



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Космынина Юлия Сергеевна**

Технический балл: **94**

Дата: **12 мая 2020 года**

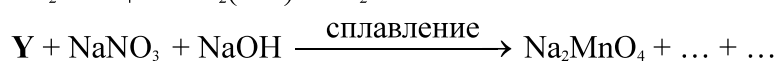
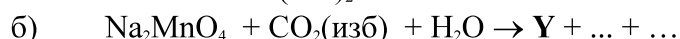
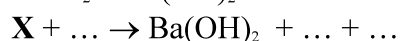
**Олимпиада «Ломоносов»
5-9 классы**

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)**

Юлия Сергеевна Космынина

Решения и ответы даны в виде приложенных файлов

Задача: 1

Ответ: -

Балл: 9

Задача: 2

Ответ: -

Балл: 10

Задача: 3

Ответ: -

Балл: 12

Задача: 4

Ответ: -

Балл: 9

Задача: 5

Ответ: -

Балл: 14

Задача: 6

Ответ: -

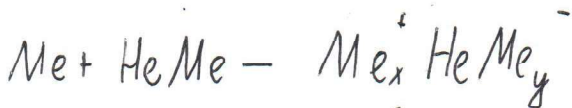
Балл: 20

Задача: 7

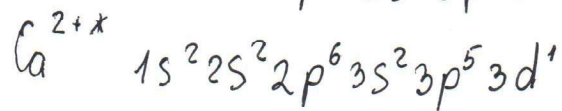
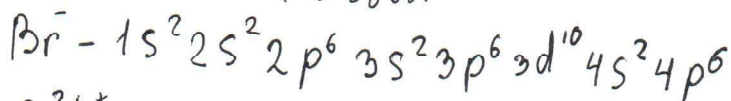
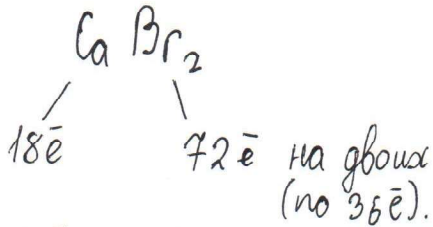
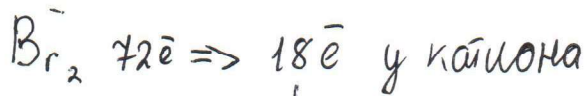
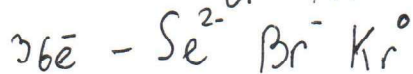
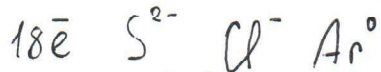
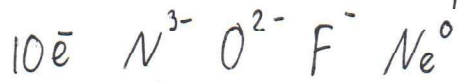
Ответ: -

Балл: 20

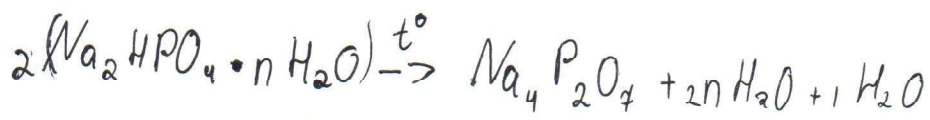
№1



если анион 1 в формуле, то е должны делиться на 4



N2



$$\nu(\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7) = \frac{7,47}{266} = 0,0281 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2,53}{18} = 0,1406 \text{ моль}$$

$$\frac{0,0281}{1} = \frac{0,1406}{2n+1}$$

$$0,0562n + 0,0281 = 0,1406$$

$$0,0562n = 0,1125$$

$$n = \frac{1125}{562}$$

$$n = 2 \frac{1}{562} \approx 2,001$$

Отвечая: $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

№3.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ г.}$$

$$m(\text{NH}_3) = \nu(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = \frac{200 \text{ моль}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} \cdot 17 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 151,7857 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NH}_3)_{\text{вех}} = \frac{152 \text{ г}}{1152 \text{ г}} \cdot 100\% = 13,19\%$$

$$\omega(\text{NH}_3) = \frac{152}{x} \cdot 100\% = 27\%$$

$$\frac{152}{x} = 0,27$$

$$0,27x = 152$$

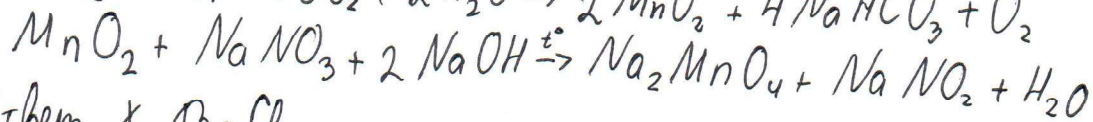
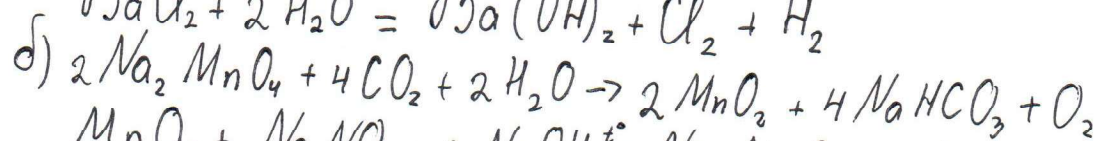
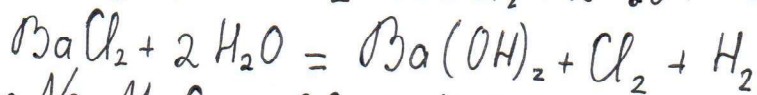
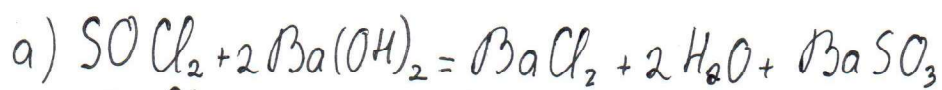
$$x = 562,96 \text{ (г.)}$$

$$\text{Было в осадок: } 1152 \text{ г} - 562,96 = 589,04 \text{ г}$$

$$\text{Ответ: } \omega(\text{NH}_3) = 13,19\%$$

$$m_{\text{ос}} = 589,04 \text{ г}$$

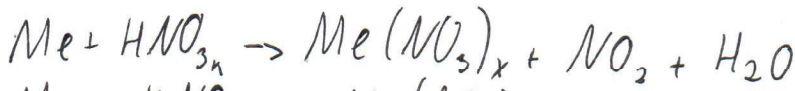
NH



Отвем: X: BaCl_2

Y: MnO_2

N5



$$V_{\text{смеси газов}} = \frac{5,376}{22,4} = 0,24 \text{ моль}$$

$$m_{\text{к}} = 200 \cdot 0,35 = 70 \text{ г}$$

$$V(\text{HNO}_3) = \frac{70}{48+1+14} = 1,1 \text{ моль}$$

$$M_{\text{смеси газов}} = M(\text{F}_2) = 38 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{ср}} = \frac{V_1 \cdot M_1 + V_2 \cdot M_2}{V_1 + V_2}$$

$$\begin{cases} V_1 + V_2 = 0,24 \\ 38 = \frac{V_1 \cdot 46 + V_2 \cdot 30}{0,24} \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_1 = 0,24 - V_2 \\ 38 = \frac{11,04 - 46V_2 + 30V_2}{0,24} \end{cases}$$

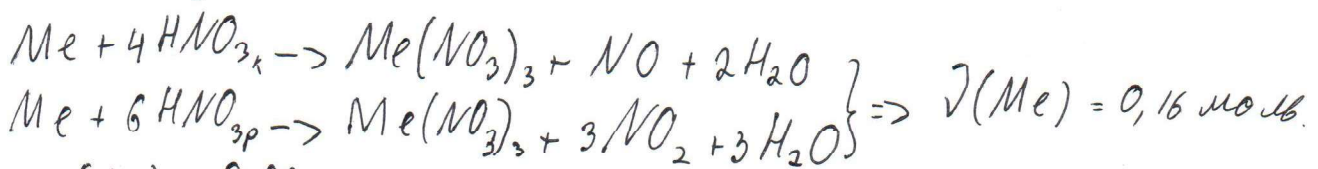
$$38 = \frac{11,04 - 16V_2}{0,24}$$

$$9,12 = 11,04 - 16V_2$$

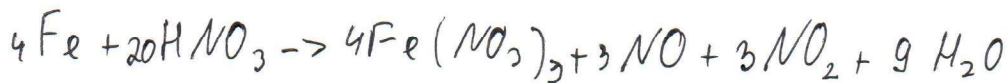
$$16V_2 = 1,92$$

$$V_2 = 0,12; V_1 = 0,12$$

если взять Me с вал III то:



$$M(\text{Me}) = \frac{8,96}{0,16} = 56 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \Rightarrow \text{Me} - \text{Fe}$$

