



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Козырьков Данила Юрьевич**

Технический балл: **91**

Дата: **12 мая 2020 года**

Олимпиада «Ломоносов»

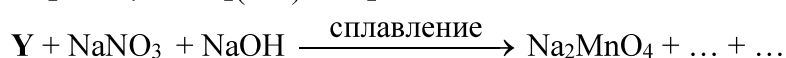
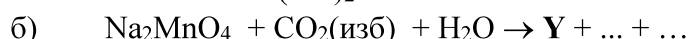
10 класс

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)

Данила Юрьевич Козырьков

Решения и ответы даны в виде приложенных файлов

Задача: 1

Ответ: -

Балл: 3

Задача: 2

Ответ: -

Балл: 8

Задача: 3

Ответ: -

Балл: 8

Задача: 4

Ответ: -

Балл: 10

Задача: 5

Ответ: -

Балл: 14

Задача: 6

Ответ: -

Балл: 12

Задача: 7

Ответ: -

Балл: 16

Задача: 8

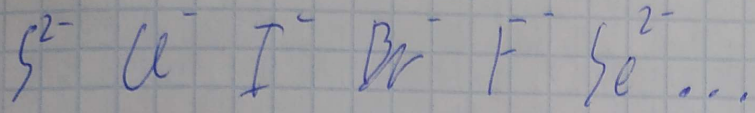
Ответ: -

Балл: 20

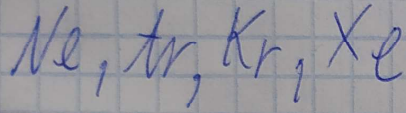
1 ^{имеем}

У нас так как берем ^{имеем} I^- Br^- F^- Se^{2-} но I^- Br^- F^- Se^{2-} это I^- Br^- F^- Se^{2-}

Так как I^- Br^- F^- Se^{2-} это I^- Br^- F^- Se^{2-}



Как мы видим конфигурация I^- Br^- F^- Se^{2-} I^- Br^- F^- Se^{2-} I^- Br^- F^- Se^{2-}

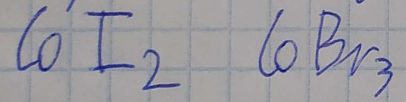


Это I^- Br^- F^- Se^{2-} I^- Br^- F^- Se^{2-}

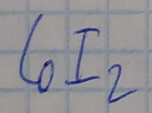
Так о металле можно указать I^- Br^- F^- Se^{2-} I^- Br^- F^- Se^{2-} I^- Br^- F^- Se^{2-}

Теперь можно разбить:

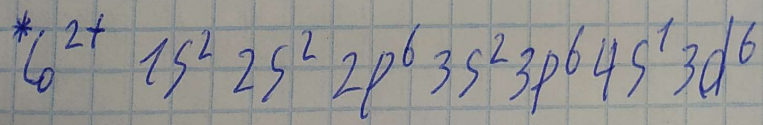
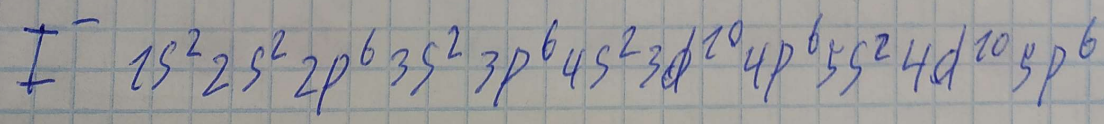
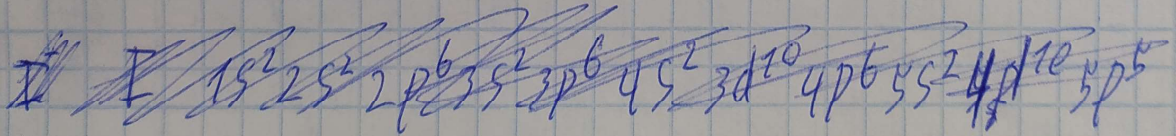
Получаем:



Так как CoBr_3 не I^- Br^- F^- Se^{2-} I^- Br^- F^- Se^{2-}

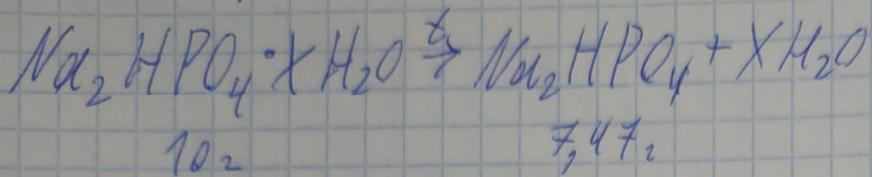


Co



2

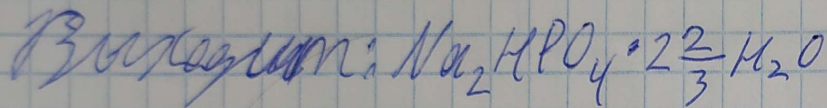
Это предельная реакция:



Теперь найдем количество через Na_2HPO_4 :

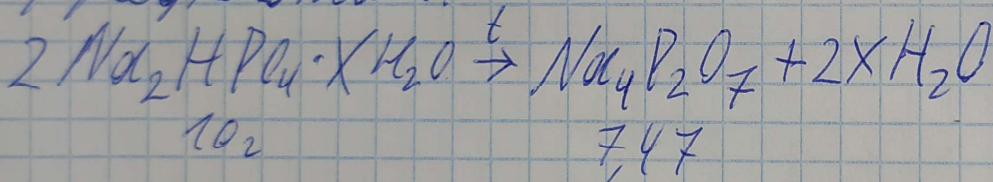
$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = \frac{7,47}{M_r(\text{Na}_2\text{HPO}_4)} = 0,0526 \text{ моль}$$

$$M_r(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = \frac{10}{n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O})} = \frac{10}{0,0526} = 190 \text{ г/моль}$$



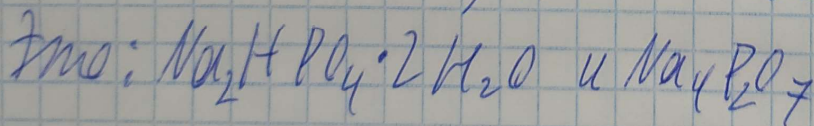
Сумма формул:

Предельная:

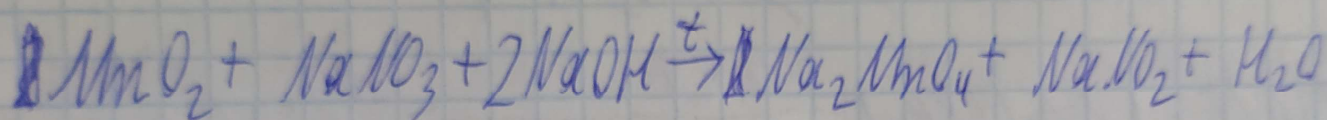
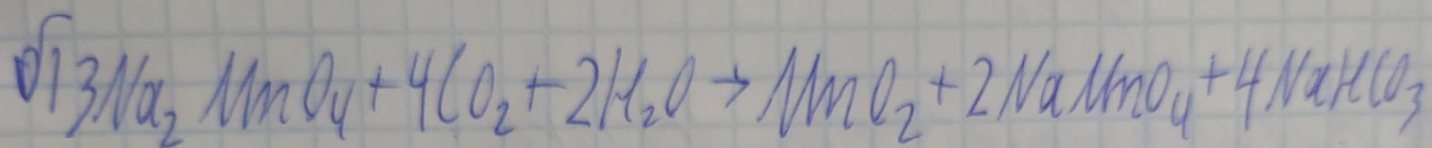
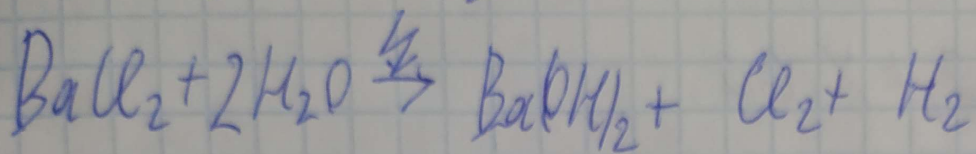
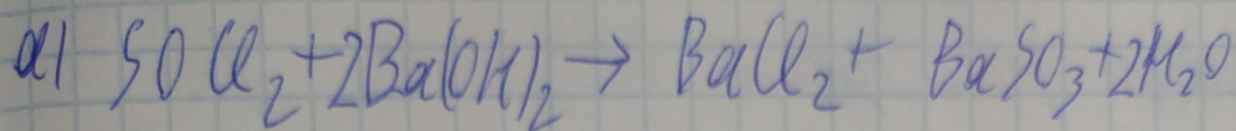


$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot n(\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7) = 2 \cdot \frac{7,47}{M_r(\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7)} = 2 \cdot \frac{7,47}{266} = 0,0562$$

$$M_r(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = \frac{10}{0,0562} = 178 \text{ г/моль}$$



