

**Отборочный этап**  
**10 класс**

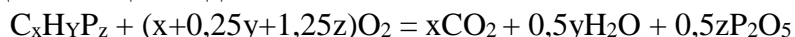
**Задача 1 (10 баллов)**

1. При полном сгорании некоторого соединения, содержащего фосфор, в кислороде образовалось твердое вещество и газовая смесь. После приведения смеси продуктов к н.у. объем оставшегося газа составил 87,71 л, а твердое вещество расплылось, и образовался раствор массой 100 г, с массовой долей вещества 29,5%. Установите формулу исходного соединения.

**Решение:**

Формула соединения в общем виде:  $C_xH_yP_z$

Уравнение реакции в общем виде:



Реакция взаимодействия твердого вещества с водой:



Исходя из массовой доли фосфорной кислоты в образовавшемся растворе и массы раствора получим:

$$m(H_3PO_4) = 29,5 \text{ г}$$

$$n(H_3PO_4) = 0,301 \text{ моль}$$

$$n(P_2O_5) = 0,151 \text{ моль}$$

$$m_{\text{общ}}(H_2O) = 78,63 \text{ г}$$

$$n_{\text{общ}}(H_2O) = 4,37 \text{ моль}$$

Зная объем газа, найдем количество углекислого газа:

$$n(CO_2) = 3,92 \text{ моль}$$

Составим соотношение:

$$x:y:z = 3,92:(4,37 \cdot 2):(0,151 \cdot 2) = 13:29:1$$

Искомое соединение:  $C_{13}H_{29}P$

**Задача 2. (15 баллов)**

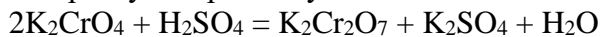
В пяти пронумерованных пробирках находятся: следующие индивидуальные сухие вещества хромат калия, иодид серебра, иодид свинца, хлорид железа(III) и сульфид кадмия. Все вещества окрашены в желтый цвет. Как, используя дополнительно не более одного реактива, определить содержимое пробирок? Приведите уравнения соответствующих реакций.

**Решение (один из возможных вариантов)**

Добавим к веществам разбавленную серную кислоту и нагреем пробирки:

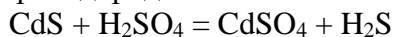
Иодид серебра – не растворится

Хромат калия – поменяет окраску на оранжевую:



Хлорид железа – останется без изменений

Сульфид кадмия – выделится сероводород:



Иодид свинца – при нагревании растворится, но затем вновь выпадут золотистые кристаллы

**Задача 3. (15 баллов)**

При прокаливании без доступа воздуха некоторого количества кристаллогидрата соли, в котором массовая доля кристаллизационной воды составляла 6,5%, образовалось 0,669 г оксида двухвалентного металла, 0,072 г воды и 44,8 мл (н.у.) газообразного оксида некоторого четырехвалентного элемента (плотность этого оксида по азоту равна 1,57). Определите формулу исходного кристаллогидрата, если известно, что массовая доля кислорода в нем равна 21,23%.

**Решение.**

Определим неизвестный оксид. Его молярная масса составляет:

$$M = 32 \cdot 1,57 = 44 \text{ г/моль} - \text{искомый оксид} - \text{углекислый газ}$$



$$0,669 \text{ г} - 0,072 \text{ г} - 0,088 \text{ г}$$

Тогда на 0,004 моль воды приходится 0,002 моль углекислого газа

Общая масса кристаллогидрата составляла  $0,669 + 0,072 + 0,088 = 0,829 \text{ г}$

Масса кислорода в нем  $- 0,829 \cdot 60\% = 0,176 \text{ г}$

Образовавшаяся вода содержит  $0,004 \cdot 16 = 0,064 \text{ г}$  кислорода, углекислый газ  $- 0,002 \cdot 32 = 0,064 \text{ г}$  кислорода. Тогда масса кислорода в оксиде металла  $- 0,048 \text{ г}$ .

Получаем:

0,048 г кислорода соединяется с  $0,669 - 0,048 = 0,621 \text{ г}$  металла

16 г кислорода  $-$  с  $x$  г металла

$$X = 207 \text{ г. Искомый металл} - \text{свинец}$$

Определяем формулу соли.

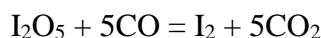
$$\text{Соль: } \text{Pb}_x\text{C}_y\text{H}_z\text{O}_p \quad X : Y : Z : P = 0,003 : 0,002 : 0,008 : 0,011 = 3:2:8:11$$

Искомая соль  $- \text{Pb}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

**Задача 4. (10 баллов)**

Для определения присутствия угарного газа можно продуть воздух через трубку, наполненную смесью пентаоксида диода и крахмала. Объясните, на основании чего можно заключить о наличии или отсутствии угарного газа в исследуемом воздухе? Запишите уравнение протекающей реакции.

