

**Решение задачи №1.**

Всего 8 баллов.

Обозначим исходную массу раствора  $M_1$  (г) Тогда исходный (1%) раствор содержит  $0,99M_1$  г воды и  $0,01M_1$  г растворенного вещества.

После испарения: масса растворенного вещества по-прежнему  $0,01M_1$ , но она составляет уже 2% от общей массы раствора  $M_2$ .

Значит  $M_2 = 0,01M_1 : 2 \times 100 = M_1 : 2$ .

Ответ: масса уменьшилась в два раза

**Решение задачи №2.**

Всего 8 баллов

$H_2SO_3$	$SO_2$ , степень окисления серы +4
$H_3PO_4$	$P_2O_5$ , степень окисления фосфора +5
$HBrO_3$	$Br_2O_5$ , степень окисления брома +5
$H_2CrO_4$	$CrO_3$ , степень окисления хрома +6

**Решение задачи №3.**

Всего 10 баллов

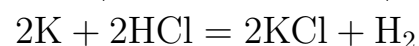
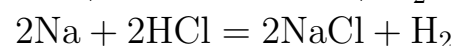
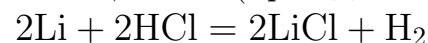
Так как получено одно и то же количество водорода, то количество вещества металлов (в моль) было также одинаковым.

Следовательно, соотношение масс металлов соответствует соотношению их молярных масс.

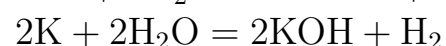
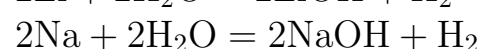
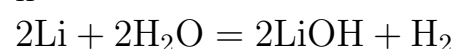
$m(Li) : m(Na) : m(K) = 7 : 23 : 39 \approx 1 : 3,29 : 5,57$

Реакции:

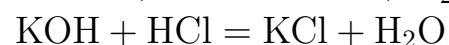
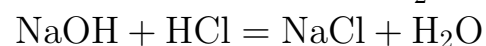
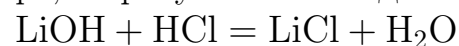
В водном растворе соляной кислоты щелочные металлы могут взаимодействовать как с кислотой, так и (прежде всего) с водой.



и



Пока в растворе остается соляная кислота, гидроксиды металлов не накапливаются в растворе, а сразу же взаимодействуют с  $HCl$  с образованием соли и воды:



Среда в растворе по окончании реакции зависит от соотношения общего количества металлов, взятых для реакции, и количества  $HCl$  в растворе. Если  $HCl$  в избытке, то среда будет кислая; если они взяты в эквивалентных количествах, то нейтральная, а если кислота в недостатке, то в растворе останутся гидроксиды металлов, и среда будет щелочная.

Точный ответ дать нельзя, не зная соотношения количеств металлов и кислоты.

**Решение задачи №4.**

Всего 16 баллов

Для того, чтобы выяснить, выполняется ли условие электронейтральности, необходимо пересчитать концентрации ионов в молярные (делением массы на молекулярную массу).

Ион	Концентрация, ммоль/л
Na <sup>+</sup>	3,5
K <sup>+</sup>	3,0
Cl <sup>-</sup>	3,0
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2,5

Таким образом, катионов 6,5 ммоль/л, а анионов 5,5 ммоль/л, то есть условие электронейтральности не выполняется.

Чтобы оно выполнялось и раствор мог существовать, должен быть еще анион.

Судя по окраске фенолфталеина, в растворе есть еще гидроксид-ион.

Концентрация гидроксид-иона 1 ммоль/л, то есть 17 мг/л.

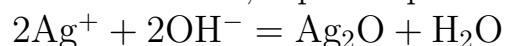
Такой раствор мог быть приготовлен из KCl, NaNO<sub>3</sub> и NaOH.

