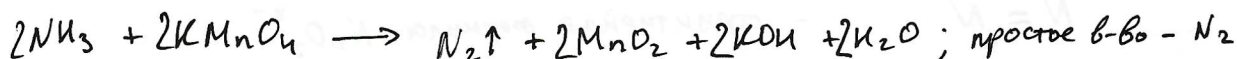
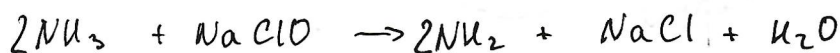
Ответ: ${}^{40}_{19}\text{K}$

№6) При реакции X с щелочью (KOH) образуется аммиак (NH_3) и KNO_3 , который забирают из системы. Из за выделяющегося аммиака при реакции с щелочью можно сказать, что X - соль аммония, а по аммиаку в KNO_3 , что X - нитрат аммония. $X = \text{NH}_4\text{NO}_3$



NaClO - слабый окислитель, он не доведет азот до N_2

$$w(\text{N}) \text{ в } Y = 0,875 \Rightarrow M(Y) = \frac{14n}{0,875} = 16n \Rightarrow \text{при } n=1; M(Y)=16 \Rightarrow Y = \text{NH}_2$$

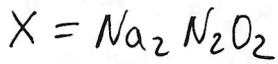
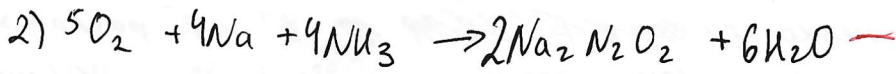
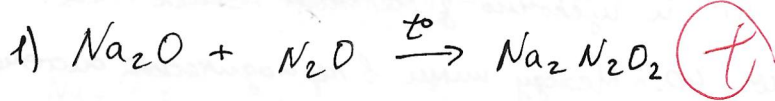


№7) $M(Y) \approx 29 \cdot 1,5 = 43,5 \approx 44$

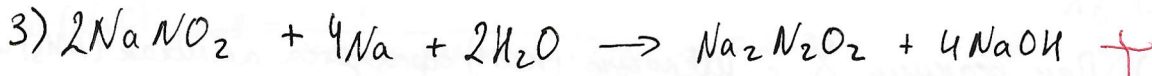
К такой относительной массе подходит газы CO_2 , N_2O и C_3H_8 , но поскольку реакция с CO_2 протекает и при стандартных условиях, то Y - N_2O или C_3H_8 . Но, вторым способом получения X происходит с использованием аммиака, значит Y содержит азот. Тогда Y = N_2O .

Установки

№7 продолжение) Тогда X содержит элементы: Na, N и O \Rightarrow мы можем сказать, что Z = O₂, его Mr = 32, что меньше Mr воздуха (29).



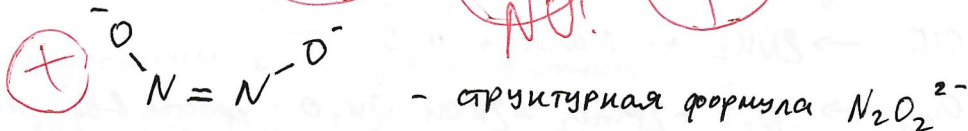
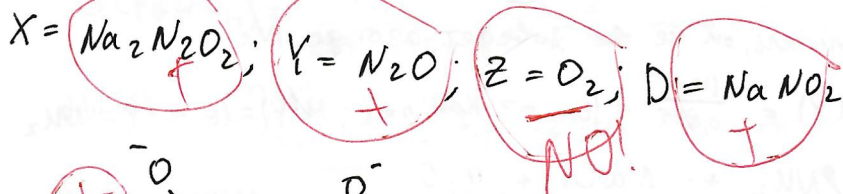
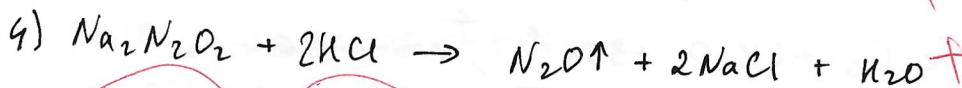
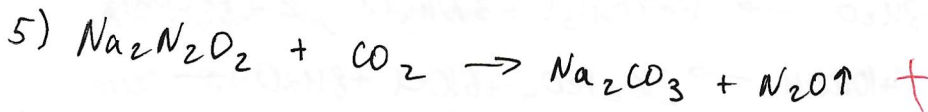
$w(Na) в D = 0,333 \Rightarrow Mr(D) = \frac{23n}{0,333} = 69n \Rightarrow M(A^{n-}) = 69n - 23n = 46n$. При n=1, $Mr(A^{1-}) = 46$, что соответствует NO₂⁻, значит D = NaNO₂



