



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Зиновьев Роман Александрович**

Технический балл: **82**

Дата: **12 мая 2020 года**

Олимпиада «Ломоносов»

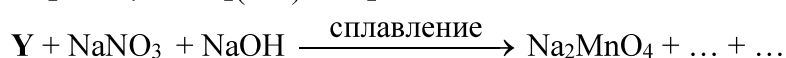
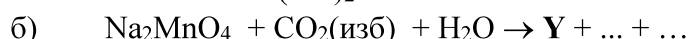
10 класс

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 (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)

Роман Александрович Зиновьев

Решения и ответы даны в виде приложенных файлов

Задача: 1

Ответ: -

Балл: 8

Задача: 2

Ответ: -

Балл: 6

Задача: 3

Ответ: -

Балл: 6

Задача: 4

Ответ: -

Балл: 10

Задача: 5

Ответ: -

Балл: 12

Задача: 6

Ответ: -

Балл: 16

Задача: 7

Ответ: -

Балл: 4

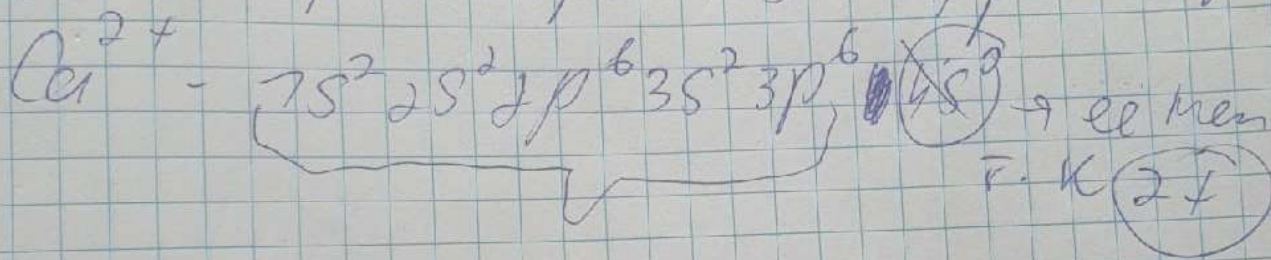
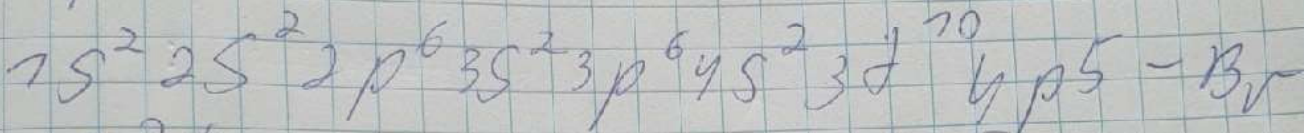
Задача: 8

Ответ: -

Балл: 20

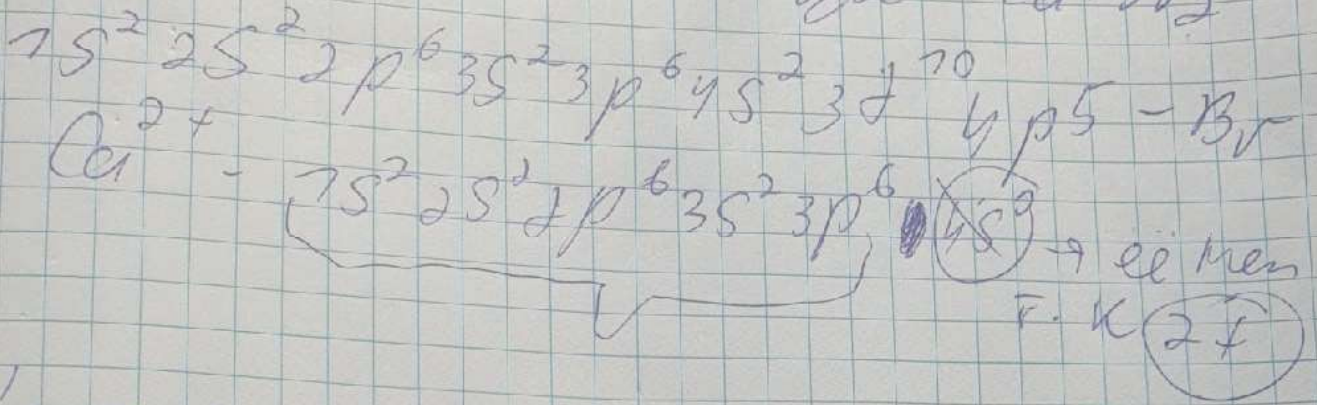
1) Обчислення формули іонів кальцію
 двовалентний розб, іони зм⁺ мік,
 мрга⁺ і йонів К⁺, мрга 36 електронів,
 іони не мають 2х зарядів, мс
 77 електронів (Br⁻¹ - 36 ел.)