3



4

 ~~$n(\text{NH}_3)$~~

$$n(\text{NH}_3) = \frac{200}{22,4} = 8,929 \text{ моль}$$

$$m(\text{NH}_3) = M_r(\text{NH}_3) \cdot n(\text{NH}_3) = 17 \cdot 8,929 = 151,786 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 1000 = 1000 \text{ г}$$

$$w(\text{NH}_3) = \frac{151,786}{1000 + 151,786} = 0,132$$

→ exchange

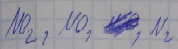
X - Molal Mass

$$w(\text{NH}_3) = 0,27 = \frac{151,786}{1000 + 151,786 - X}$$

Решая найдем $X = 589,622$

$$m(\text{MgO}) = 589,622$$

Процентная композиция смеси веществ:



$M_r(\text{смеси}) = M_r(\text{F}_2) = 38 \text{ г/моль}$

$38 > M_r(\text{NO})$

Поскольку в смеси много смеси NO_2 , так как как только у Fe_2O_3 $M_r > 38$. Так же в смеси по сравнению с HNO_3 , образуется газ с наименьшей температурой окисления, а это NO . Чтобы составить смесь NO_2 и NO .

$M_r(\text{смеси}) = M_r(\text{NO}_2) \cdot x + M_r(\text{NO}) \cdot (1-x)$

$38 = 46 \cdot x + 30 \cdot (1-x)$

$x = 0,5$

$1 \text{ NO}_2 : 1 \text{ NO}$ — состав смеси

$n(\text{NO}_2) = n(\text{NO}) = \frac{8,96}{22,4} \cdot 0,5 = 0,2 \text{ моль}$

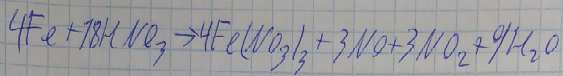
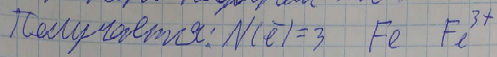
$n(\bar{e}) = 1 \cdot n(\text{NO}_2) + 3 \cdot n(\text{NO}) = 1 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,2 = 0,8 \text{ моль}$

↑
число электронов на окисление Fe

$M_r(\text{Me}) = \frac{8,96}{0,8} \cdot n(\bar{e}) = 11,2 \cdot n(\bar{e})$

↑
число окисления Me

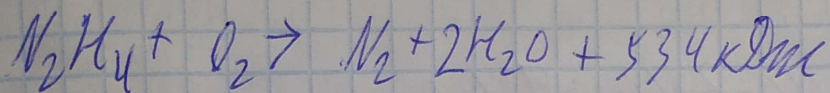
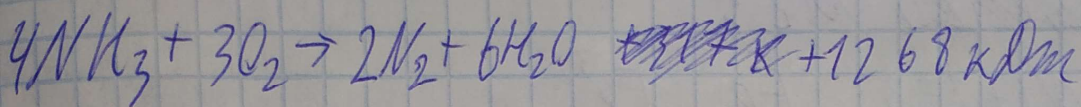
Химическое уравнение реакции:



$w(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = \frac{n(\text{Fe}) \cdot M_r(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3)}{m(\text{Fe}) + m(\text{Fe}) - m(\text{NO}) - m(\text{NO}_2)}$

$n(\text{Fe}) = \frac{8,96}{56} = 0,16 \text{ моль}$

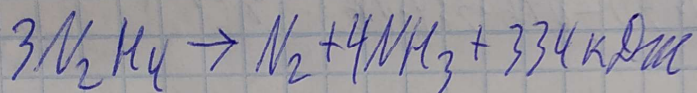
$w(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = \frac{0,16 \cdot 242}{200 + 8,96 - 0,16 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 30 - 0,16 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 46} = 0,194$



~~Реш~~

Определим на первом этапе значение энергии молекул O_2 в кДж/моль

$$Q' = 534 \cdot 3 - 1268 = 334 \text{ кДж}$$



$$334 = E(\text{N}_2\text{H}_4) \cdot 3 - E(\text{N}_2) - E(\text{NH}_3) \cdot 4 = 3E(\text{N-H}) + 3D$$

$$334 = 12 \cdot E(\text{N-H}) + 3 \cdot E(\text{N-N}) - E(\text{N} \equiv \text{N}) - 12 \cdot E(\text{N-M}) = 3 \cdot E(\text{N-N}) - E(\text{N} \equiv \text{N})$$

$$334 = 3 \cdot E(\text{N-N}) - 945$$

$$1279 = 3 \cdot E(\text{N-N})$$

$$E(\text{N-N}) = \frac{1279}{3} = 426,3 \text{ кДж/моль}$$

7

реакция KOH при нагревании это аллильное соединение
эфира.