Na₂N₂O₂ действительно имеет щелочную среду, так как гидролиз идёт по аниону слабой кислоты H₂N₂O₂.

Na₂N₂O₂ · 6H₂O - гексагидрат шпозарита натрия

$w(H_2O) в Na_2N_2O_2 \cdot 6H_2O = \frac{18 \cdot 6}{18 \cdot 6 + 23 \cdot 2 + 14 \cdot 2 + 16 \cdot 2} = 0,5047 \approx 50\%$, х.т.г.



Я предполагаю, что анионы солей X₁ и X₂ отличаются тем, что крепятся к катионам Na⁺ разными элементами. В первом случае через донорно-акцепторную связь азота. А во втором через кислороды.

Чистовик

5/1

№3) $MnClO_4$ - хлорат аммонияГаз, конденсирующийся после охлаждения - H_2O , она переходит в жидкое состояние

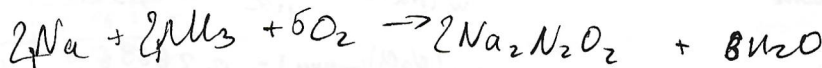
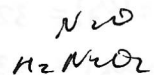
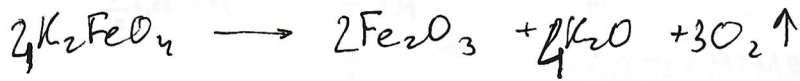
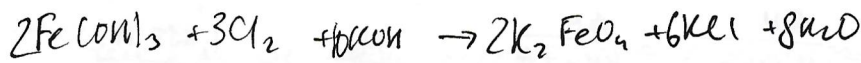
$$M_{\text{смеси}_1} = 29 \quad +$$

$$M_{\text{смеси}_2} = 29 \cdot 1,5 = 43,5 \quad +$$

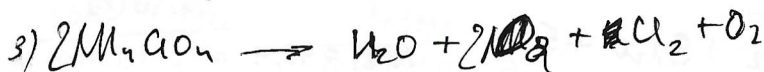
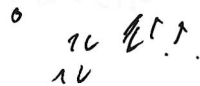
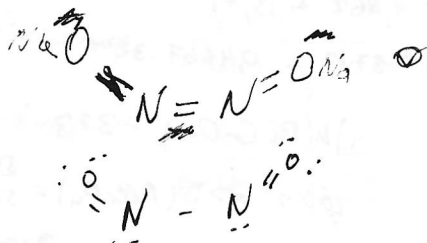
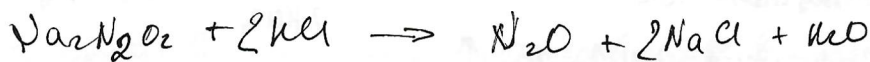
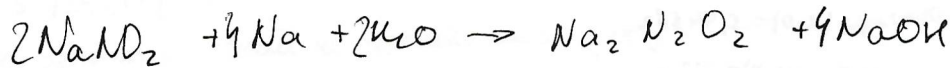
Уравнение ???



