



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Хазов Александр Дмитриевич**

Технический балл: **84**

Дата: **12 мая 2020 года**

Олимпиада «Ломоносов»

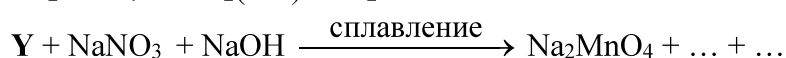
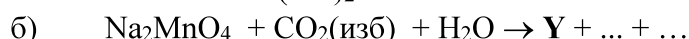
10 класс

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)

Александр Дмитриевич Хазов

Решения и ответы даны в виде приложенных файлов

Задача: 1

Ответ: -

Балл: 8

Задача: 2

Ответ: -

Балл: 8

Задача: 3

Ответ: -

Балл: 7

Задача: 4

Ответ: -

Балл: 10

Задача: 5

Ответ: -

Балл: 2

Задача: 6

Ответ: -

Балл: 15

Задача: 7

Ответ: -

Балл: 15

Задача: 8

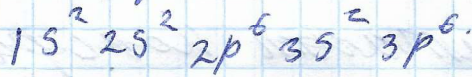
Ответ: -

Балл: 19

Электронная конфигурация Br^-



Электронная конфигурация Ca^{2+}



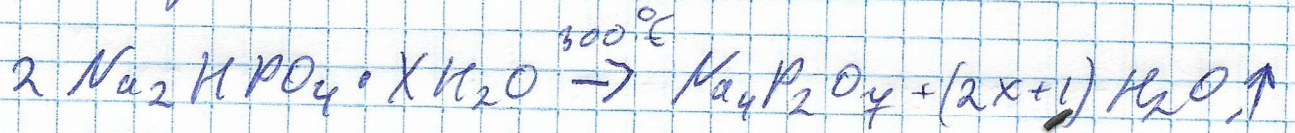
Электронная конфигурация Br



Электронная конфигурация Ca^*



Задача 2.



$$v(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 2 \cdot v(\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7), \quad \Rightarrow$$

$$\frac{10}{142 + 18x} = \frac{2 \cdot 4,44}{266}$$

$$x = 2. \quad \Rightarrow$$



Данные для расчетов.

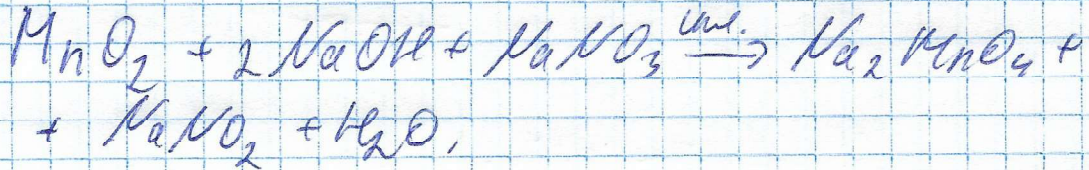
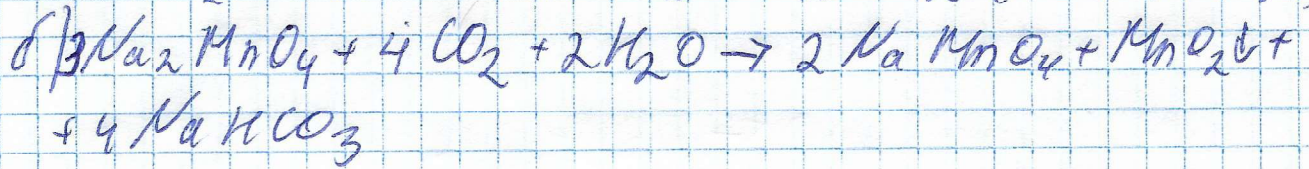
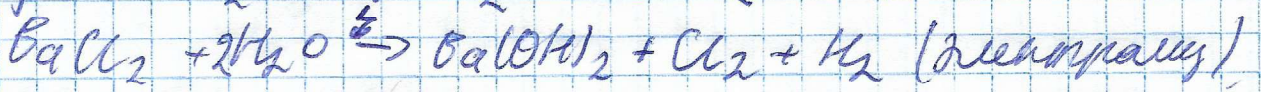
$$M(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 142$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18$$

$$M(\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7) = 266$$

Объем: исходное в-во $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
конечное в-во $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$

Задача 3



Ответ: X: BaCl_2
Y: MnO_2

Задача 4-

$$n(\text{NH}_3) = \frac{125}{14} \text{ моль.} \quad \left(\frac{200}{22,4} = \frac{125}{14} \right)$$

$$m(\text{NH}_3) = \frac{125}{14} \cdot 14 = \frac{2125}{14} \text{ (г)}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ г.}$$

$$w(\text{NH}_3) = \frac{\frac{2125}{14}}{\frac{2125}{14} + 1000} = \frac{14}{129} \approx 13,148\%$$

