



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Чувичкин Павел Тарасович**

Технический балл: **80**

Дата: **12 мая 2020 года**

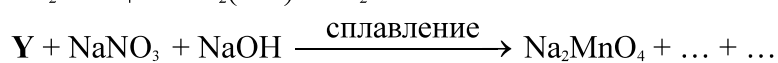
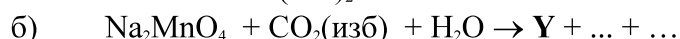
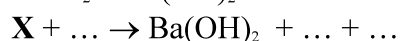
Олимпиада «Ломоносов»
5-9 классы

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)**

Павел Тарасович Чувичкин

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: 0

Задача: 5

Ответ: -

Балл: 12

Задача: 6

Ответ: -

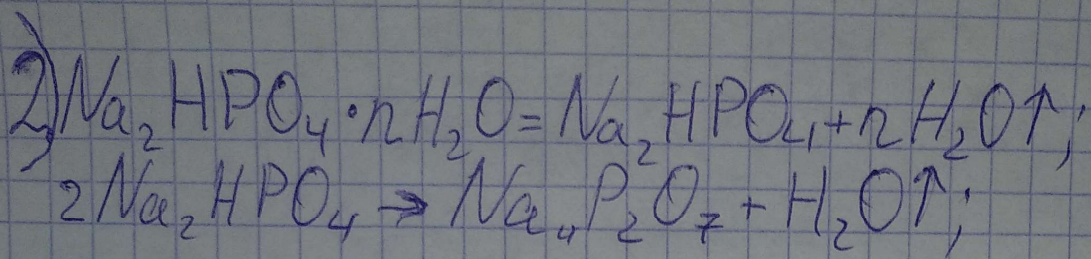
Балл: 20

Задача: 7

Ответ: -

Балл: 20

Ответ: бинарное вещество - CaVCl_2
Вн - $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6$ - основное
состояние отрицательного иона.
Ca - $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^5, 4s^1$



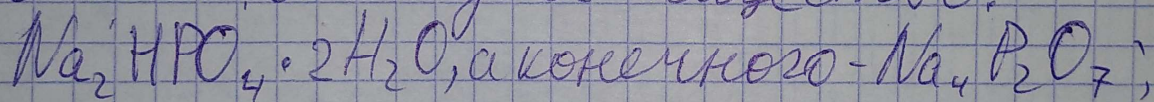
В итоге, из $2\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ образуется $1\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, и потеря воды составляет $(2n+1)$ молей, то есть $36n+18$.

$$\frac{2662 \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7}{7,472 \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7} = \frac{36n+18}{2,53}$$

$$35,609 \cdot 2,53 = 36n+18$$

$$90 = 36n+18 \quad n=2$$

Ответ: исходное вещество:



$$3. 200 \text{ л } \text{NH}_3 = 8.93 \text{ моль} = 151.8 \text{ г } \text{H}_2\text{O} - 1000 \text{ г}$$

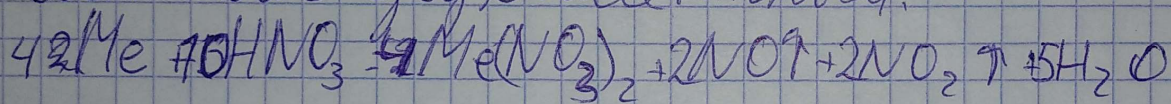
$$151.8 / 1000 \approx 13.2\%$$

$$\frac{151.8}{?} = \frac{27}{100} \quad ? = 562.2$$

$$1000 - 562.2 = 437.8$$

Ответ: м.г $\text{NH}_3 = 13.2\%$, а масса осадка - ~~437.8~~ 589.6

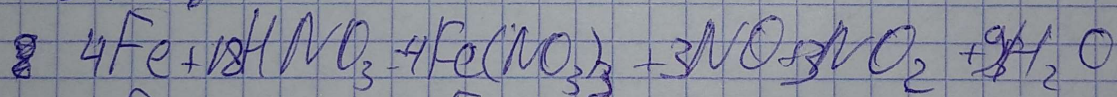
Скорее всего, эти два газа - NO и NO_2 , поскольку ~~также~~ при такой концентрации именно до таких степеней окисления чаще всего восстанавливается азот. Мол. масса F_2 - 38, NO - 30, NO_2 - 46. Следовательно на 1 молекулу NO приходится 1 молекула NO_2 , другое соотношение - 1:1 или 50% NO , 50% NO_2 . Допустим, что металл двухвалентный.



$$\frac{5,376}{37} = 0,145; \quad \frac{8,96}{4\text{Me}} = 0,08, \quad \text{где } \text{Me} \text{ — атомный вес.}$$

145 не существует, экв. $\text{Me} = 18,66$.

