



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Тарабрин Игнатий Романович**

Технический балл: **88**

Дата: **12 мая 2020 года**

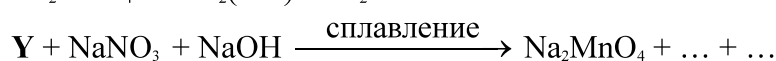
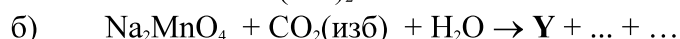
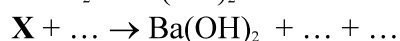
Олимпиада «Ломоносов»
5-9 классы

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)**

Игнатий Романович Тарабрин

Решения и ответы даны в виде приложенных файлов

Задача: 1

Ответ: -

Балл: 6

Задача: 2

Ответ: -

Балл: 10

Задача: 3

Ответ: -

Балл: 12

Задача: 4

Ответ: -

Балл: 8

Задача: 5

Ответ: -

Балл: 12

Задача: 6

Ответ: -

Балл: 20

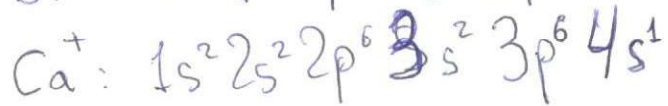
Задача: 7

Ответ: -

Балл: 20

№1

Подходит CaBr_2 - у иона Ca^{2+} - 18 e⁻, а у
двух ионов Br^- в сумме 72 e⁻. $\frac{72}{18} = 4$.



При разложении гидрофосфата натрия образуется
 пирофосфат: $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ($M = 266$ г/моль). Определим формулу
 кристаллогидрата: $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$;

$$\frac{10,00}{266} \cdot 2 \quad \frac{7,47}{266} = \frac{10,00}{(142 + 18x) \cdot 2}, \text{ откуда}$$

$$x = 2.$$

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

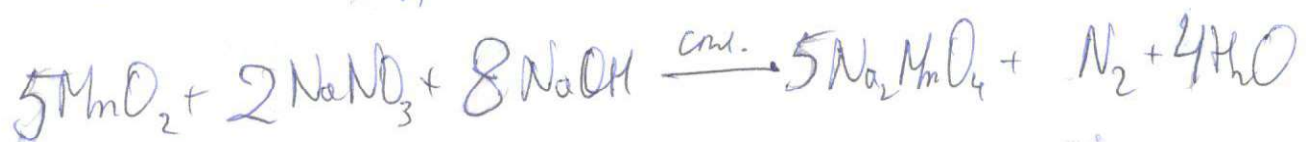
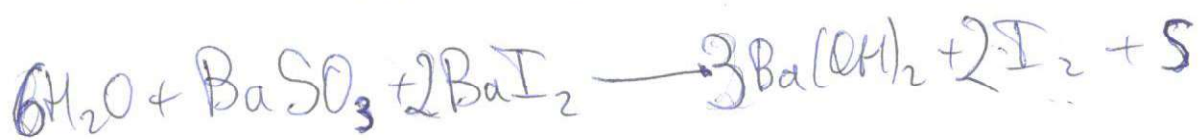
№3.

$$m_{\text{NH}_3} = \frac{200}{22,4} \cdot 17 \approx 151,8 \text{ г.} \Rightarrow \omega_{\text{NH}_3} = \frac{151,8}{1000 + 151,8} \approx 13,18\%$$

Пусть x - масса осадка, тогда

$$\frac{151,8}{151,8 + 1000 - x} = 0,27, \text{ откуда } x \approx 590 \text{ г.}$$

S. 4.



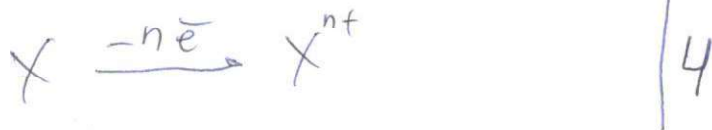
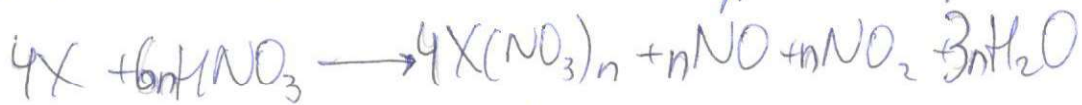
X - BaSO_3 ; Y - MnO_2 .