$$\frac{77}{4} = 19.25 - \text{Ca}^{2+}, \text{ мрга} - \text{CaBr}_2$$

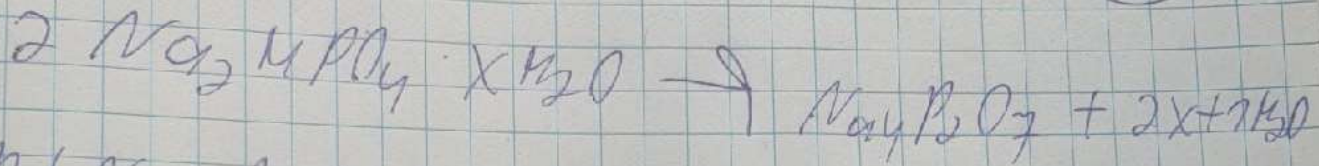


$2 \times 36 \text{ ml} = 72 \text{ ml}$
 dan memuat $2 \times 36 \text{ ml}$, misal 36 ml

$$\frac{72}{4} = 18 - \text{Ca}^{2+}, \text{ misal } - \text{Ca}^{2+} \text{Br}_2$$



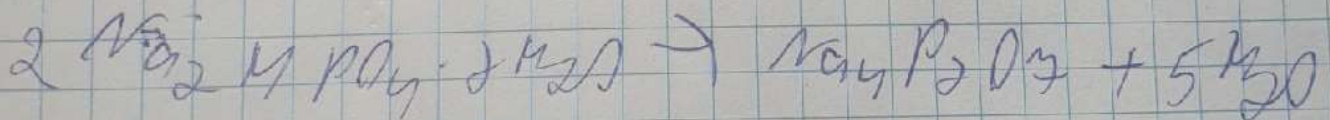
2)



$$n(\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7) = \frac{7,44 \text{ g}}{266 \text{ g/mol}} = 0,028 \text{ mol}$$