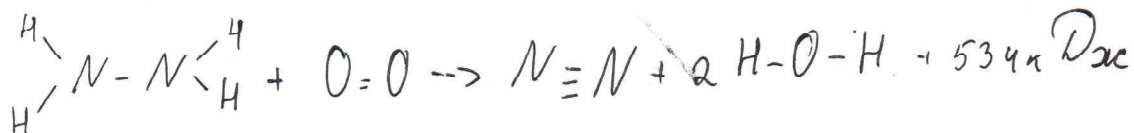
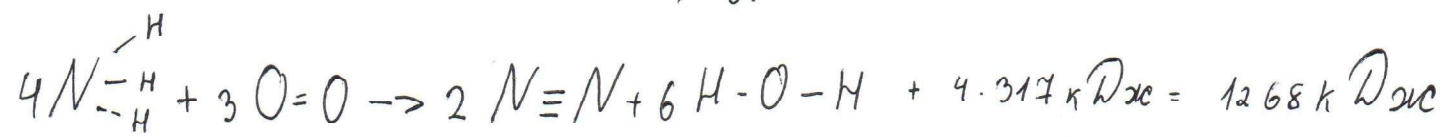


$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 0,16 \text{ моль} \cdot 242 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 38,72 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 8,96 + 200 - 0,12 \cdot 46 - 0,12 \cdot 30 = 199,84 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = \frac{38,72 \text{ г}}{199,84 \text{ г}} \cdot 100\% \approx 19,38\%$$

N6.



$$\begin{cases} -12E(\text{N}-\text{H}) - 3E(\text{O}=\text{O}) + 2E(\text{N} \equiv \text{N}) + 12E(\text{O}-\text{H}) = 1268 \text{ kJ mol}^{-1} \\ -4E(\text{N}-\text{H}) - E(\text{N}-\text{N}) - E(\text{O}=\text{O}) + E(\text{N} \equiv \text{N}) + 4E(\text{O}-\text{H}) = 534 \text{ kJ mol}^{-1} \cdot 3 \end{cases}$$

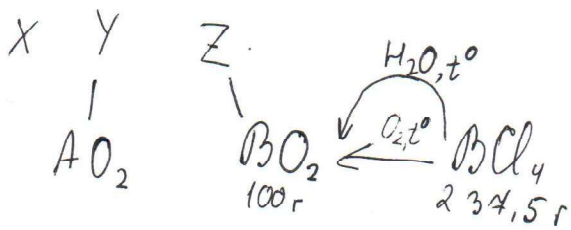
$$2E(\text{N} \equiv \text{N}) + 3E(\text{N}-\text{N}) - 3E(\text{N} \equiv \text{N}) = 1268 - 1602$$

$$-E(\text{N} \equiv \text{N}) + 3E(\text{N}-\text{N}) = -334$$

$$3E(\text{N}-\text{N}) = 611$$

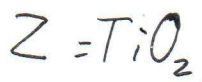
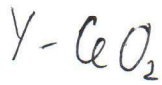
$$E(\text{N}-\text{N}) = 203,7$$

$$\text{Oibem: } E(\text{N}-\text{N}) = 203,7 \text{ kJ mol}^{-1}$$

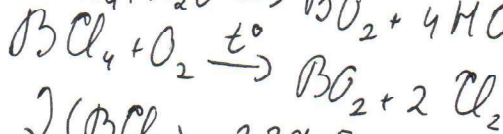
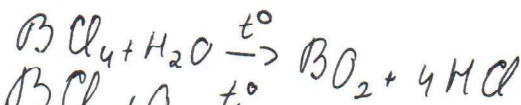


$$M_A = 4,375 M(O_2)$$

$$M_x = 140 \Rightarrow Ce$$



N7



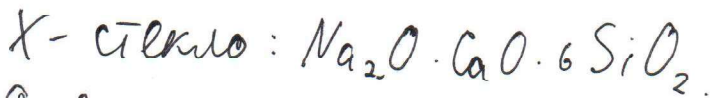
$$\int(BCl_4) = \frac{237,5}{142+x}$$

$$\int(BO_2) = \frac{100}{32+x}$$

$$\frac{237,5}{142+x} = \frac{100}{32+x} \Rightarrow 14200 + 100x = 4600 + 237,5x$$

$$6600 = 137,5x$$

$$x = 48 \Rightarrow B = Ti$$



Отв: X - стекло; осн. элементы: Na; Ca; Si; O₂