При темп. 90 - 60 °C раствор перемешивают.
В равновесии, т.е. состав выходящего
при данной температуре. \Rightarrow

$$0,129 = \frac{\frac{2125}{14}}{\frac{2125}{14} + 1000 - x} \quad x = 589,6164 \text{ г.}$$

(Туман x масса льда, не вошедшего
в раствор), при этом масса NH_3 оста-
ется постоянной, а масса раствора
уменьшена только за счет обл. льда
р.э. ком. может промешать в р-ре



Ответ: массовая доля в исходном р-ре
13,148%

Масса осадка: 589,6164 (г)

Задача 5

Газы которые могут быть



Амиакные соединения от металла (можно получить NH_3 и NO_3)

Коррозия газов.

N_2 и N_2O] из-за диссоциации

NO и NO_2] окислительными

Газы у нас выделяются металлом и газы N_2 и N_2O .

Поэтому



Пусть в (1) выделилось x г N_2 ,

а в (2) $8,96 - x$ г.

$$\frac{1}{5} \cdot \frac{x}{M} \cdot 22,4 + \frac{8,96 - x}{M} \cdot \frac{1}{4} \cdot 22,4 = 5,376$$

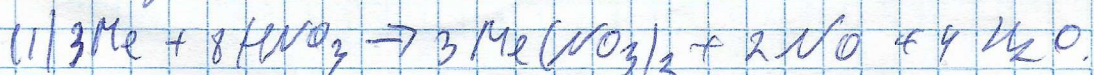
$$38 = \frac{0,2x}{2,24} \cdot 28 + 44 \cdot \frac{2,24 - 0,125x}{2,24 - 0,05x}$$

$$85,12 - 1,9x = 5,6x + 98,56 - 11x$$

$$x = 3,84 \text{ г.} \Rightarrow M = 8,5 \text{ (Be)}$$

Пусть Me выделяет и один элемент NO_2 и NO .

Поэтому



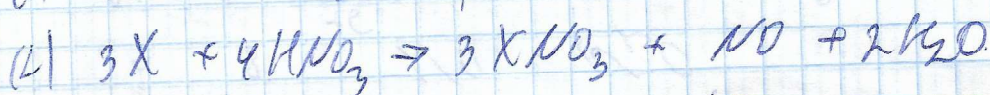
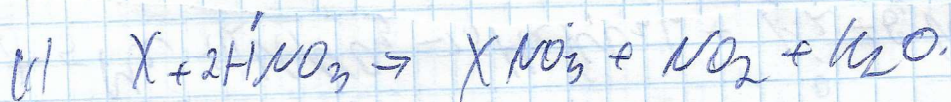
$$5,346 = 22,4 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{x}{M} + 22,4 \cdot 2 \cdot \frac{8,96-x}{M}$$

$$38 = \frac{x}{26,88-2x} \cdot 30 + \frac{8,96-x}{26,88-2x} \cdot 46$$

$x = 0$ не может быть числом.

При M одинаковой получим N_2 и N_2O получим $x = 0,38$.

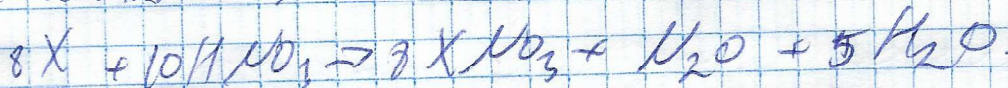
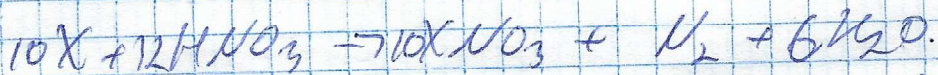
$M(M_2) = 34$ числом или,



$$5,346 = \frac{x}{M} \cdot 22,4 + 22,4 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{8,96-x}{M}$$

$$38 = \frac{3x}{8,96+2x} \cdot 46 + 30 \cdot \frac{8,96-x}{2x+8,96}$$

При M одинаковой, а N_2 и N_2O в числом быть не может. $x = 44,8$ числом быть не может.



