



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Родина Любовь Сергеевна**

Технический балл: **81**

Дата: **12 мая 2020 года**

Олимпиада «Ломоносов»

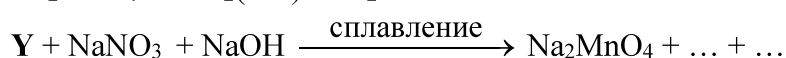
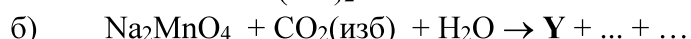
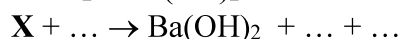
10 класс

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. **(8 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.

(8 баллов)

3. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим схемам превращений:



Определите неизвестные вещества.

(8 баллов)

4. 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%.

(10 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.

(14 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.

(16 баллов)

7. При нагревании происходит взаимодействие 17.7 г смеси изомерных органических веществ **A** и **B**, относящихся к одному классу соединений и не содержащих кратных связей углерод–углерод, со 100 мл 15%-ного водного раствора гидроксида калия (плотность 1.12 г/мл). Образуется смесь, состоящая из соли **C** и двух соединений **D** и **E**, являющихся ближайшими гомологами, которые образуются в мольном соотношении 1 : 2. Определите строение соединений **A** – **E**, приведите уравнения реакций.

(16 баллов)

8. 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)

Любовь Сергеевна Родина

Решения и ответы даны в виде приложенных файлов

Задача: 1

Ответ: -

Балл: 8

Задача: 2

Ответ: -

Балл: 8

Задача: 3

Ответ: -

Балл: 4

Задача: 4

Ответ: -

Балл: 10

Задача: 5

Ответ: -

Балл: 0

Задача: 6

Ответ: -

Балл: 16

Задача: 7

Ответ: -

Балл: 15

Задача: 8

Ответ: -

Балл: 20

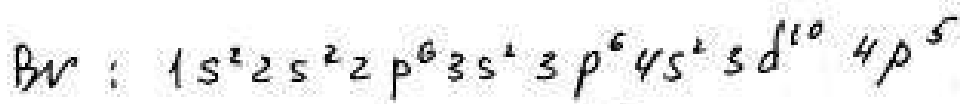
Задача 1.

Пример - CaBr_2

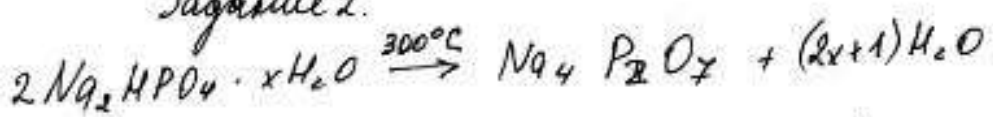
$$\text{He Ca}^{2+} = 20 - 2 = 18$$

$$\text{He 2Br}^- = 35 \cdot 2 + 2 = 72$$

$$\frac{\text{He 2Br}^-}{\text{He Ca}^{2+}} = \frac{72}{18} = 4 \Rightarrow \text{коэффициент CaBr}_2$$



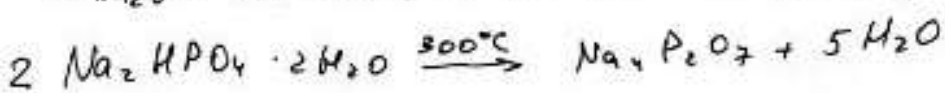
Задача 2.



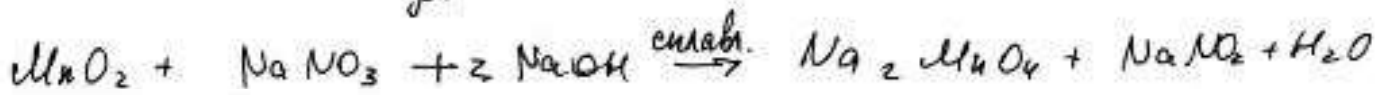
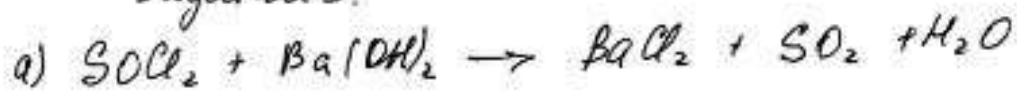
$$2 \cdot \nu_{\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7} = \nu_{\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}} \quad \nu_{\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7} = \frac{4,472}{(3 \cdot 4 + 31 \cdot 2 + 7 \cdot 16) \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,028 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}} = 0,056 \text{ моль} \Rightarrow M = \frac{10 \text{ г}}{0,056 \text{ моль}} = 178 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 178 - 23 \cdot 2 - 1 - 31 - 16 \cdot 4 = 36 \left(\frac{\text{г}}{\text{моль}} \right) \Rightarrow x = 2 \Rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$



Задание 3.



X - BaCl_2

Y - MnO_2

Задача 4.

$$\nu_{\text{NH}_3} = \frac{200 \text{ г}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 8,93 \text{ моль}; m_{\text{NH}_3} = 8,93 \cdot 17 \text{ г} = 151,81 \text{ г}$$

$$\omega_{\text{NH}_3} = \frac{151,81}{151,81 + 1000} \cdot 100\% = 13,18\%$$

Всё превратилось в лёд, который не разбавлял аммиак 90 н.р.р.

$$m_{\text{л.р.р.}} = \frac{151,81 \text{ г}}{0,24} = 562,26 \text{ г} \rightarrow m_{\text{л.р.р.}} = 1000 + 151,81 - 562,26 = 589,55 \text{ г}$$

Ответ: $\omega_{\text{NH}_3} = 13,18\%$;

$m_{\text{л.р.р.}} = 589,55 \text{ г}$.

Задача.



$$\text{①. } 3E_{N-H} - \frac{3}{4} E_{O=O} + \frac{1}{2} E_{N \equiv N} + \frac{3}{2} \cdot 2 E_{O-H} = 317 \quad \left| \cdot \frac{4}{3} \right.$$

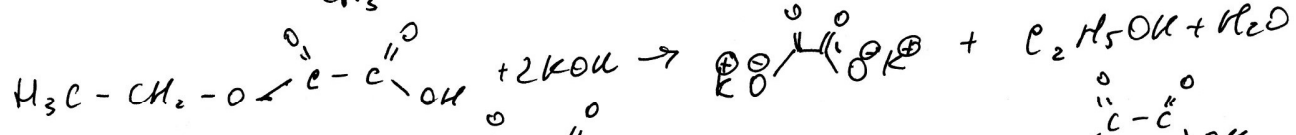
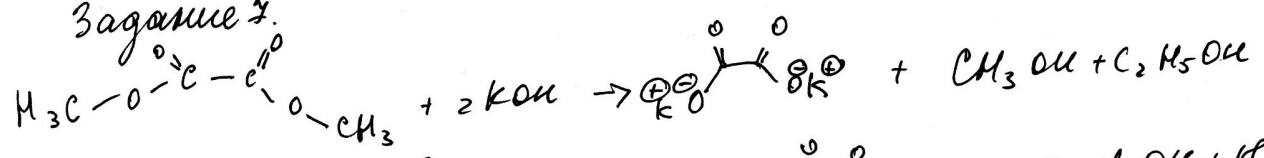
$$\text{②. } -4E_{N-H} - E_{N-N} + E_{O=O} + E_{N \equiv N} + 4E_{O-H} = 534$$

$$\text{②.} - \text{①} : \frac{4}{3} \quad \left| \begin{array}{l} -E_{N-N} + 945 - \frac{2}{3} \cdot 945 = 534 - \frac{4}{3} \cdot 317 \end{array} \right.$$

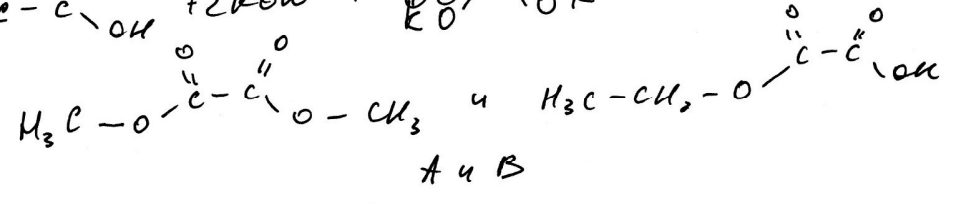
$$E_{N-N} = \frac{945}{3} = 534 + \frac{4}{3} \cdot 317 = 204 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{моль}} \right)$$

Ответ: $204 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$.

Задача 7.



В итоге



CH_3OH - Д

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ - Е

$$V_{\text{KOH}} = \frac{100 \cdot 1,12 \cdot 0,15}{56} = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow \text{данеш} = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow$$

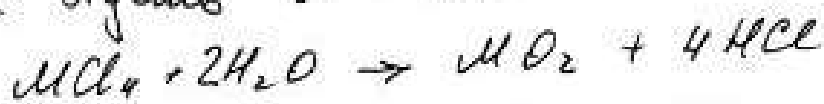
$$\Rightarrow M_{\text{A/B}} = 118 \frac{\text{г}}{\text{моль}}, \text{ это соотв. р-циям.}$$

Задача 8.

X: стекло, ^{основная} формула которого $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{BSiO}_2 \cdot 3\text{CaO}$.

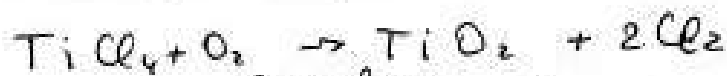
$$Y: M_y = \frac{32 \cdot 4,375}{1} = 140 \left(\frac{2}{\text{моль}} \right) \Rightarrow \underline{\text{CeO}_2}$$

Z: тушь M - металл в Z, тогда



$$V_{\text{MCl}_4} = \frac{237,5}{m + 35,5 \cdot 4} = V_{\text{MO}_2} = \frac{100z}{m + 32}$$

$$m = 48 \frac{2}{\text{моль}} \Rightarrow \text{M} - \text{Ti}; \underline{\text{Z} - \text{TiO}_2}$$



В X входят ^{в основном} ионий, кальций, кремний и кислород.