**Решение**



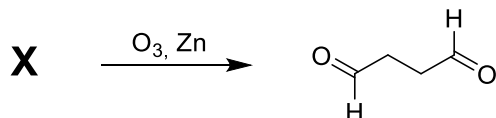
Крахмал с иодом образует комплекс синего цвета.

**Задача 5. (10 баллов)**

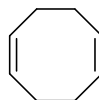
Одним из методов анализа структуры соединений с двойной связью углерод-углерод является процесс озонлиза. При окислении таких соединений образуются альдегиды или кетоны, в зависимости от строения углеродного скелета и положения двойной связи.

В результате озонлиза некоторого углеводорода **X** образовался только альдегид янтарной кислоты. Назовите углеводорода **X** по систематической номенклатуре IUPAC и напишите уравнение окисления этого соединения подкисленным раствором перманганата калия (в уравнении реакции можете использовать молекулярную формулу исходного углеводорода **X**). Есть ли *цис-/ транс-*изомерия у углеводорода **X**?

**Решение**



Альдегид янтарной кислоты имеет формулу  $\text{CHO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$ . Поскольку в реакции озонлиза он является единственным продуктом и содержит две карбонильных группы, то исходное вещество должно иметь циклическую структуру. Длина углеродной цепи в янтарном альдегиде составляет 4 углеродных атома, поэтому возможно несколько структур для углеводорода **X**  $-$  циклобутен и циклоокта-1,5-диен (циклооктадиен-1,5).



В случае циклобутена *цис-/транс*-изомерия невозможна из-за геометрических ограничений, а у циклоокта-1,5-диена подобного ограничения нет.

### Задача 6. (15 баллов)

При растворении 8,17 г навески металла в избытке соляной кислоты выделилось такое количество водорода, которое содержится в 1 грамме метана, находящегося в объеме 1 л при 25 °С. Исходную навеску металла разделили на две части. При взаимодействии первой части с концентрированным раствором азотной кислоты с выделился такой же объем газа (который примерно в полтора раза тяжелее воздуха), как и при взаимодействии второй навески с 0,1 М раствором серной кислоты. В каком массовом соотношении были разделены навески, если объемы газов измерены при одинаковых условиях?

### Решение

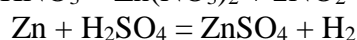
Найдем количество атомов водорода, равное учетверенному количеству метана:  $n=0,25$  моль, то есть количество молекулярного водорода  $H_2$  составляет 0,125 моль.

В общем виде, взаимодействие металла с соляной кислотой можно записать следующим образом



где  $x$  – степень окисления металла в образующейся соли. Перебирая разные варианты степени окисления и зная массу металла, находим его молярную массу (решение есть для  $x=2$ )  $M=65,36$  г/моль, это Zn.

Реакции взаимодействия цинка с концентрированной азотной кислотой и с серной кислотой выглядят следующим образом (газ в полтора раза тяжелее воздуха имеет молярную массу примерно 43,5 г/моль, это  $NO_2$ ):



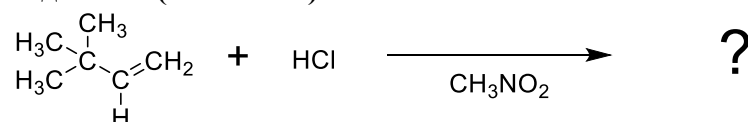
Так как объемы газов одинаковы, следовательно, одинаковы и их количества. Значит, в первую реакцию вступило в два раза меньше цинка, чем во вторую. Навески были разделены в соотношении 1:2.

### Задача 7. (10 баллов)

Вам как алхимику нужно продемонстрировать свое мастерство перед монархом. Предложите реакцию, при которой в результате сливания двух растворов в чистом виде выделяется серебро

**Ответ (один из вариантов):**  $2AgNO_3 + H_2O_2 = 2Ag + 2HNO_3 + O_2$

### Задача 8. (15 баллов)



Какой основной продукт данной реакции:

1. 2,3-диметил-2-хлорбутан
2. 2,2-диметил-3-хлорбутан
3. 3,3-диметил-1-хлорбутан
4. 2,2-диметил-4-хлорбутан
5. 2,2-диметилбутан
6. 2,2-диметил-3,4-дихлорбутан
7. 3,3-диметил-1,2-дихлорбутан

**Решение:**