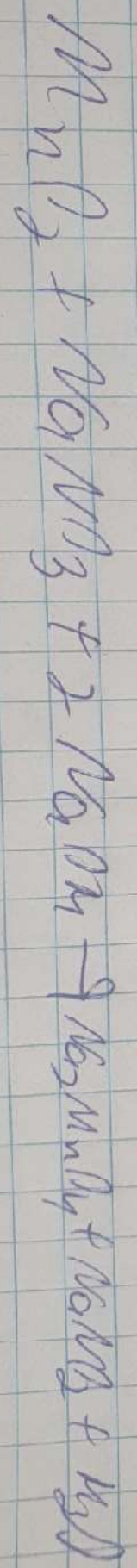
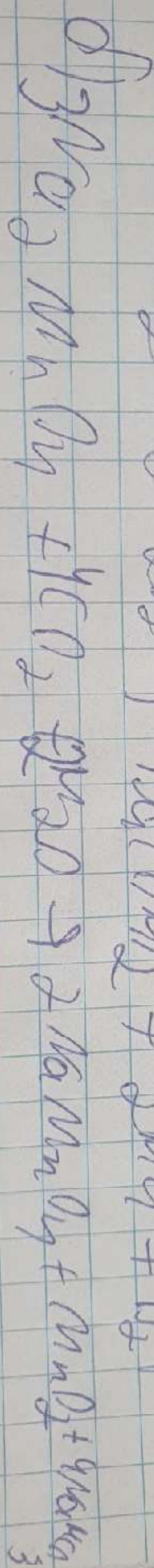
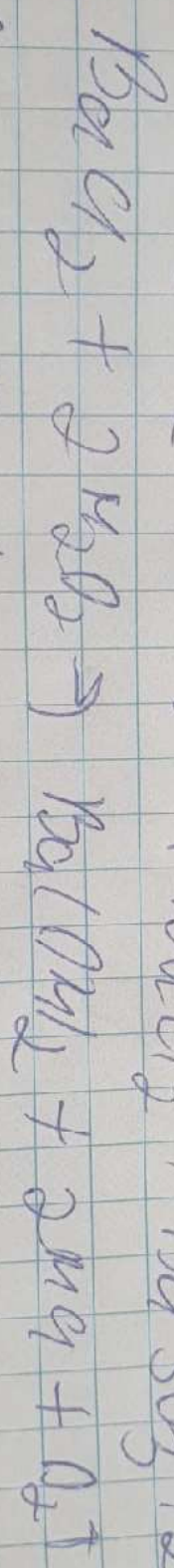
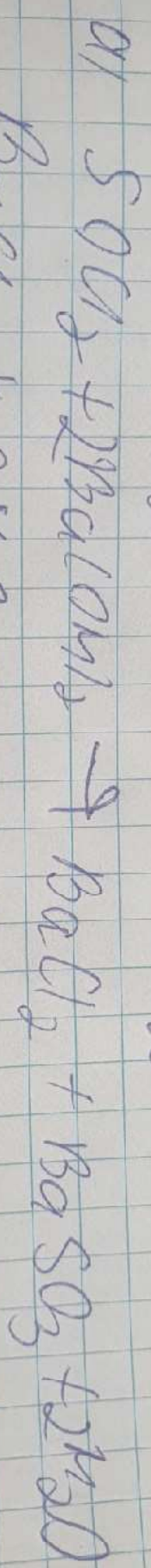
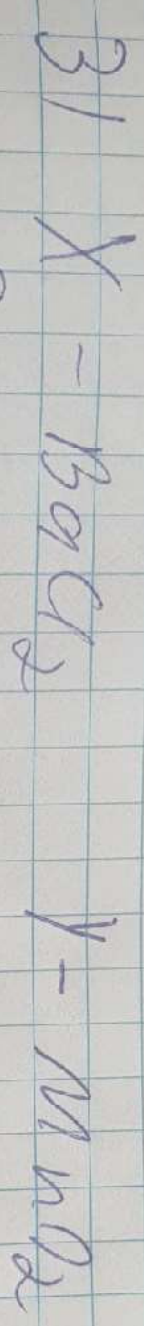
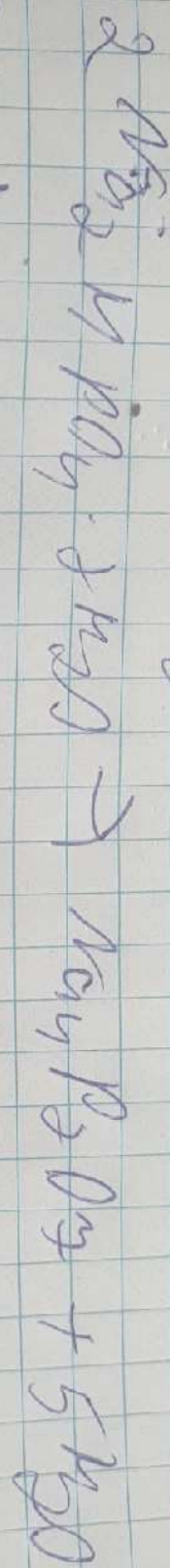
$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}) = 0,056 \text{ mol}$$

$$M_v = \frac{705}{0,056 \text{ mol}} = 1258 - \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$$



$$n / \text{Na}_2\text{KPP}_2\text{O}_7 \times \text{K}_2\text{O} = \frac{266 \text{ g/mole}}{0.1008 \text{ mole}} = 2638 \text{ g/mole}$$

$$N.V. = \frac{705}{0.056 \text{ mole}} = 12589 - \text{Na}_2\text{KPP}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$



N 4

$$m(\text{NH}_3) = \frac{200 \text{ g}}{2,4 \text{ g/mol}} \cdot 17 = 1517,385 \text{ g}$$

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

$$w(\text{NH}_3) = \frac{1517,385 \text{ g}}{1000 + 1517,385 \text{ g}} \cdot 100\% = 43,7783\%$$

Решено масса - X, масса:

$$\frac{1517,385 \text{ g}}{1000 + 1517,385 \text{ g} - X} = 43,77\%$$

$$X = 589,6 \text{ g}$$

масса воды

1000 + 757,3857

Масса металла - X, масса:

$$\frac{757,3857}{1000 + 757,3857 - X} = 0,27$$

$$X = 589,65 - \text{масса металла}$$

N5

Масса NO_2 и NO , масса

$$n_{\text{металл}} = \frac{5,326}{22,4 \cdot 10^{-3}} = 0,24 \text{ моль}$$

$$19 \cdot 2 = 46X + 30(0,24 - X)$$

$$X = 0,12 \quad 0,12$$

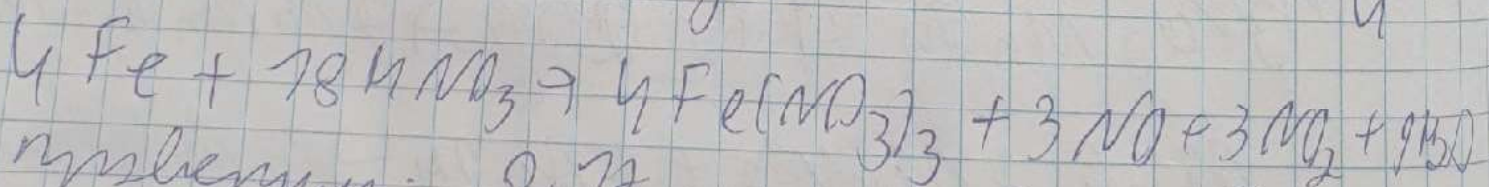
$$p(\text{NO}_2) = \frac{0,12 \cdot 100\%}{0,24} = 50\% = p(\text{NO})$$

$$M_r(\text{Me}) = \frac{8,9657}{0,12 \text{ моль}} = 74,6667 \text{ г/моль} - \text{Fe}$$

50% - NO_2 и 50% - NO

Самый маленький на 3 и разделим на 4, мы получим: $z = \frac{3}{4} \cdot 74,6667$

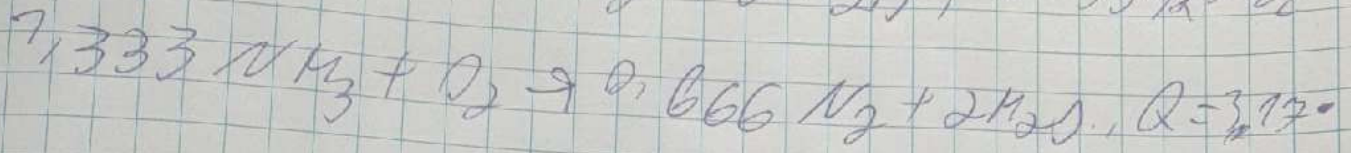
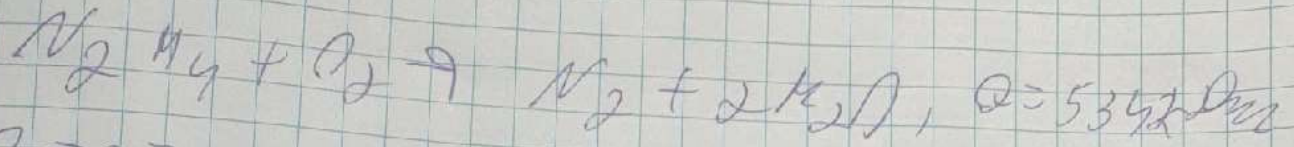
$$= 56 - \text{Fe} - \text{металл}$$



вычисляем: $\frac{0,12 \cdot 4}{3} = 0,16$, $\frac{8,96}{0,16} = 56 - \text{Fe}$

$$W(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = \frac{0,16 \cdot 156 + 62 \cdot 3 \cdot 100\%}{209 + 8,96 - 0,12(30 + 46)} = 79,3755\%$$

N6



$7,333 = 422,67 \text{ kJ/mol}$

Commonly ~~steps~~ reverse upalmeny
by ~~inserts~~, no common.

~~$2(N-N) + (N-N) - (0-0) - 4(N-N) - (N-N) = 534$~~

$2 \cdot 2(N-N) + (N-N) - (0-0) - 4(N-N) - (N-N) = 534$

$2 \cdot 2(N-N) + 0,666(N-N) - (0-0) - 7,333 \cdot 3(N-N) = 422,67$

Commonly:

$945 - 0,666 \cdot 945 - (N-N) = 777,33$

$375 - (N-N) = 777,33$

$(N-N) = 203,67 \text{ kJ/mol}$

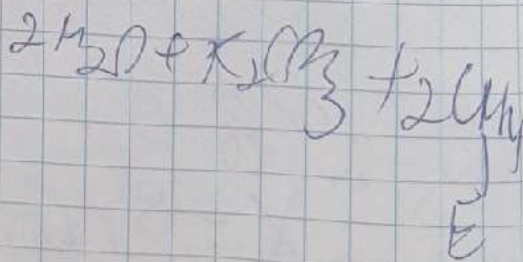
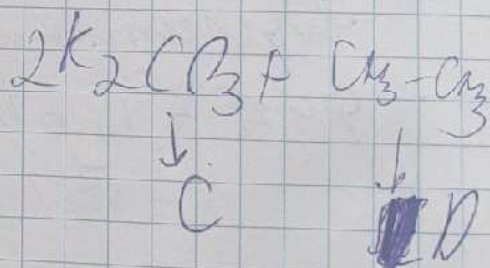
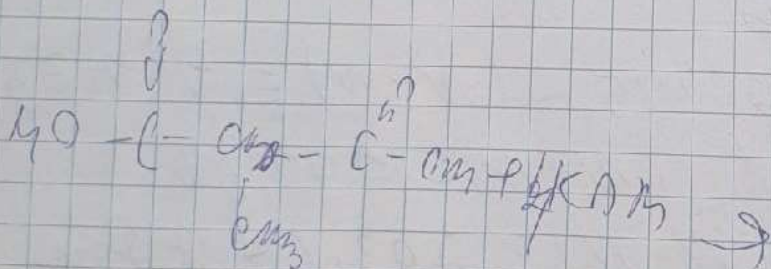
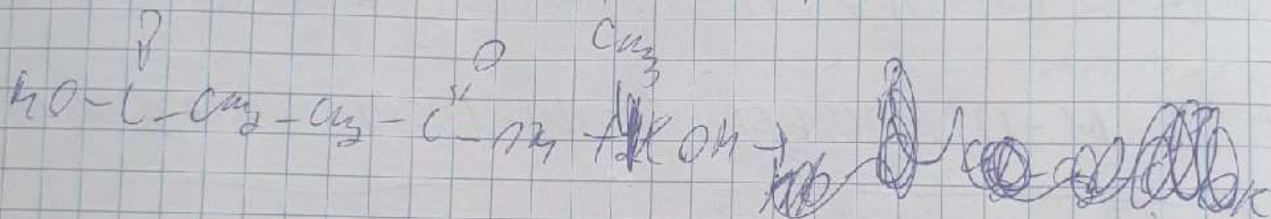
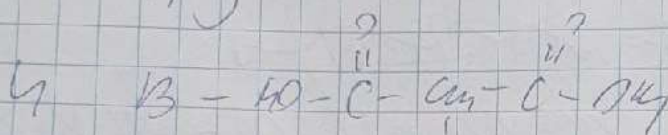
147

$$n(\text{KOH}) = \frac{100 \cdot 12 \cdot 0,15}{56 \cdot 1000} = 0,3 \text{ mol}$$

0,3

$$n(\text{A}) = n(\text{B}) \quad , \quad m(\text{A}) = m(\text{B}) \cdot 27,9$$

$$- \frac{8,95 \cdot 4}{0,3} = 119$$



$$0,666 N_2 + 2 H_2O, Q = 3,17 =$$

$$7,333 = 4,2364$$

2 Dm

Суммарно
из расчета, не требуется
исчисления

$$2 \cdot 2 (M - O) + (N - M) - 10 = 0$$

$$2 \cdot 2 (M - O) + 0,666 (N - M) - 10 = 0 - 4 (N - M) - (N - M) = 534$$

Суммарно

$$945 - 0,666 \cdot 945 - (N - M) = 777,33$$

$$375 - (N - M) = 777,33$$

$$(N - M) = 203,67 \text{ 2 Dm}$$

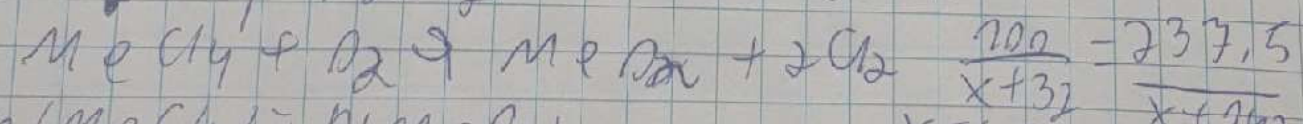
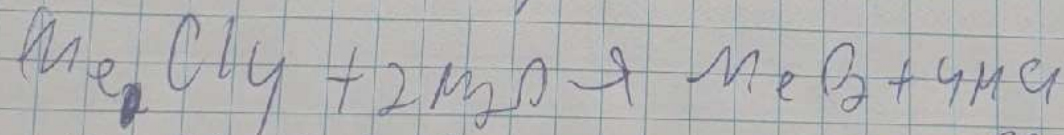
и др

X - SiO₂ - кремнезем, масса из расчета

K₂ - калий, Na - натрий, O - кислород,
Si - кремний, Ca - кальций и др. элементный состав

$$Y - Me_2O, 37 \cdot 4,375 = 160 - CeO_2$$

Y - CeO₂; в расчете не берем



$$n(Me_2Cl_4) = n(Me_2O)$$

$$\frac{100}{x+32} = \frac{237,5}{x+79}$$

