



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Клякин Фёдор Алексеевич**

Технический балл: **91**

Дата: **12 мая 2020 года**

Олимпиада «Ломоносов»

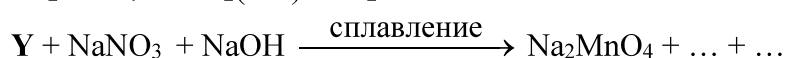
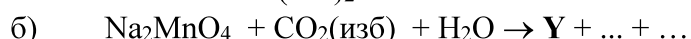
10 класс

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)

Фёдор Алексеевич Клякин

Решения и ответы даны в виде приложенных файлов

Задача: 1

Ответ: -

Балл: 8

Задача: 2

Ответ: -

Балл: 8

Задача: 3

Ответ: -

Балл: 6

Задача: 4

Ответ: -

Балл: 6

Задача: 5

Ответ: -

Балл: 11

Задача: 6

Ответ: -

Балл: 16

Задача: 7

Ответ: -

Балл: 16

Задача: 8

Ответ: -

Балл: 20

Знает, что это сульфидное б.б.о. имеет формулу

справку можно посмотреть это б.анон

представлен сдвой заровен

Если в соед. анион Br^- , то б.анон

36 электронов \Rightarrow б.катионе 9 электронов, то

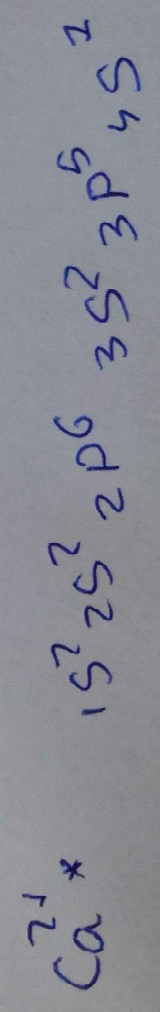
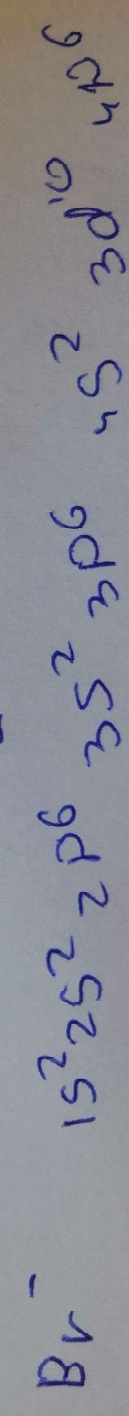
катиона с таким кон.бам электронов нет.

Если в соед. $2 Br^-$, то б.катионе 18 электронов, то

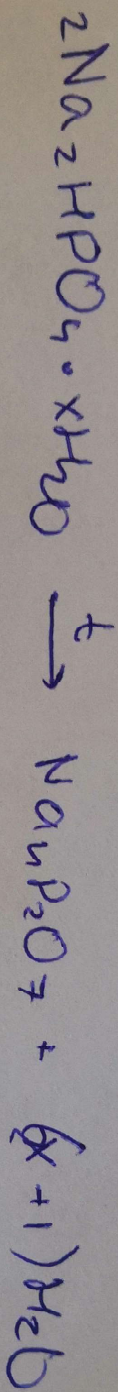
72 электронов \Rightarrow б.катионе 18 электронов, то

нагрузка на катион Ca^{2+}

соед. $CaBr_2$



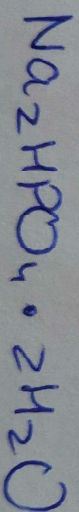
Определим количество вещества в
 титре и образ. Вещ.:

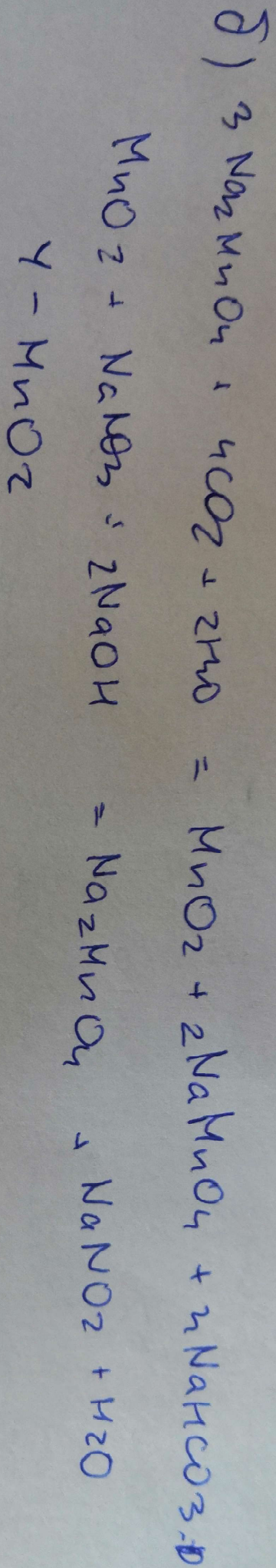
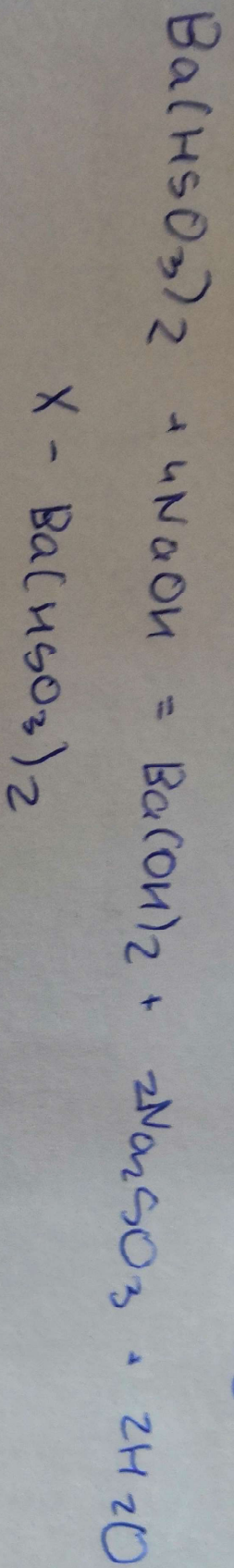
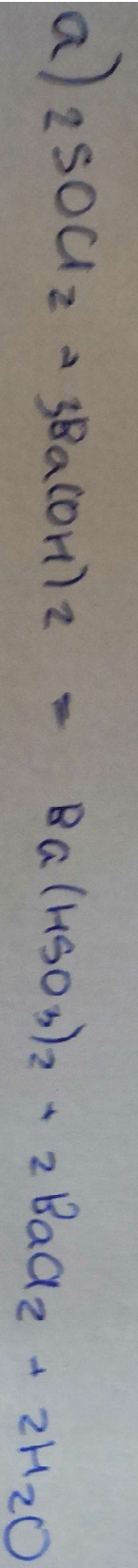


$$n(\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7) = \frac{7,47}{266} = 0,0281 \text{ моль}$$

$$M(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = \frac{10}{2 \cdot 0,0281} = 178 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 178 - 142 = 36 \Rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$$





$$n(\text{MnS}) = \frac{200}{22,4} = 8,92857 \text{ mol}$$

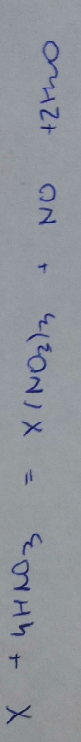
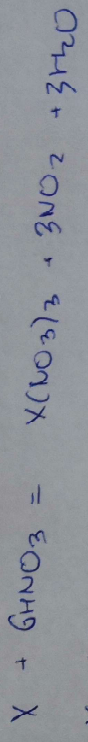
$$m(\text{MnS}) = n \cdot M = 151,78 \text{ g}$$

$$W(\text{H}_2\text{O}) = \frac{151,78}{1000 + 151,78} = 13,17\%$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{out}} = \frac{151,78}{0,27} - 151,78 = 410 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{in}} = 1000 - 410 = 590 \text{ g}$$

Предположим что металл был 3-валентный;
 тогда количество кислорода - NO₂, NO.
 Запишем р-ции в общем виде



чтобы количество азота совпало в обоих случаях
 то эти реакции умножим на коэффициенты
 металлов $\varphi(NO) = \varphi(NO_2) = 50\%$

$$n_O = \frac{V}{V_m} = 0,24$$

$$n_{(NO_2)} = 0,12$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 0,24 = 3n(NO_2) + n(NO) \\ 3n(NO_2) = n(NO) \end{array} \right.$$

$$n(NO_2) = 0,04 \text{ моль}$$

$$n(NO) = 0,16 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow n(X) = 0,16 \text{ моль}$$

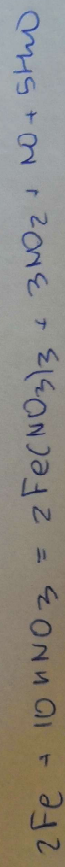
$$M = \frac{m}{n} = \frac{8,96}{0,16} = 56 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 8,96 + 200 = 0,24 \cdot 38 = 19,84 \text{ г}$$

$$n(\text{Fe(NO}_3)_3) = n(\text{Fe}) = 0,16 \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe(NO}_3)_3) = 0,16 \cdot 242 = 38,72 \text{ г}$$

