



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Заргаров Степан Маркович**

Технический балл: **90**

Дата: **12 мая 2020 года**

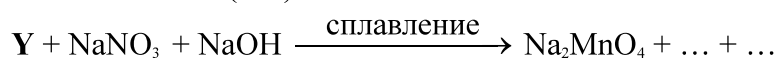
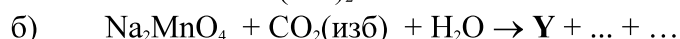
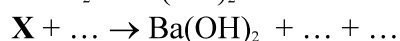
Олимпиада «Ломоносов»
5-9 классы

1. Бинарное вещество имеет ионное строение. Общее число электронов во всех положительных ионах в 4 раза меньше общего числа электронов во всех отрицательных ионах. Предложите возможную формулу вещества и докажите, что она соответствует условию. Напишите электронную конфигурацию отрицательного иона в основном состоянии и положительного иона в первом возбужденном состоянии. **(10 баллов)**

2. Навеску кристаллогидрата гидрофосфата натрия массой 10.00 г выдержали в течение длительного времени при 300 °С. Масса полученного твердого вещества составила 7.47 г. Определите формулы исходного и конечного веществ. Ответ подтвердите расчетом. **(10 баллов)**

3. Аммиак объемом 200 литров (н.у.) растворили в одном литре воды. Полученный раствор охладили до –60 °С, в результате чего из раствора выпал осадок – чистый лед. Рассчитайте массовую долю аммиака в исходном растворе и найдите массу выпавшего осадка, если известно, что массовая доля аммиака в насыщенном при –60 °С водном растворе равна 27%. **(12 баллов)**

4. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим схемам превращений:



Определите неизвестные вещества.

(12 баллов)

5. Навеску металла массой 8.96 г полностью растворили в 200 г 35%-ной азотной кислоты, при этом выделилось 5.376 л (н. у.) смеси двух газов, по плотности равной фтору. Найдите состав смеси (в об.%). Определите металл и напишите суммарное уравнение его растворения в этих условиях. Рассчитайте массовую долю нитрата металла в полученном растворе.

(16 баллов)

6. Теплоты сгорания аммиака и газообразного гидразина (N_2H_4) равны 317 и 534 кДж/моль соответственно. В обоих случаях продукты сгорания – азот и пары воды. Определите энергию связи N–N в гидразине, если энергия связи $\text{N}\equiv\text{N}$ составляет 945 кДж/моль. Примите, что энергия связи N–H одинакова в аммиаке и гидразине. **(20 баллов)**

7. Шпиль Главного здания МГУ имеет красивую желто-золотистую окраску, однако в нем нет ни грамма золота. Покрытие шпиля состоит из широко распространенного хрупкого, прозрачного, бесцветного материала **X**, в который для придания окраски добавлены оксиды **Y** и **Z**. В обоих оксидах элементы четырехвалентны. В оксиде **Y** масса элемента в 4.375 раза больше массы кислорода. Оксид **Z** получают из хлорида металла двумя способами: гидролизом с парами воды и прокаливанием в атмосфере кислорода. В первой реакции степени окисления элементов не изменяются, вторая является реакцией замещения. Для получения 100 г **Z** требуется минимально 237.5 г хлорида.

Назовите вещество **X** и перечислите 4 основных элемента, которые входят в его состав. Определите формулы веществ **Y** и **Z** (подтвердите расчетом). Напишите уравнения реакций получения **Z**. **(20 баллов)**

Степан Маркович Заргаров

Решения и ответы даны в виде приложенных файлов

Задача: 1

Ответ: -

Балл: 9

Задача: 2

Ответ: -

Балл: 10

Задача: 3

Ответ: -

Балл: 11

Задача: 4

Ответ: -

Балл: 5

Задача: 5

Ответ: -

Балл: 16

Задача: 6

Ответ: -

Балл: 20

Задача: 7

Ответ: -

Балл: 19

Задача 1.

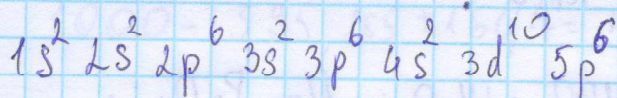
ПК. в. в. бинарное, т.е. из за
ионной связи анион - катион.

Также из условия следует что число
электронов в анионе тоже делится на 4 \Rightarrow

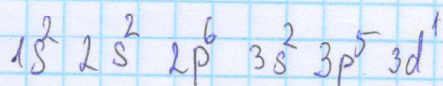
\Rightarrow анион Br^- ему подходит Ca^{2+} \Rightarrow

$\Rightarrow \text{CaBr}_2$ - подходит.

Br^-

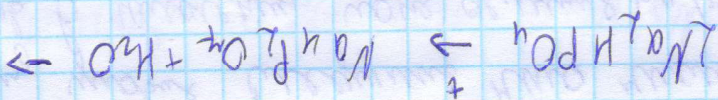
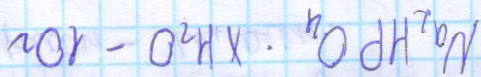


Ca^{2+}



Задача 2

Относительная влажность:

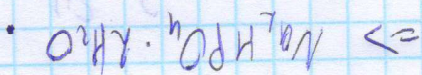


\Rightarrow относительная влажность воздуха \Rightarrow

$$\Rightarrow n(\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7) \cdot T = n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O})$$

$$\Rightarrow n(\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7) = \frac{266}{M(\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7)} \Rightarrow M(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 178$$

$$\Rightarrow M(\text{H}_2\text{O}) = 36 \Rightarrow n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \Rightarrow$$