Рассмотрим реакцию с раствором нитрата серебра:

В 1 л взятого раствора AgNO<sub>3</sub> содержится  $270/108 = 2,5$  ммоль, следовательно в 20 мл содержится 0,05 ммоль серебра.

В 10 мл исходного раствора содержится 0,03 ммоль хлорида, т.е. серебро присутствует в избытке, и выпадет 0,03 ммоль AgCl, что составляет 4,3 мг (0,0043 г).

Помимо этого, в растворе есть гидроксид-ионы, поэтому может идти реакция:



Ионов серебра осталось 0,02 ммоль, а гидроксид-ионов в 10 мл раствора — 0,01 ммоль, они в недостатке, следовательно выпадет 0,005 ммоль оксида серебра, т.е. 1,16 мг, общая масса осадка 5,46 мг.

**Решение задачи №5.**

Всего 8 баллов

Из условия очевидно, что при растворении оксид **A** взаимодействует с водой и в растворе находится соответствующая кислота.

Пусть масса кислоты равна  $x$  г, масса раствора равна сумме масс воды и оксида, т.е. 32,4 г (плотность воды равна 1 г/см<sup>3</sup>).

$$x : 32,4 = 0,09074, \text{ отсюда } x = 2,94 \text{ г}$$

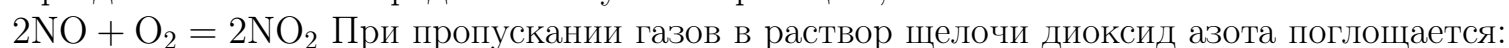
Таким образом, 2,4 г оксида образуют 2,94 г кислоты, присоединилось 0,54 г воды, т.е. 0,03 моль. При соотношении 1 : 1, мол. масса оксида 80, это SO<sub>3</sub>

Проверка других соотношений не приводит к дополнительным ответам.

**Решение задачи №6.**

Всего 12 баллов

При добавлении кислорода NO вступает в реакцию, а азот остается без изменений:



Газовая смесь на выходе содержит весь исходный азот, а также избыток NO или избыток O<sub>2</sub> (в зависимости от того, что было в избытке).

Если в избытке NO, то весь кислород (20 мл) вступил в реакцию, а весь полученный диоксид (40 мл) поглотился щелочью. В этом случае на выходе будет  $80 - 60 = 20$  мл, а это не так, значит в избытке кислород.

Смесь на выходе состоит из азота и кислорода.

Пусть  $x$  мл O<sub>2</sub> вступило в реакцию, тогда в реакцию вступило  $2x$  мл NO (столько же NO<sub>2</sub> было получено и поглотилось щелочью), и столько NO и было в исходной смеси.

В конечной смеси содержится  $(20 - x)$  мл кислорода и  $(60 - 2x)$  мл азота.

Составляем уравнение:  $(20 - x) + (60 - 2x) = 44$ , отсюда  $x = 12$ .

Исходная смесь: 24 мл NO и 36 мл N<sub>2</sub>.

Конечная смесь 8 мл O<sub>2</sub> и 36 мл N<sub>2</sub>.

### Решение задачи №7.

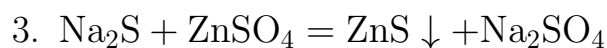
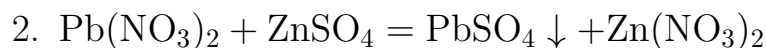
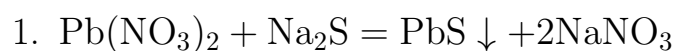
Всего 10 баллов

Вещество **F** образуется в реакции ионного обмена в растворе, оно выпадает в осадок. Реагенты смешиваются в соотношении 1 : 1, каждого из них 0,042 моль.

Таким образом, продукта скорее всего также получается 0,042 моль, что составляет 10 г. Тогда молекулярная масса вещества **F** — около 238.

Описание в сочетании с молекулярной массой указывает на PbS.