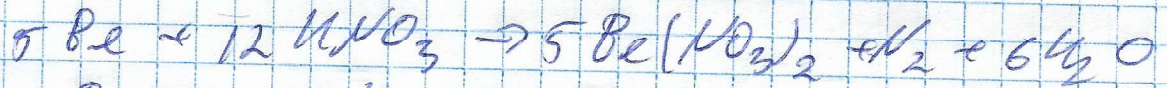
$$5,346 = \frac{x}{M} \cdot \frac{1}{10} \cdot 22,4 + \frac{8,96-x}{M} \cdot \frac{1}{8} \cdot 22,4$$

$$38 = 28 \cdot \frac{0,2x}{8,96-0,2x} + 44 \cdot \frac{8,96-x}{8,96-0,2x}$$

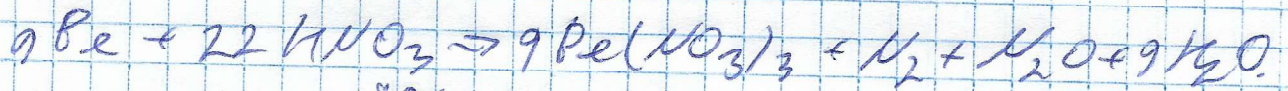
$$340,48 - 4,6x = 35,2x + 394,24 - 44x$$

$$x = 44,8$$

⇒ Me - Be, , rozn N_2 и N_2O
печисли.



Спримемо



$$w(Be(NO_3)_2) = \frac{\frac{8,96}{9} \cdot (9 + 44 + 48)}{8,96 + 200 - \frac{7,84}{9} \cdot 5 \cdot 28 - \frac{1,96 - 7,84}{9} \cdot \frac{1}{2} \cdot 44} =$$

$$= 0,3528 \quad 35,28\%$$

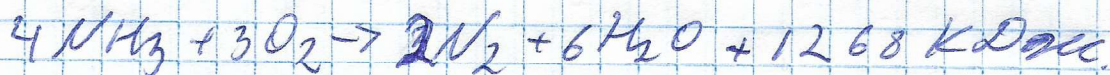
$$w(N_2) =$$

$$78 = 28x + 44(1-x)$$

$$x = 37,5\% (N_2)$$

$$w(H_2O) = 62,5\%$$

Задача 6



$$\Delta H = 12(N-H) + N \equiv N - 12(N-H) - 3(N-N)$$

$$\Delta H = N \equiv N - 3(N-N)$$

$$334 = 945 - 3(N-N)$$

$$N-N = \frac{945 - 334}{3} = 203,67 \text{ кДж}$$

Ответ: 203,67 кДж

Задача 4

Измерение в ба А и В $\Rightarrow M(A) = M(B)$
 др. соль С и D и E диметиле
 соловом, получаем при взаимно-
 гильсии соловом КОМ.

А и В - соль всего соловые при
 функциональной группе, ~~соль~~ С
 разными соловыми. \Rightarrow

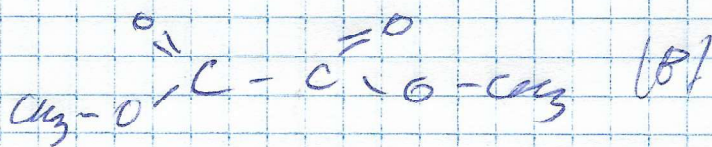
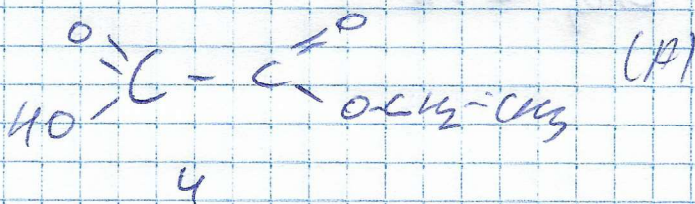
$$2 \cdot V(\text{группа}) = V(\text{КОМ})$$

