



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Гамбург Ева Дмитриевна**

Технический балл: **97**

Дата: **12 мая 2020 года**

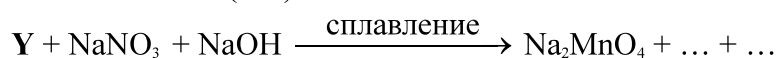
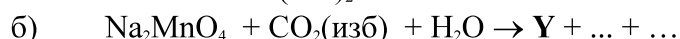
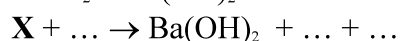
Олимпиада «Ломоносов»
5-9 классы

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)**

Ева Дмитриевна Гамбург

Решения и ответы даны в виде приложенных файлов

Задача: 1

Ответ: -

Балл: 7

Задача: 2

Ответ: -

Балл: 10

Задача: 3

Ответ: -

Балл: 12

Задача: 4

Ответ: -

Балл: 12

Задача: 5

Ответ: -

Балл: 16

Задача: 6

Ответ: -

Балл: 20

Задача: 7

Ответ: -

Балл: 20

Бинарное взаимодействие ионного
строения - CaBr_2

Положительной ион - $\text{Ca}^{2+} - 18\bar{e}$
Отрицательной ион - $\text{Br}^- - 36\bar{e}$

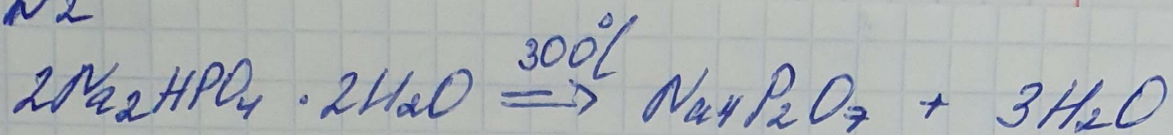
$$\frac{(35+1) \cdot 2}{20-2} = 4 \rightarrow \text{доказано.}$$

Электронные конфигурации:

Ca^* : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 4p^1$
первое возбужденное состояние

Br : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$
основное состояние

N2



Подтверждение расчётам:
гидрофосфат натрия может разлагаться на гидрофосфат натрия при $\sim 300^\circ\text{C}$. Трудно сказать, это какой кристаллогидрат разлагается таким же образом.

Тогда получим такое уравнение:

$$\frac{10}{142 + 18x} = 2 \cdot \frac{7,47}{266}, \text{ где}$$

18 - молярная масса H_2O
142 - молярная масса Na_2HPO_4
266 - молярная масса $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$

отсюда, $x=2$



Исходное вещество - $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
конечное - $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$.

№3

200 г NH_3 , 1 г H_2O - дано.

$$m(\text{NH}_3) = \frac{200}{22,4} \cdot 17 = 151,782$$

$$W(\text{NH}_3) = \frac{151,78}{1000 + 151,78} \cdot 100\% = 13,18\%$$

13,18% - это массовая доля аммиака в исходном растворе.

Далее, если 151,78 - 27%
то, x - 100%

ответа, $x = 562,17$ г - масса насыщенного раствора аммиака.

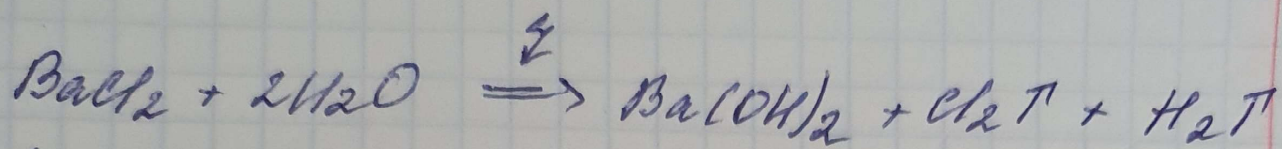
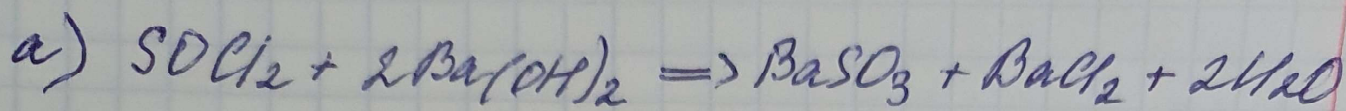
Тогда масса выпавшего осадка равна:

$$\begin{aligned} & \text{масса всего раствора} - \text{масса} \\ & \text{насыщенного раствора аммиака} = \\ & = 1151,78 - 562,17 = 589,61 \text{ г} \end{aligned}$$

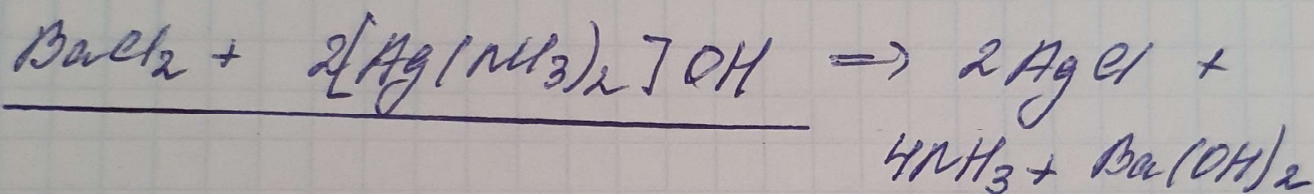
Получим образцы:

$W(\text{NH}_3)$ в исходном растворе - 13,18%
 m выпавшего осадка - 589,61 г

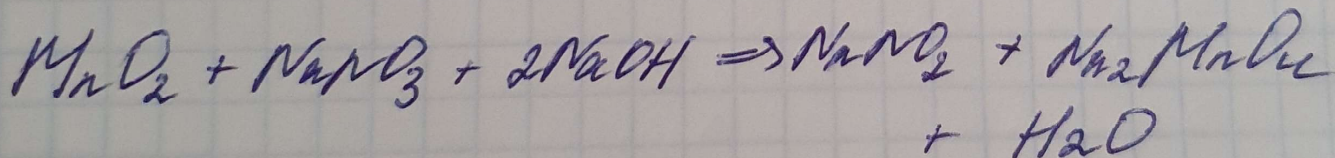
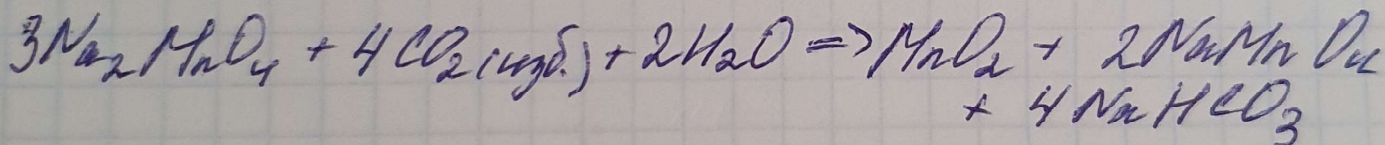
N4



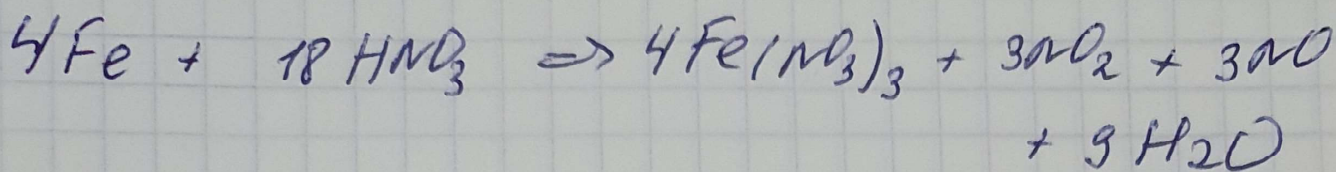
еще реакция электролиза ионов
зобата не влезе, но:



б)



№5



Решение:

$$\frac{5,376}{22,4} = 0,24 = n(\text{газа})$$

$$0,24 = \frac{8,96z}{\mu} \cdot d$$

d - коэффициент n газа κ и мембранный

омежега, $\mu = 37,3332$

при $d = 1,5$ $\mu = 56$ - Fe

$M_{\text{ср.}} = 19 \cdot 2 = 38$ г/моль, что соответствует NO_2 и NO в соотно-

шении $1:1$, $w(\text{NO}_2) = 50\%$

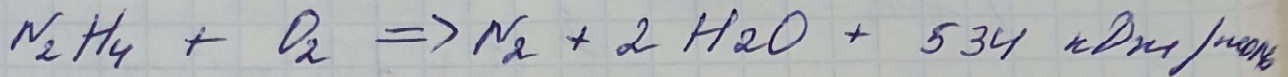
$w(\text{NO}) = 50\%$

$$m_{\text{р-ра}} = (8,96 + 200) - 0,24 \cdot 38 = 199,842$$

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 0,16 \cdot 242 = 38,722$$

$$w(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = \frac{38,72}{199,84} \cdot 100\% = 19,375\%$$

N 6



$$E_{\text{cb.}}(\text{O}-\text{H}) \cdot 2 \cdot 3 + E_{\text{cb.}}(\text{N} \equiv \text{N}) - 2 \cdot 3 \cdot E_{\text{cb.}}(\text{N}-\text{H}) -$$

$$- 1,5 E_{\text{cb.}}(\text{O}=\text{O}) = 317 \cdot 2$$

—

$$\cdot 1,5 \left| \begin{array}{l} E_{\text{cb.}}(\text{O}-\text{H}) \cdot 2 \cdot 2 + E_{\text{cb.}}(\text{N} \equiv \text{N}) - E_{\text{cb.}}(\text{O}=\text{O}) - \\ - 4 \cdot E_{\text{cb.}}(\text{N}-\text{H}) - E_{\text{cb.}}(\text{N}-\text{N}) = 534 \end{array} \right.$$

$$- 0,5 E_{\text{cb.}}(\text{N} \equiv \text{N}) + \overset{1,5}{\cancel{0,5}} E_{\text{cb.}}(\text{N}-\text{N}) = 317 \cdot 2 - 534 \cdot 1,5$$

$$1,5 E_{\text{cb.}}(\text{N}-\text{N}) = (317 \cdot 2 - 534 \cdot 1,5) + 0,5 \cdot 345 =$$

$$= 305,5 \text{ кДж/моль}$$

$$E_{\text{cb.}}(\text{N}-\text{N}) = \frac{305,5}{1,5} \approx 203,67 \text{ кДж/моль}$$

N 7

$32 \text{ г/моль} \cdot 4,375 = 140 \text{ г/моль} - \text{Ce}$

окисел - $\text{CeO}_2 - \gamma$.

Найдём z :

составим уравнение и
решим его:

$$\frac{100}{x+32} = \frac{237,5}{x+35,5 \cdot 4}$$

$x = 48$, что соответствует
титану. $\Rightarrow z - \text{TiO}_2$

X - $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ - стекло
(шикарное)

Температура основных элементов -
- Na, O, Ca, Si.

Уравнение реакции:

