



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

## **ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Мураев Вадим Сергеевич**

Технический балл: **82**

Дата: **12 мая 2020 года**

## Олимпиада «Ломоносов»

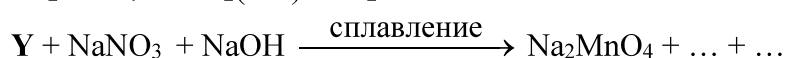
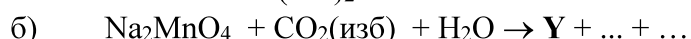
### 10 класс

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 ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) 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)**

Вадим Сергеевич Мураев

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: 10

**Задача: 5**

Ответ: -

Балл: 12

**Задача: 6**

Ответ: -

Балл: 14

**Задача: 7**

Ответ: -

Балл: 4

**Задача: 8**

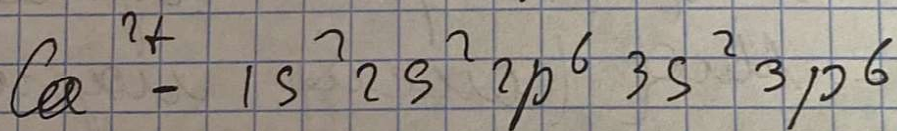
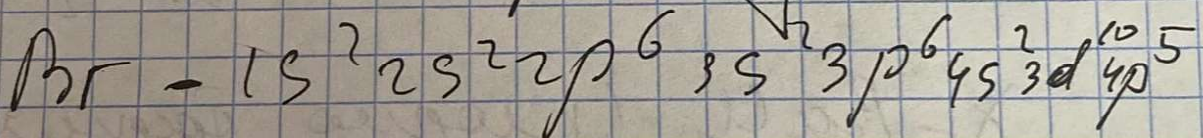
Ответ: -

Балл: 20

① Оба иона имеют электронные оболочки инертных газов,  $ns$  считаем по кр, поэтому металл 2-х зарядный,  $d$  значит  $72 \bar{e}$  ( $Br^{\ominus} - 36 \bar{e}$ )  
 $(36 \cdot 2 = 72)$

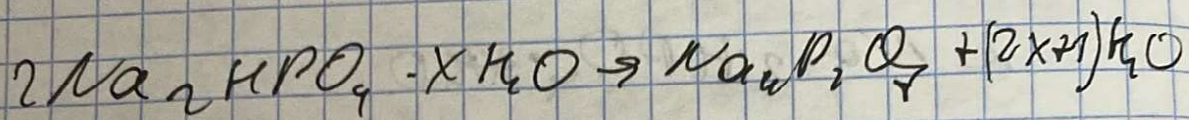
$$74/4 = 18 - Ca^{2+}, \Rightarrow$$

$CaBr_2$  (бромид кальция)



(2)

P-целл



$$n(\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7) = \frac{2,142}{266} = 0,008 \text{ моль}$$

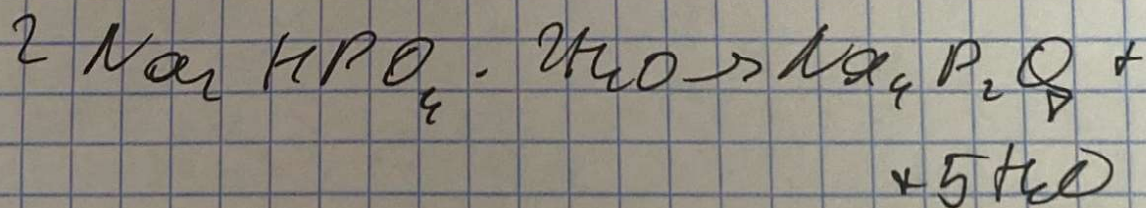
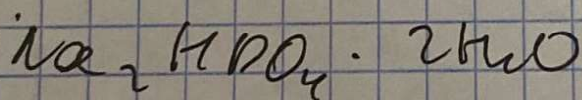
~~n(крист.)~~

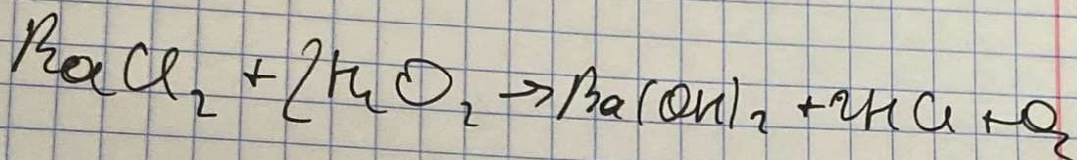
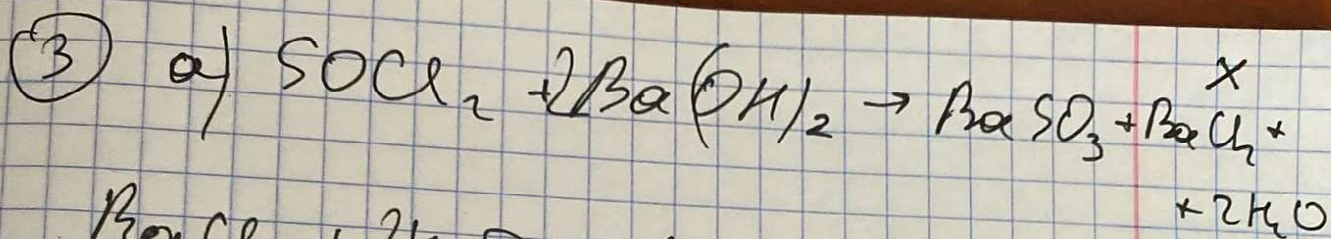
$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 0,056 \text{ моль}$$

$$M_r(\text{крист.}) = \frac{102}{0,056 \text{ моль}} =$$
$$= 178$$

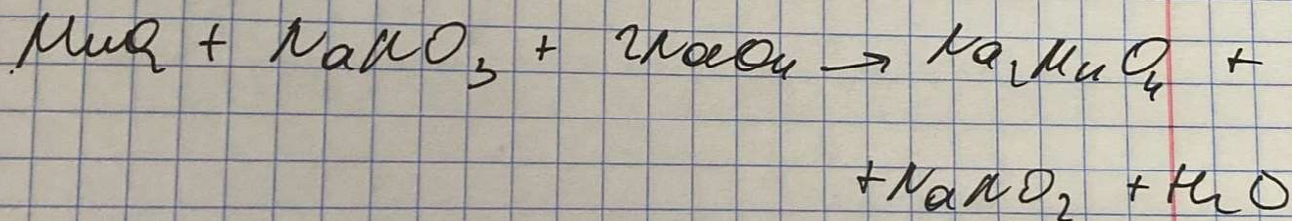
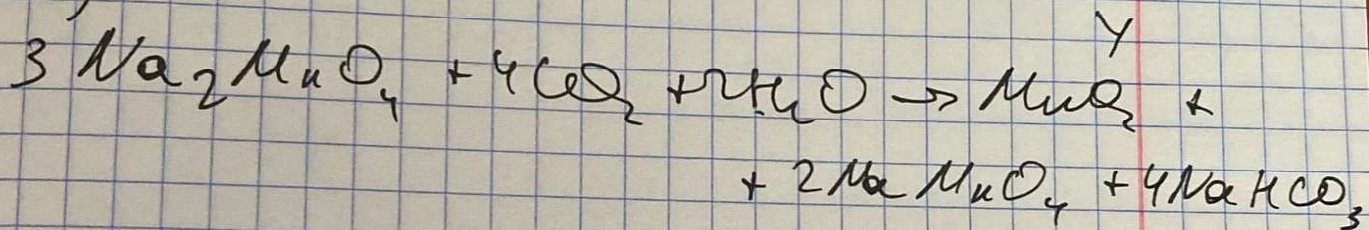
$$178 - 142 = 36 \quad \Rightarrow \quad ? \text{ моль}$$

(H<sub>2</sub>O)





б)



X - BaCl<sub>2</sub> (крупные белые кристаллы)

Y - MnO<sub>2</sub> (окисел марганца (IV))

4

$$n(K_2) = 200 \text{ л} / 25,4 \text{ л/меш} = 8,9 \text{ меш}$$

$$m(K_2) = 8,9 \text{ меш} \cdot 17 \text{ т/меш} = 151,79 \text{ т}$$

$$m(K_2O) = 1000 \text{ т}$$

$$n(K_2) = \frac{151,79 \text{ т}}{1000 \text{ т} + 151,79 \text{ т}} = 0,1318$$

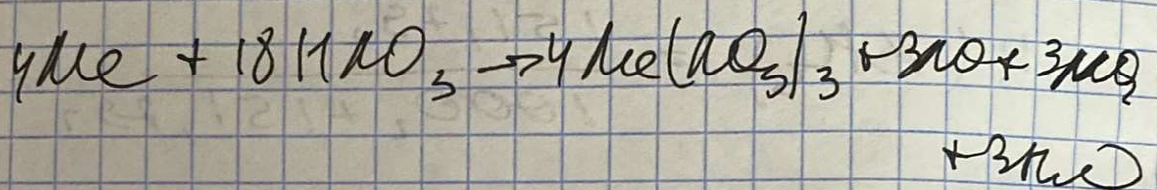
(13,18%)

Выход  $K_2O$  —  $x \text{ т}$ , ~~до~~

$$\frac{151,79}{1000 + 151,79 - x} = 0,27$$

$$x = 589,6 \text{ т}$$

⑤ Высок Me - 3-го класса  
 кислот, тогда  
 через реакцию:



(в реакцию ~~не~~ NO и NO<sub>2</sub>,

которые ~~не~~ для

покрываются

$$\frac{30 + 46}{2} = 38$$

Пусть  $x = M_r(Me)$

$$\frac{8,96}{4x} = \frac{0,24}{6}$$

$$n(\text{реакт}) =$$

$$= 5,376 / 23,4 =$$

$$= 0,24$$

$$x = 56 \Rightarrow$$

Me - Fe (железо)

$$n_{\text{продукт}} = 3 + 3 = 6 \text{ моль}$$

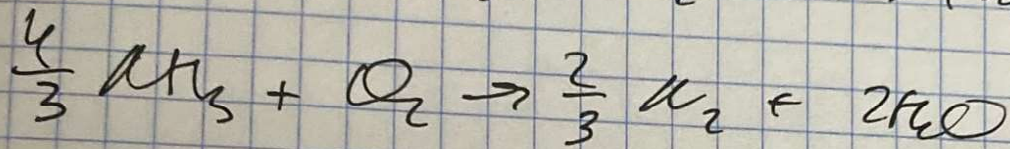
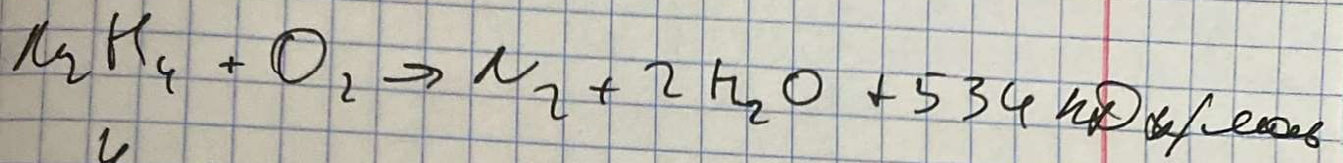
$$0,16 \cdot 156 + 62 \cdot 31$$

$$\frac{\quad}{200 + 8,96 - 0,12(30 + 46)} =$$

$$= 0,1932 \text{ (19,32\%)}$$



6



$$317 \cdot \frac{4}{3} = 422,67$$

кДж/моль      кДж/моль

Можем

вычитать 1-ое уравнение из 2-го.

$$2 \cdot 2 (H-O) + (N \equiv N) - (O=O) - 4(N-H) -$$
$$- (N-N) = 534$$

$$2 \cdot 2 (H-O) + \frac{2}{3} (N \equiv N) - (O=O) -$$
$$- 3 \cdot \frac{4}{3} (N-H) = 422,67$$

вычитаем

$$945 - 0,67 \cdot 945 - (N-N) = 115,33$$

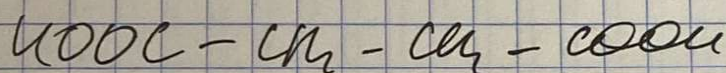
$$(N-N) = 203,67 \text{ кДж/моль}$$

$$\textcircled{7} \quad n(\text{KOH}) = \frac{100 \text{ мл} \cdot 1,17 \frac{\text{г}}{\text{мл}} \cdot 0,15}{56 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,3 \text{ моль}$$

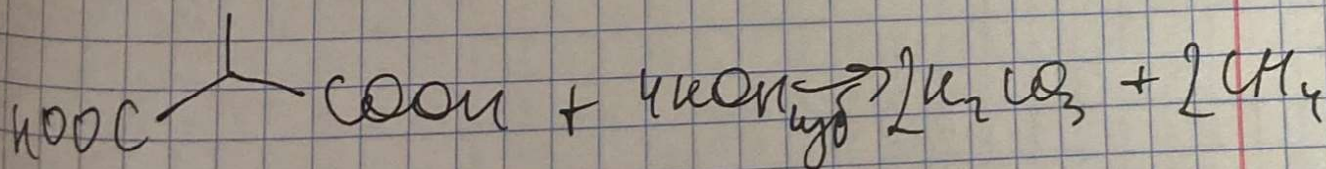
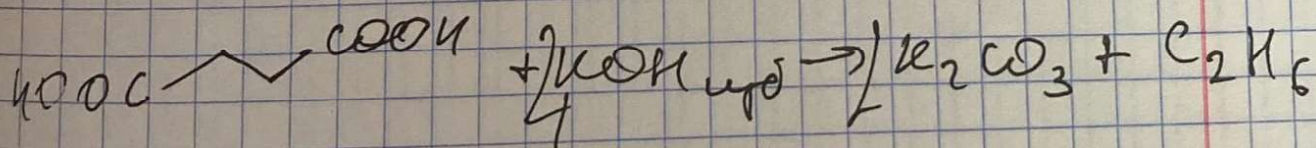
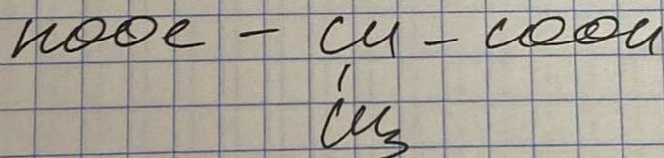
$$M = 17,7 \cdot 2 = 35,4 \text{ г}$$

$$M = 35,4 / 0,3 \text{ моль} = 118 \text{ г/моль}$$

$$118 - 32 \cdot 2 - 2 \cdot 1 - 12 \cdot 2 = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \Rightarrow$$



пример ее:



⑧ X- $\text{SiO}_2$  (селик)  $\text{SiO}_2$

входящие в него элементы:

K (калий)

Na (натрий)

O (кислород)

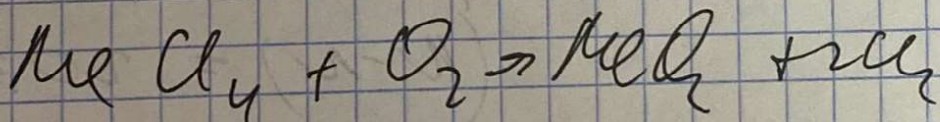
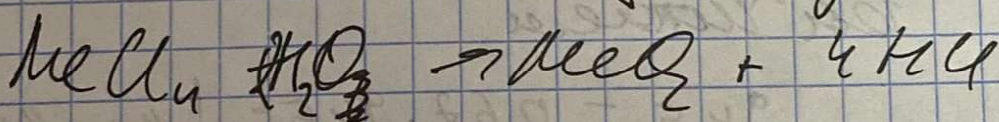
Ca (кальций)

Si (кремний) и др.

$\gamma - \text{MeO}_2$

$$32 \cdot 4,3 + 5 = 140, \rightarrow$$

$\text{CeO}_2$  (окис церия)



$$\frac{100}{x+32} = \frac{237,5}{x+142} / x = 48, \rightarrow$$

Ti (титан)

