



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Трифонова Елена Николаевна**

Технический балл: **89**

Дата: **12 мая 2020 года**

Олимпиада «Ломоносов»

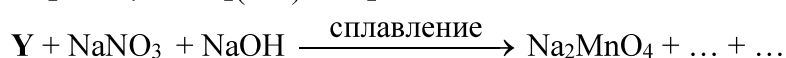
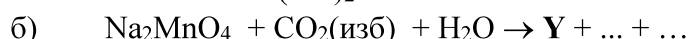
10 класс

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)

Елена Николаевна Трифонова

Решения и ответы даны в виде приложенных файлов

Задача: 1

Ответ: -

Балл: 8

Задача: 2

Ответ: -

Балл: 8

Задача: 3

Ответ: -

Балл: 3

Задача: 4

Ответ: -

Балл: 10

Задача: 5

Ответ: -

Балл: 14

Задача: 6

Ответ: -

Балл: 16

Задача: 7

Ответ: -

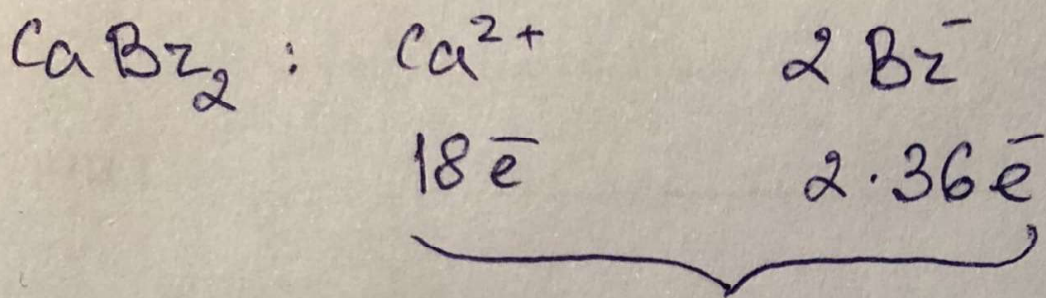
Балл: 10

Задача: 8

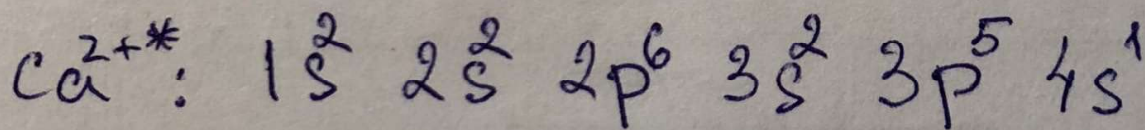
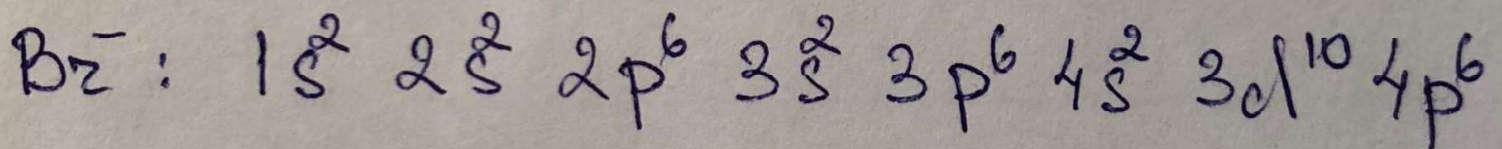
Ответ: -

Балл: 20

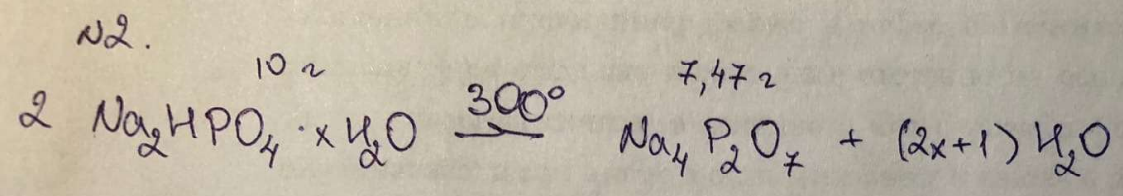
n 1



составляется уравнение
 $4 \cdot 18 = 2 \cdot 36$



№2.

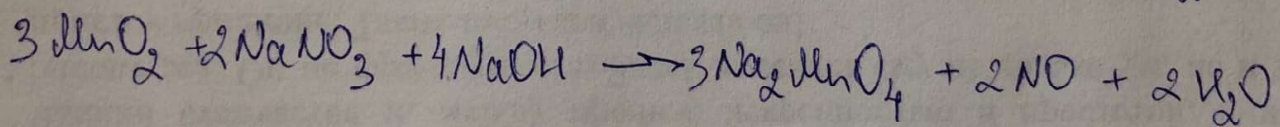
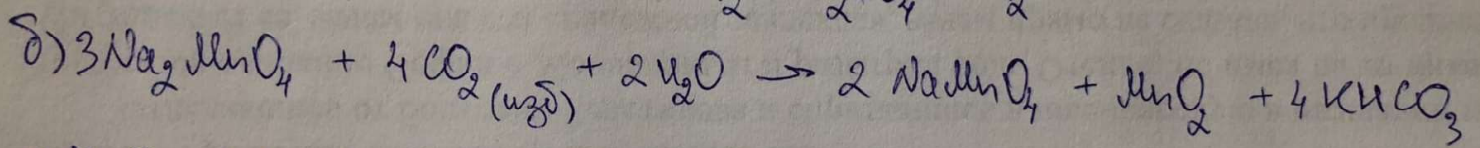
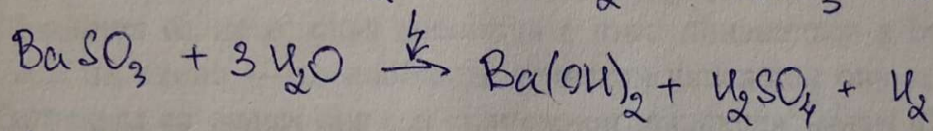
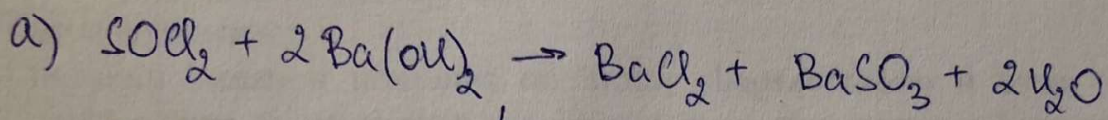


$$\omega(\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7) = \frac{1}{2} \omega(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}) \quad \text{по ЗХФ}$$

$$\frac{7,47}{266} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 10}{142 + 18x}$$

$x=2$ Ответ: исходное в-во — $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$,
конечное в-во — $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$.

N3.



X - BaSO_3

y - MnO_2

У4.

$$m(\text{NH}_3) = \nu(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 200/22,4 \cdot 17 = 151,8 \text{ г}$$

$$\omega_{\text{NH}_3} = \frac{151,8}{1151,8} = 0,132 \text{ (13,2\%)}$$

$$\omega = 0,27 = \frac{151,8}{m_{\text{p-pa}}} \Rightarrow m_{\text{p-pa}} = 562,2 \text{ г} = m(\text{NH}_3) + m(\text{H}_2\text{O})_{\text{век}} - m(\text{H}_2\text{O} \downarrow) =$$
$$= 151,8 + 1000 - m(\text{H}_2\text{O} \downarrow)$$

$$m(\text{H}_2\text{O} \downarrow) = 590 \text{ г}$$

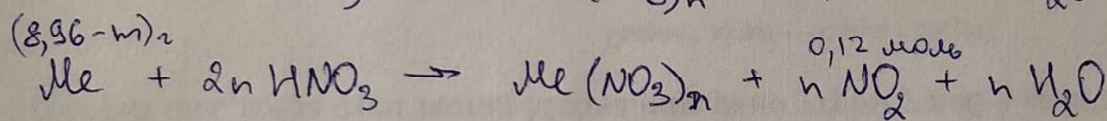
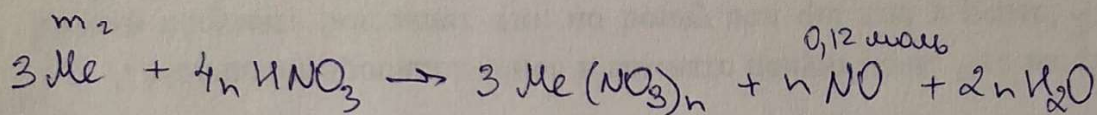
Ответ: $\omega_{\text{NH}_3} = 13,2\%$; $m(\text{H}_2\text{O} \downarrow) = 590 \text{ г}$.

н5.

Смесь газов, возможно, состоит из NO и NO₂

$$38 = \frac{1}{2} M(\text{NO}) + \frac{1}{2} M(\text{NO}_2) \Rightarrow \text{с}_{\text{г}}(\text{NO}) + \text{с}_{\text{г}}(\text{NO}_2) = 50\%$$

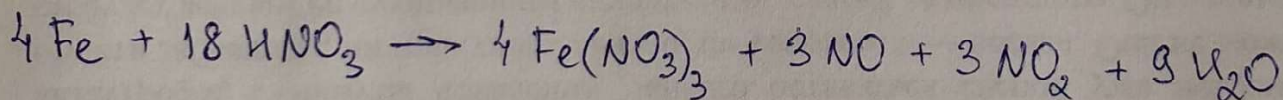
$$D(\text{NO}) = D(\text{NO}_2) = \frac{1}{2} \cdot 5,376 / 22,4 = 0,12 \text{ моль}$$



$$\begin{cases} \frac{m}{M} \cdot \frac{n}{3} = 0,12 \\ 8,96 - \frac{m}{M} \cdot n = 0,12 \end{cases} \Rightarrow \frac{m}{3} = 8,96 - m \Rightarrow m = 6,72 \text{ г}$$

$$M = 18,67 n$$

$$n=3 \quad M=56 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{Me} - \text{Fe}$$



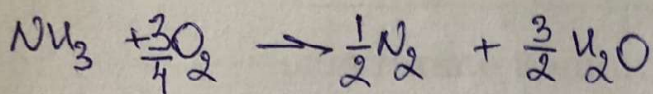
$$\omega = \frac{m_{\text{сам}}}{m_{\text{р-ра}}} = 38,72 / 199,84 = 0,194 \quad (19,4\%)$$

$$m_{\text{сам}} = 8,96 / 56 \cdot 242 = 38,72 \text{ г}$$

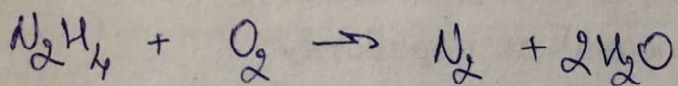
$$m_{\text{р-ра}} = 200 + 8,96 - 0,24 \cdot 38 = 199,84 \text{ г}$$

Ответ: $\text{с}_{\text{г}}(\text{NO}) = \text{с}_{\text{г}}(\text{NO}_2) = 50\%$; $\omega(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 19,4\%$

№6.



$$Q = \frac{1}{2} E(\text{N}\equiv\text{N}) + 3 E(\text{H}-\text{O}) - 3 E(\text{N}-\text{H}) - \frac{3}{4} E(\text{O}=\text{O})$$



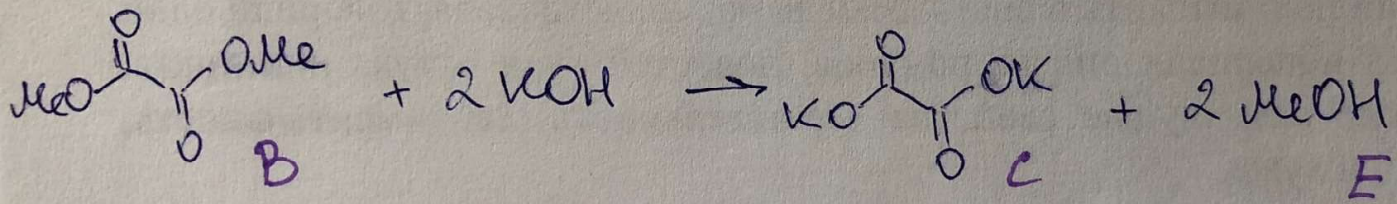
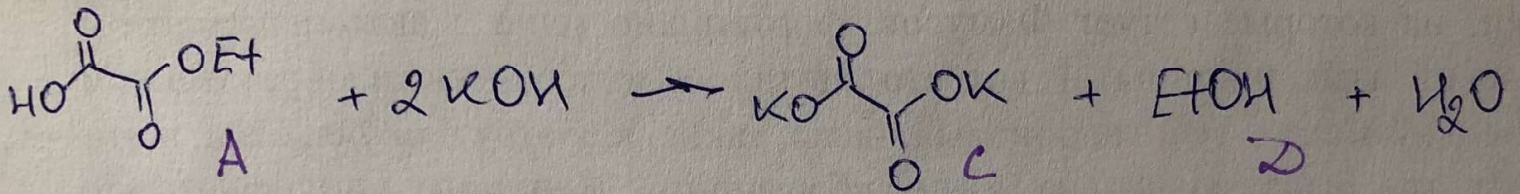
$$Q = E(\text{N}\equiv\text{N}) + 4 E(\text{O}-\text{H}) - E(\text{O}=\text{O}) - E(\text{N}-\text{N}) - 4 E(\text{N}-\text{H})$$

$$Q(\text{NH}_3) - \frac{3}{4} Q(\text{N}_2\text{H}_4) = -\frac{1}{4} E(\text{N}\equiv\text{N}) + \frac{3}{4} E(\text{N}-\text{N})$$

$$E(\text{N}-\text{N}) = \frac{4}{3} (Q(\text{NH}_3) - \frac{3}{4} Q(\text{N}_2\text{H}_4) + \frac{1}{4} E(\text{N}\equiv\text{N})) = 204 \text{ кДж/моль}$$

Ответ: $E(\text{N}-\text{N}) = 204 \text{ кДж/моль}$.

N7

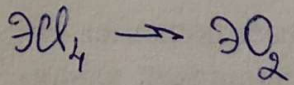


$$m(A+B) = \frac{100 \cdot 1,12 \cdot 0,15}{56 \cdot 2} \cdot 118 = 17,72 \rightarrow \text{невозможно}$$

№8.

X - стекло, 4 основных элемента: Na, Ca, Si, O.

$$\text{ЭО}_2 \quad M(\text{Э}) = 4,375 \cdot 32 = 140 \text{ \% масс} \Rightarrow \text{Э} - \text{CeO}_2.$$



$$\frac{x + 35,5 \cdot 4}{237,5} = \frac{x + 32}{100} \Rightarrow x = M(\text{Э}) = 48 \text{ \% масс} \Rightarrow \text{Э} - \text{TiO}_2$$