$$n(\text{KOH}) = V(\rho - \rho_1) \cdot g(\rho - \rho_1) \cdot \omega(\text{KOH}) : M_r(\text{KOH}) = 100 \cdot 1,12 \cdot 0,15 : 56 = 0,3 \text{ моль}$$

Так как A и B измерены по $M_r(\text{соедин}) = M_r(A) = M_r(B)$

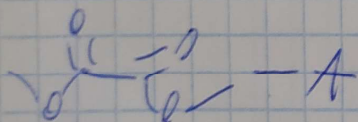
$$M_r(\text{соедин}) = x \cdot \frac{17,7}{n(\text{KOH})} = x \cdot 59 \text{ г/моль}$$

определяем количество входящей в состав (она образует соль C)

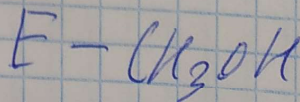
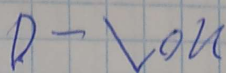
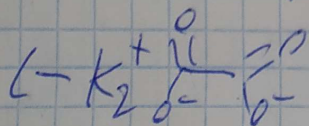
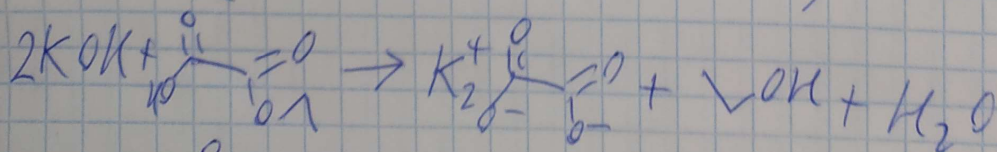
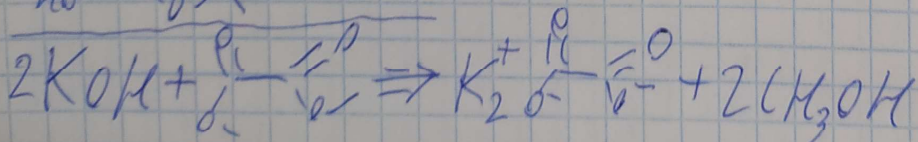
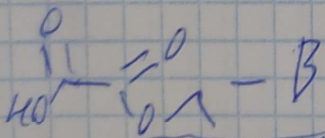
~~Решение А~~

А при $x=1$, $M_r(A) = 59$ г/моль так как $M_r(A)$ не имеет
значения в составе элемент N, либо $x \neq 1$. Тогда будем
входить в состав.

при $x=2$, $M_r(A) = 118$ г/моль это $\text{C}_4\text{O}_4\text{H}_6$, а это



тогда B это:



X - окис

X соединяется $\text{Na}_2\text{O}, \text{Si}, \text{Ca}$

Рассчитаем (Y)

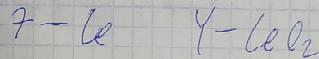
$$\text{Mr}(Y) = X \cdot (16 \cdot (4,375 + 1)) = X \cdot 86 \text{ г/моль}$$

Качество 0,8 от H_2O , E.

max-как безопасность работы & можно через F_2O_2

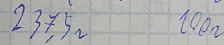
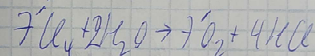
$$\text{Mr}(\text{F}_2\text{O}_2) = 86 \cdot 2 = 172 \text{ г/моль}$$

$$\text{Mr}(\text{F}) = 140 \text{ г/моль}$$



Получим Z.

Прогнозируем Z как $\text{F}'_2\text{O}_2$. Попробуем проверить реакцию



$$\Delta m = 237,5 + 100 = n(\text{F}'_2\text{O}_2) \cdot (2 \cdot 16 + 4 \cdot 35,5)$$

$$-737,5 = n(\text{F}'_2\text{O}_2) \cdot -110$$

$$n(\text{F}'_2\text{O}_2) = \frac{-737,5}{-110} = 6,70 \text{ моль}$$

$$\text{Mr}(\text{F}'_2\text{O}_2) = \frac{100}{6,70} = 149 \text{ г/моль} \quad \text{Mr}(\text{F}') = 80 - 32 = 48 \text{ г/моль}$$