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



$$\Delta H^{\circ}(\text{MH}_2) = -317 \text{ kJ/mol wass}$$

$$\Delta H^{\circ}(\text{N}_2\text{H}_4) = -534 \text{ kJ/mol wass}$$

$$1) \text{MH}_3 + \frac{3}{2} \text{O}_2 = \frac{1}{2} \text{N}_2 + \frac{3}{2} \text{H}_2\text{O}$$

$$2) \text{N}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

$$1) -317 = 3E(\text{N-N}) + \frac{3}{2}E(\text{O=O}) - \frac{1}{2}E(\text{N}\equiv\text{N}) + 3E(\text{O-H}) \quad | \cdot \frac{4}{3}$$

$$2) -534 = E(\text{N-N}) + 4E(\text{N-H}) + E(\text{O=O}) - E(\text{N}\equiv\text{N}) - 4E(\text{O-H})$$

$$\rightarrow 2) - 1)$$

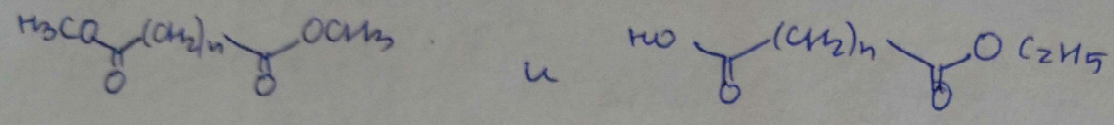
$$E(\text{N-N}) - \frac{1}{3}E(\text{N}\equiv\text{N}) = -111,33 \text{ kJ/mol}$$

$$E(\text{N-N}) = 203,7 \text{ kJ/mol}$$

При щелочной гидролизе образуются соли и 2 экв. спирта (бихлорид), следовательно

A и B имеют в составе произв. соев группы более разнообразный вариант - эфиры;

Если это эфиры одноосновной кислоты, то спиртом образоваться не могут, но если к-та 2-основная спирты могут входить так:

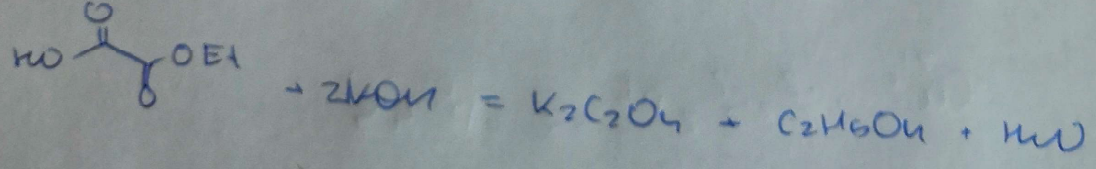
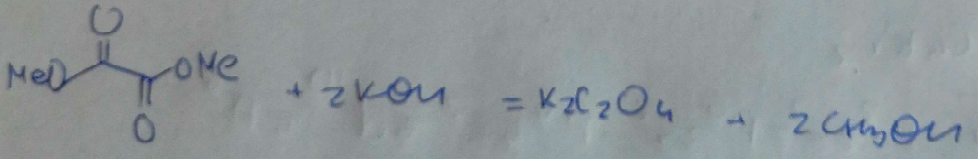
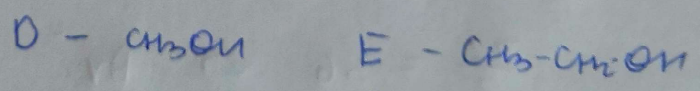
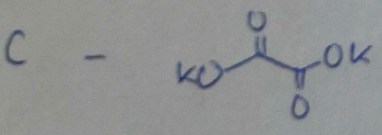
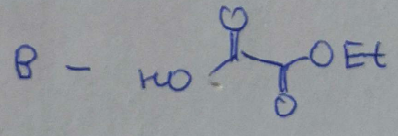
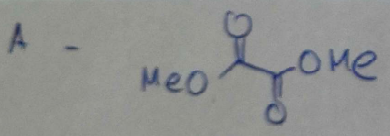


Тогда на один спирт требуется по молярности

$$n(\text{спирт}) = 100 \cdot 1,12 \cdot 0,15 = 0,168; \text{ на р-цию то } 0,15 \text{ моль}$$

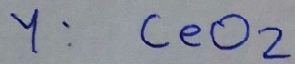
$$\text{Тогда } M(A \text{ и } B) = \frac{17,7}{0,15} = 118 \frac{\text{г}}{\text{моль}}; \text{ это соответствует}$$

мог этановый спирт уксусной к-ты и мог диметиловый спирт уксусной к-ты

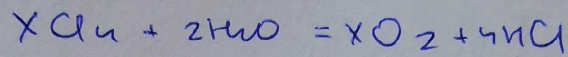


Т.к. оба оксида Y и Z имеют 4-валентный
атом, можно определить эти элементы

$$Y: Y_2O_3 \quad 32 \cdot 4,375 = M(Y_2) = Ce$$

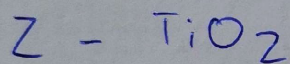


Z: P. при нагревании:

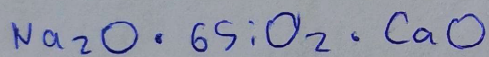


$$\text{Тогда: } \frac{100}{M(X) + 32} = \frac{237,6}{M(X) + 142} \quad ; \quad \text{Отсюда } M(X) = 48 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

по соств. Ti



X (сложно по описанию) - стекло



соств. элементы - Na, Si, Ca, O

нагревание TiO_2