Если же Me ~~трех~~ трехвалентный, то это Fe :



$$8,92\text{Fe} = 0,16 \text{ моль } \text{Fe}, 0,9 \text{ моль } \text{HNO}_3$$

образовалось 0,16 моль $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ HNO_3

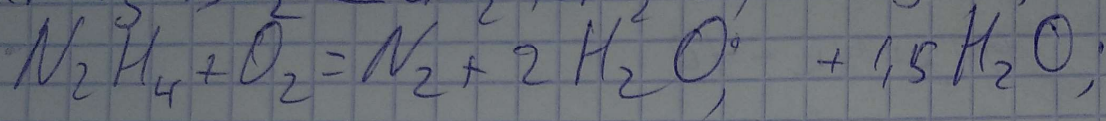
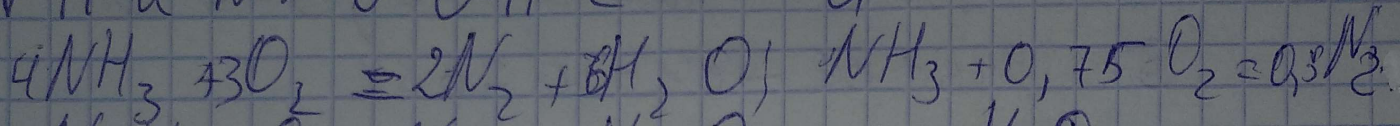
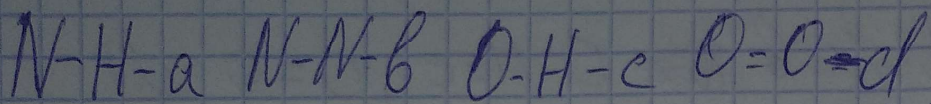
а масса р-ра, осталось 0,18 моль HNO_3 ,

образовалось 0,36 моль H_2O
 Масса $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ - 38,72 г, осталось 130 г H_2O

Масса р-ра - 186,54

Масс. доля = 20,757%

Ответ: 50% NO и 50% NO_2 , Fe , 20,76%.

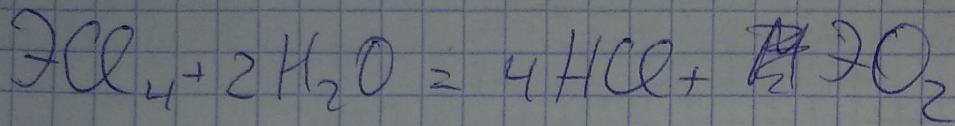
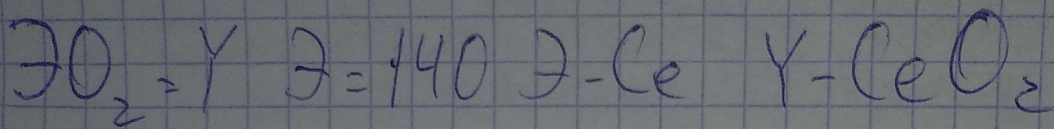


$$472,5 + 3c - 0,75d - 3a = 317$$

$$1) \quad 51,83 + c - 0,25d - a = 0; \quad 207,3 + 4c - d - 4a = 0$$

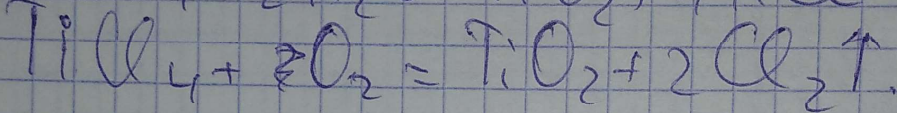
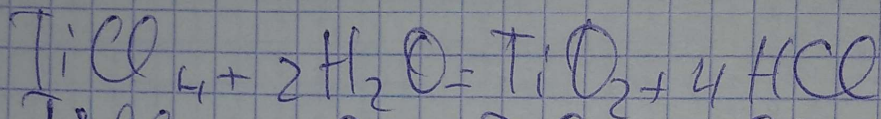
$$945 + 4c - d + 4a - b = 534; \quad 411 + 4c - d - 4a = b$$

$$\text{Jawab: } b = 203,67 \text{ kJ} \Delta X$$



$$\text{ZrCl}_4 \div \text{ZrO}_2 = 2.375, \quad (\text{Z} + 142) \div (\text{Z} + 32) = 2.375$$

$$110 \div (\text{Z} + 32) = 1.375, \quad \text{Z} = \text{Ti} \quad \text{Z} - \text{TiO}_2$$



X - Кремний, Вкислородная Na, Ca, Si, O

Y - CeO₂; Z - TiO₂;