$$2 \cdot \frac{14,4}{X} = \frac{0,15 \cdot 100 \cdot 12}{37 + 14} = 0,3$$

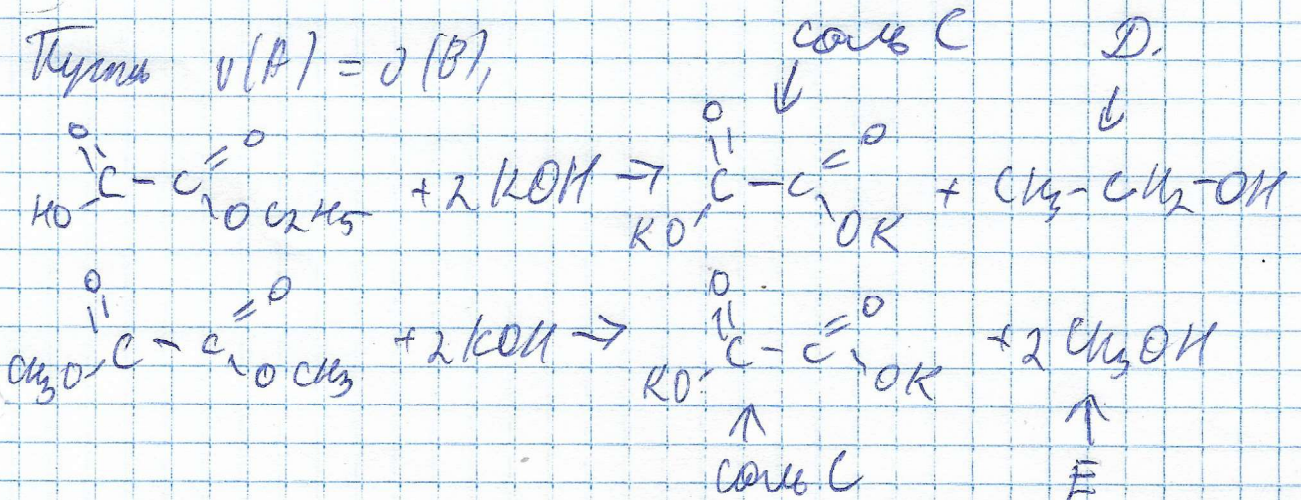
$X = 118$ - солов формулы $C_n H_{2n-2} O_4$.

$$n = \frac{118 - 64 + 2}{14} = 4$$

А, В = $C_4 H_6 O_4$, но это не солов
 соловом.

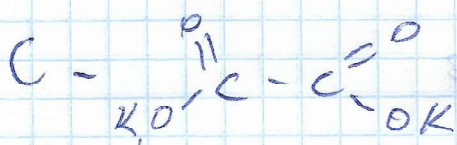
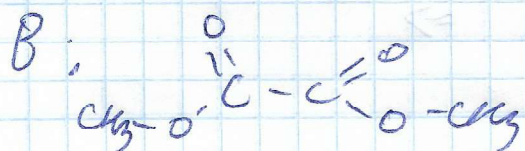
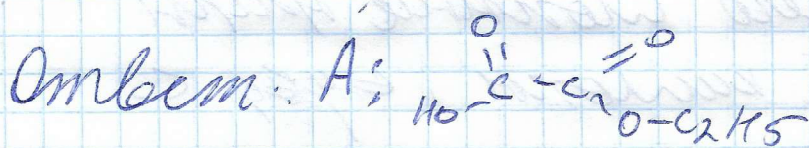


Тогда $V(A) = V(B)$,



из уравнений матриц все
скрывается

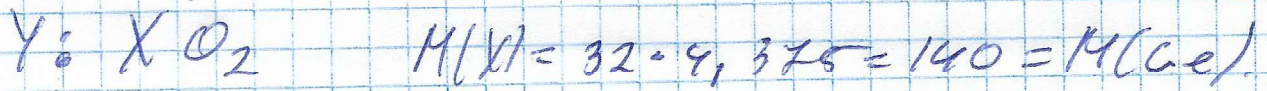
обр. эфира и также соль С,
и два спирта в молярном соотношении
1:2. Д и Е, как эфир. Ближайшими
кислотами.



Задача 8

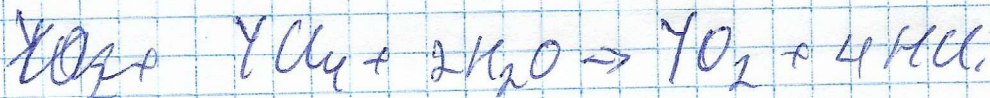
Безцветный, прозрачный, прочный материал X, причем в него можно добавить оксиды - манганом на стекло - SiO_2 - X - оксид и расплавить.

Y-оксид уже Y-ч-ек валентности \rightarrow



$\Rightarrow Y - \text{CeO}_2$, его, как правило, можно добавлять для получения желтого цвета

Z-оксид с ч-ек валентности меньше $\Rightarrow Z: Y O_2$, тк при реакции с хлоридом стерили окисляется не учитываются, то хлорид YCl_4



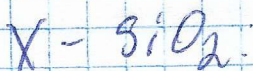
$$v(\text{хлорид}) = v(\text{оксид}) \Rightarrow$$

$$\frac{100}{Y+32} = \frac{237,5}{Y+75,5 \cdot 4}$$

$$Y = 48 = M(\text{Ti}) \Rightarrow$$



Ответы:



В покрытие входит ГЗ МГЧ (т.е. стекло) вводят элементы: Si, Ti, Ce, O (красный, фиолетовый, черный, карбон)

Y - CeO₂ } размерный стабилизатор
Z - TiO₂ } окисел

Получение Z