Реакции:



### Решение задачи №8.

Всего 12 баллов

Определим металл **X** на основании состава оксида **B**:

Пусть  $z$  — атомная масса металла, тогда (для одновалентного металла):

$$\frac{2z}{2z+16} = 0.684$$

откуда  $z = 17,3$ .

Атомная масса металла —  $17,3n$ , где  $n$  — валентность металла в оксиде.

При  $n = 3$  подходит хром (что можно предположить на основании свойств оксида).

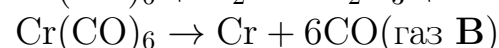
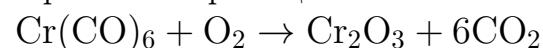
Таким образом, **B** = Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, а **X** = Cr.

Масса оксида хрома (7,6 г) соответствует 0,05 моль. Если вещество **A** содержит один атом хрома в молекуле, то его было взято 0,1 моль, а его молекулярная масса составляет 220 г.

Кроме того, вещество **A** содержит углерод, шесть атомов (на один атом хрома), так как при окислении 0,1 моль **A** получено 0,6 моль CO<sub>2</sub>.

Такое соотношение указывает на карбонил хрома Cr(CO)<sub>6</sub>, что подтверждается его молярной массой (220).

Уравнения реакций:

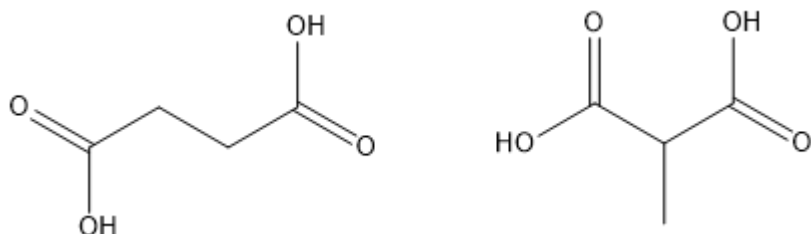


### Решение задачи №9.

Всего 15 баллов

Вещества  $C_4H_6O_4$ , проявляющие кислотные свойства, вероятно дикарбоновые кислоты (две изомерных кислоты). Тогда исходные изомеры — это диметилвые эфиры этих кислот (что подтверждается брутто-формулой), а  $CH_4O = CH_3OH$  — метанол.

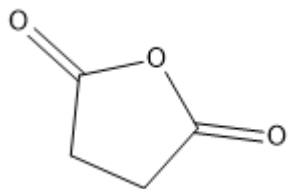
Кислоты, соответствующие данному условию:



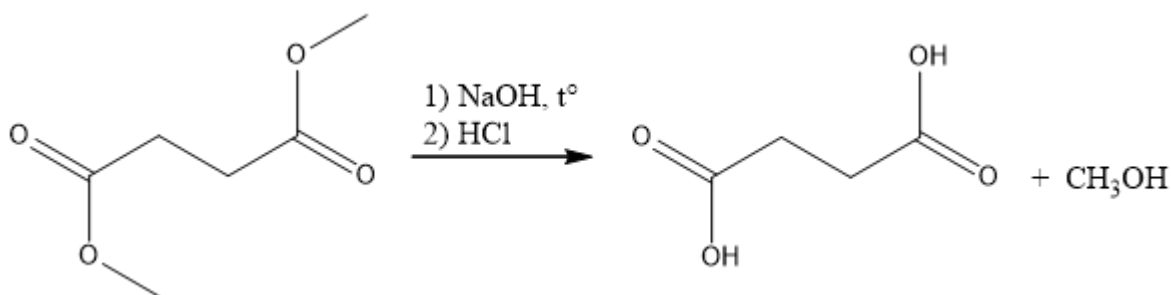
Янтарная кислота (слева), метилмалоновая кислота (справа)