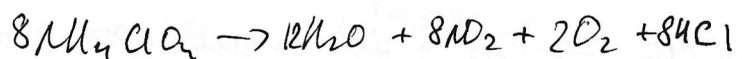
Черновик :



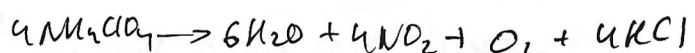
D - NaNO₂



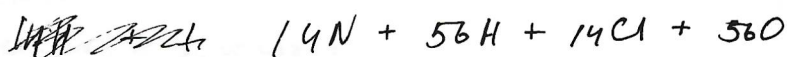
29 =



43,5 =



$$1,4 + 0,4 + 3,55 + 16 \cdot 0,4 = 2,8 + 3,55 + 4 = 10,35$$



Черновик:



$$w_1 = \frac{M}{M + 35,5n} ; w_2 = \frac{M}{M + \frac{16n}{4}} = \frac{M}{4\frac{16n}{4} + M}$$

$$1,585M \cdot \left(\frac{16n}{4} + M\right) = M(M + 35,5n)$$

$$25,36n + 1,585M = M + 35,5n$$

$$6,34$$

$$0,585M = 29,16n$$

$$M = 49,8n$$

n	M	Me
1	49,8	x
2	99,6	x



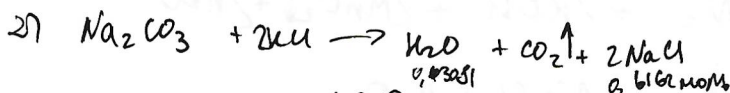
$$\frac{M}{M + \frac{16n}{2}} = \frac{1,585M}{M + 35,5\frac{n}{2}}$$

$$M + 17,75n = 1,585M + 12,68n$$

$$5,07n = 0,585M$$

$$8,67n = M$$

n	M	Me
1	-	x
2	1734	x
3	26	x
6	52	Cr \Rightarrow CrO_3 $CrCl_3$



$$w_{\text{мас.}}(Na_2CO_3) = \frac{48,5}{148,5} = 0,3266$$

$$m(Na_2CO_3) = 32,66 \text{ г} \quad m(H_2O) = 67,34 \text{ г}$$

$$\nu(Na_2CO_3) = 0,3081 \text{ моль}$$

$$\nu(HCl) = 0,6162 \text{ моль}$$

$$m(HCl) = 22,49 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 61,62 \text{ г} \quad m(H_2O) = 39,13 \text{ г}$$

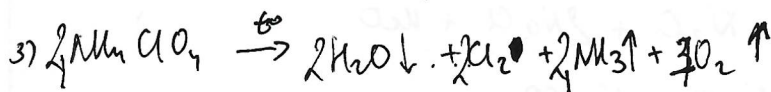
$$+ m(H_2O) = 5,5458 \text{ г}$$

$$m_{\text{одн.}}(H_2O) = 112 \text{ г}$$

$$m(NaCl) = 36,05 \text{ г}$$

$$w(NaCl) = \frac{36,05}{112} = 0,321875$$

$$w(NaCl)_{\text{насыщ.}} = 0,26686$$

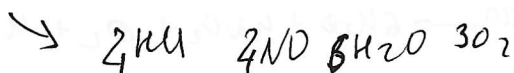
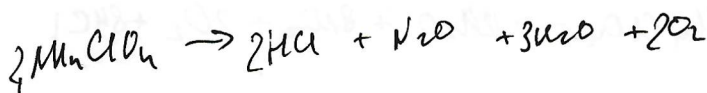
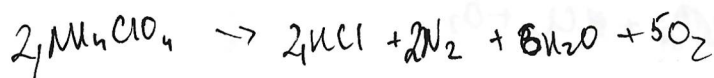
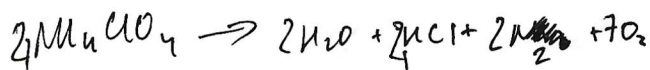
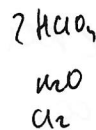


$$\bar{M}_1 = 29$$

$$\bar{M}_2 = 43,5$$

$$0,143 \cdot 18 + 0,143 \cdot 87 + 4,862 + 13,71$$

$$0,133 \cdot 18 + 0,133 \cdot 87 + 0,2667 \cdot 17 + 0,4667 \cdot 32 =$$



$$4) M(PbCrO_4) = 323$$

$$100 \text{ г} \Rightarrow \nu(PbCrO_4) = \frac{50}{323} = 0,1548$$

$$\nu(2)$$

$$M(2) = 48,4$$

$$\nu = \frac{m}{M} \Rightarrow M = \frac{m}{\nu} = 312,66$$

