

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ХИМИИ. 2014–015 ГОД  
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС**

**Критерии оценивания олимпиадных заданий**

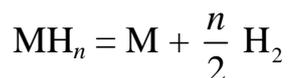
**В итоговую оценку из 6 задач засчитываются 5 решений, за которые участник набрал наибольшие баллы, то есть одна из задач с наименьшим баллом не учитывается.**

**1 Электролиз**

Расплав бинарного неорганического соединения массой 6,30 г подвергли электролизу. На аноде выделилось 3,36 л (н. у.) водорода. Определите, какое вещество подвергли электролизу. Что с ним произойдёт в водном растворе?

**Решение**

Поскольку вещество бинарное и при электролизе выделяется водород, это гидрид (1 балл). Судя по тому, что расплав проводит электрический ток, гидрид ионный, т. е., скорее всего, гидрид активного металла. Запишем уравнение реакции в общем виде ( $n$  – степень окисления металла):



(3 балла).

$\nu(H_2) = 3,36 : 22,4 = 0,15$  моль.

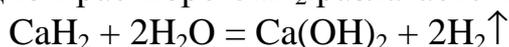
По уравнению реакции  $\nu(MH_n) = 0,15 : (n : 2) = 0,3 : n$ .

Молярная масса гидроксида:  $M(MH_n) = 6,30 : (0,3 : n) = 21n$  (2 балла).

Атомная масса металла равна  $21n - n = 20n$ .

При  $n = 2$  атомная масса равна 40 г/моль – это кальций. Формула гидроксида –  $CaH_2$  (2 балла).

В водном растворе  $CaH_2$  разлагается:



(2 балла).

**Всего – 10 баллов.**

**2 Загадочные газы**

Два газа **X** и **Y** изменяют цвет влажной индикаторной бумаги. При смешении этих двух газов происходит химическая реакция с образованием твёрдого вещества, и для её изучения юные химики применили следующий метод: они смешивали **X** и **Y** в разных объёмных пропорциях и измеряли:

а) объём газа после окончания реакции;

б) плотность по водороду газа после окончания реакции.

Результаты измерений представлены в таблице.

Объем газа X, л	0	1	2	3	4	5
Объем газа Y, л	5	4	3	2	1	0
Объем газа после реакции, л	5	3	1	1	3	5
Плотность газа по водороду после реакции	18,2	18,2	18,2	8,5	8,5	8,5

Определите X и Y и напишите уравнение реакции между ними. Учтите, что все измерения юные химики проводили при нормальных условиях. При каком объёмном соотношении X и Y конечный объём газа будет равным нулю?

### Решение

Судя по изменению окраски индикаторной бумаги, оба газа проявляют кислотные или основные свойства. Молярные массы газов можно найти из их плотности по водороду:

$$M(Y) = 18,2 \cdot 2 = 36,4 \text{ г/моль};$$

$$M(X) = 8,5 \cdot 2 = 17 \text{ г/моль}.$$

Вероятнее всего, X – аммиак, Y – хлороводород (по 3 балла за вещество).

Происходящая между ними реакция происходит по уравнению



Из таблицы видно, что плотность оставшегося газа меняется в промежутке объёмных соотношений  $V(X) : V(Y)$  от  $\frac{2}{3}$  до  $\frac{3}{2}$ . В этом же интервале,

видимо, объём оставшегося газа становится равным нулю (что указывает на стехиометрическое соотношение реагентов где-то в этом интервале). Скорее всего, стехиометрическое соотношение X и Y – 1:1, что дополнительно подтверждает, что газы – именно аммиак и хлороводород (2 балла, также принимается ответ исходя из уравнения реакции).

**Всего – 10 баллов.**

3

### Теплота нейтрализации

При взаимодействии водных растворов, содержащих 36,5 г хлороводорода и 40 г гидроксида натрия, выделилось 57 кДж тепла.

1. Напишите полное и сокращённое ионные уравнения реакции.
2. Сколько тепла выделится при взаимодействии 150 г 10%-ного раствора серной кислоты и 50 г 11,2%-ного раствора гидроксида калия?