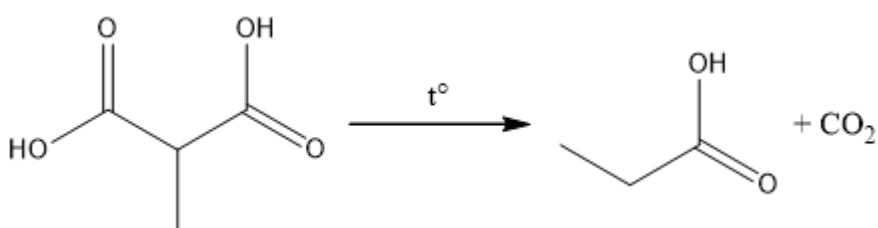
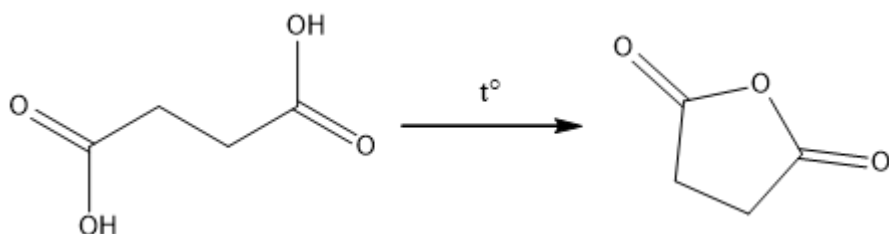
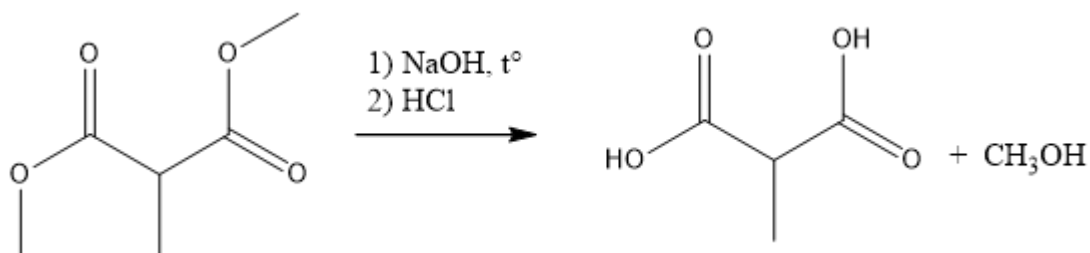
При нагревании метилмалоновой кислоты происходит ее декарбоксилирование с образованием пропионовой кислоты и углекислого газа.

Следовательно  $C_3H_6O_2$  — пропионовая кислота  $CH_3CH_2COOH$ . При нагревании янтарной кислоты образуется янтарный ангидрид  $C_4H_4O_3$ :



Реакции:





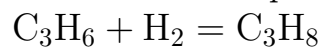
### Решение задачи №10.

Всего 12 баллов

1) Состав исходной смеси.  $x$  — доля циклопропана.

$$21x + 1(1 - x) = 13, x = 0.6$$

Таким образом, в смеси 60% циклопропана и 40% водорода. 2) Состав конечной смеси. Смесь содержит пропан, циклопропан и водород, причем их количества связаны между собой в соответствии с реакцией:



Количественный состав (условно на 1 моль исходной смеси)

	Сначала	Вступило в реакцию	В конце
$\text{C}_3\text{H}_6$	0,6	$z$	$0,6 - z$
$\text{H}_2$	0,4	$z$	$0,4 - z$
$\text{C}_3\text{H}_8$	-		$z$

Общий объем конечной смеси:  $(0,6 - z) + (0,4 - z) + z = 1 - z$

Уравнение:

$$\frac{21 \times (0,6 - z)}{1 - z} + \frac{0,4 - z}{1 - z} + \frac{22z}{1 - z} = 16,25$$

$$21 \times (0,6 - z) + (0,4 - z) + 22z = 16,25 \times (1 - z)$$

Решая уравнение, получаем  $z = 0,2$ .

Конверсия циклопропана составляет  $0,2/0,6 = 1/3$  (33,3%)