Ответ: $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$

Задача 3

В воде при н.у. растворено 400 г и более NH_3

$$\Rightarrow w(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{m_{\text{рра}}} = \frac{\frac{100}{224} \cdot 18}{\frac{100}{224} \cdot 18 + 1000} =$$

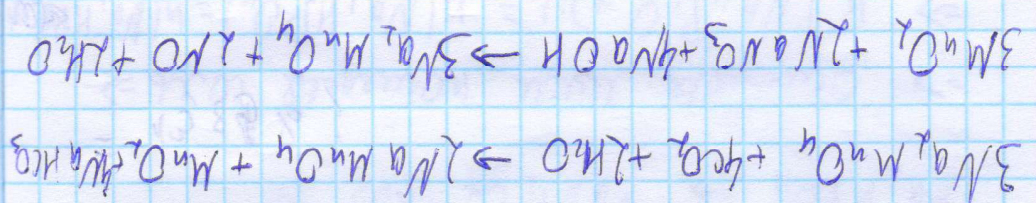
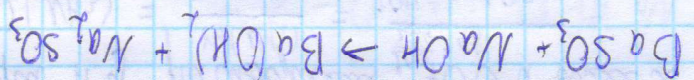
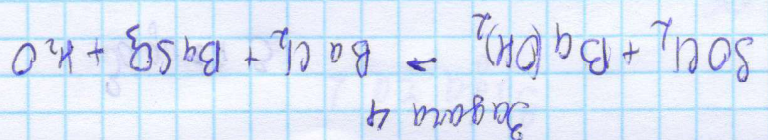
$$= 13,85\%$$

0) ⇒ масса раствора при охлаждении:

$$160,4 : 0,27 = 595,185 \Rightarrow \text{масса льда:}$$

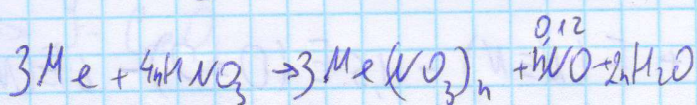
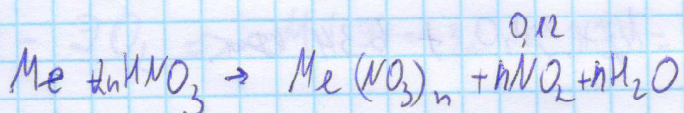
$$1000 - 595,185 + 160,4 = 565,515 \text{ г}$$

Ответ: 13,85% и 565,515 г



Задача 5

Пусть CO металла n :



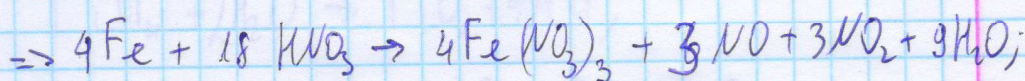
Порция смеси x - молярная доля $\text{NO}_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow 46x + 30 \cdot (1-x) = 38 \Leftrightarrow x = 0,5 \Rightarrow \text{Объем равен}$$

$$\Rightarrow \frac{53,46}{22,4} = 0,24 \Rightarrow n(\text{Me}) = \frac{0,12}{n} + \frac{0,12 \cdot 3}{n} = \frac{0,48}{n} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M(\text{Me}) = \frac{8,96n}{0,48} = 18,666n \Rightarrow$$

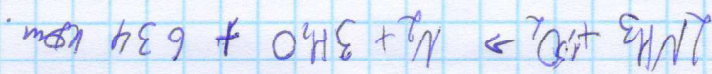
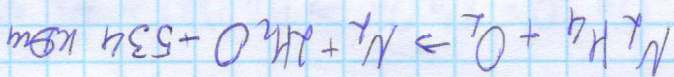
$\Rightarrow n_{\text{Me}} = 3 - \text{Me} - \text{Fe} \Rightarrow$



$$\frac{m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3)}{200 + 8,96 - 9,12} = \frac{38,42}{190,84} = 19,375\%$$

Объем: 50% и 50% ; 19,375%

Bagian 6



$$6E(H-O) + E(N \equiv N) - 4,5E(O=O) - 6E(NH) =$$

$$4E(H-O) + E(N \equiv N) + E(O=O) - E(N-N) - 4E =$$

$$= 534 \text{ kJ} \Rightarrow$$

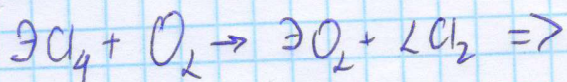
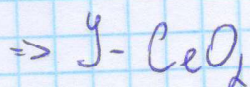
$$\Rightarrow 4 \cdot 2,5 \cdot 45E(N-N) = 464 \text{ kJ} \Rightarrow E(N-N) = 203,6$$

kJ/mol

Задача 7

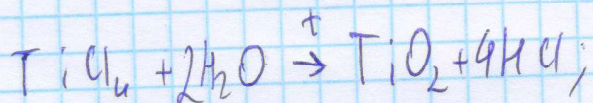
Сколько всего X-элементов;

$$y - \text{Э}O_x \Rightarrow M(\text{Э}) = 32 \cdot 4,375 = 140 \Rightarrow \text{Э} - \text{Ce} \Rightarrow$$



\Rightarrow уравнение по условию:

$$\frac{137,5}{m(\text{Э}) + 142} = \frac{100}{32 + m(\text{Э})} \Leftrightarrow m(\text{Э}) = 48 \Rightarrow \text{Э} - \text{Ti}$$



в смеси всего: B, P, Na, Si