№5.

Здесь скорее всего, газы - NO и NO₂, тогда пусть $\nu_{NO_2} : \nu_{NO} =$

$= 1 : x \Rightarrow \frac{46 + 30x}{x+1} = 38$, откуда $x=1$, значит, в смеси содержится 50% NO и 50% NO₂, ~~0,24 моль~~ в смеси - 0,24 моль.

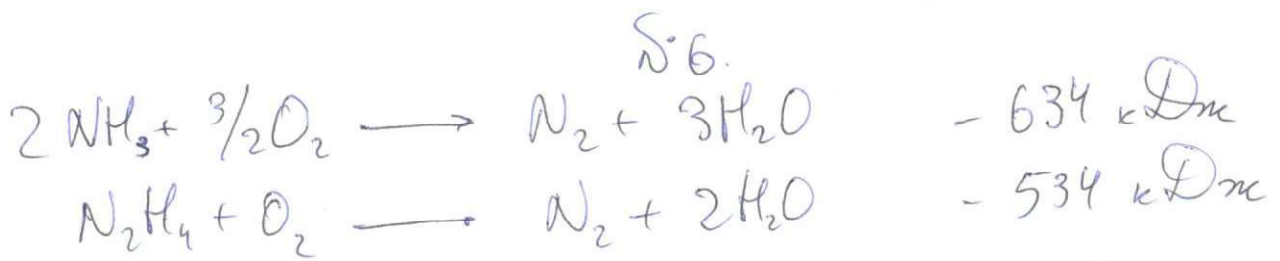
Обозначим металл за X и составим уравнение реакции:



Тогда $M_x = \frac{8,96 \cdot 4}{0,12 \cdot n}$ г/моль. При $n=3$ X - Fe, остальные варианты не подходят.



$$w_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} = \frac{0,16 \cdot (56 + 62 \cdot 3)}{200 + 0,16 \cdot (56 + 62 \cdot 3) - 0,24 \cdot 38} \approx 16,86\%$$



Составили 2 уравнения; отражающие суть приведённых выше реакций (уравнения следуют из 3-го Закона Гесса).

$$\begin{cases} E_{N \equiv N} + 6E_{0-H} - 6E_{N-H} - \frac{3}{2}E_{0=0} = 634 \\ E_{N \equiv N} + 4E_{0-H} - 4E_{N-H} - E_{0=0} - E_{N-N} = 534 \end{cases}$$

Далее второе уравнение на $\frac{3}{2}$ и вычтем из него первое:

$$\frac{1}{2} E_{N \equiv N} - \frac{3}{2} E_{N-N} = 167$$

$$E_{N-N} \approx 204 \text{ кДж/моль.}$$

№7.

X - стекло, основные эл-ты: Na, Si, O и Ca.

Определим Y.

$$\omega_{O в Y} = \frac{1}{1+4,375} \approx 0,186, \text{ значит, } M_{MO_n} = \frac{16n}{0,186} - 16n,$$

если Y - MO_n . Скорее всего, $n=2$, тогда Y - CaO_2 .

Определим Z:

Z - четырехвалентен в оксиде, значит, в хлориде, скорее всего, тоже, тогда:

$$\frac{100}{M+32} = \frac{237,5}{M+35,5 \cdot 4}, \text{ где } M - \text{молярная}$$

масса металла в Z. Отсюда легко определить Z: TiO

TiO_2 .