### Решение



(по 2 балла за уравнение)

2. Как видно из условия задачи, тепловой эффект реакции



составляет 57 кДж/моль. Рассчитаем количества ионов при нейтрализации серной кислоты:



$$\nu(\text{H}^+) = 2\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 150 \cdot 0,1 : 98 \approx 0,306 \text{ моль (1 балл).}$$



$$\nu(\text{OH}^-) = \nu(\text{KOH}) = 50 \cdot 0,112 : 56 = 0,100 \text{ моль (1 балл).}$$

Ионы водорода находятся в избытке, расчёт – по гидроксид-ионам:

$$Q = 57 \text{ кДж/моль} \cdot 0,1 \text{ моль} = 5,7 \text{ кДж (4 балла).}$$

(6 баллов за вопрос).

**Всего – 10 баллов**

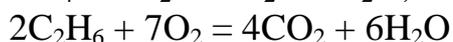
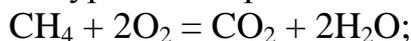
4

#### Анализ смеси углеводородов

На сжигание 25 мл смеси метана и этана взяли 90 мл кислорода. После реакции объём смеси углекислого газа и кислорода составил 60 мл. Определите состав исходной смеси в мольных %. Учтите, что объёмы всех газов (газовых смесей) измеряли при одних и тех же условиях (не обязательно н. у.!).

#### Решение

Запишем уравнения реакций:



(по 2 балла за уравнение).

Поскольку объёмы измеряли при одних и тех же условиях, количества газов пропорциональны объёму с одним и тем же коэффициентом пропорциональности (закон Авогадро). (1 балл)

$$\text{Пусть } V(\text{CH}_4) = x \text{ мл, } V(\text{C}_2\text{H}_6) = y \text{ мл, тогда } x + y = 25 \text{ (1 балл).}$$

В реакцию вступило  $(2x + 3,5y)$  мл  $\text{O}_2$ , а осталось  $(90 - 2x - 3,5y)$  мл (1 балл).

Образовалось  $(x + 2y)$  мл  $\text{CO}_2$  (1 балл).

Объём смеси  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$

после реакции:  $(90 - 2x - 3,5y) + (x + 2y) = 60$ , откуда  $x + 1,5y = 30$ .

Решая систему, находим  $x = 15$ ,  $y = 10$  (1 балл).

По закону Авогадро мольные доли равны объемным долям:

$$\chi(\text{CH}_4) = 15 : 25 = 0,6 = 60\%;$$

$$\chi(\text{C}_2\text{H}_6) = 10 : 25 = 0,4 = 40\%$$

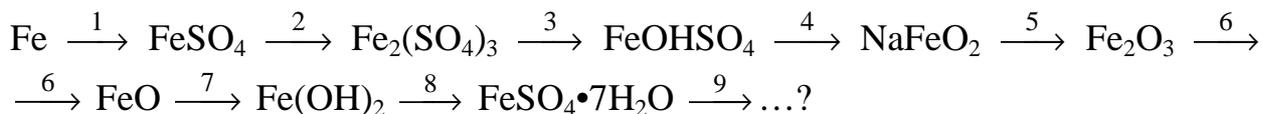
(1 балл).

**Всего – 10 баллов**

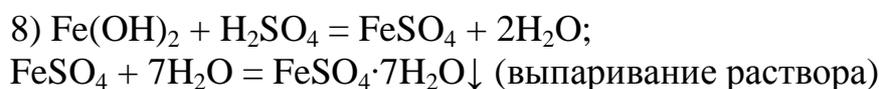
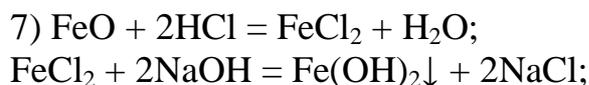
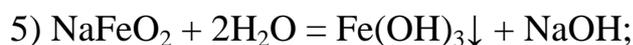
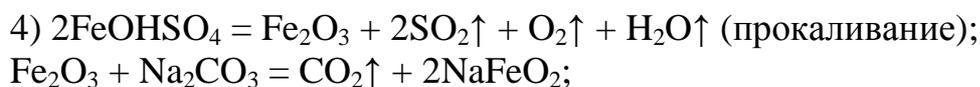
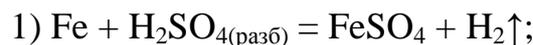
<b>5</b>
----------

**Превращения железа**

Как осуществить цепочку превращений:



Некоторые процессы идут в несколько стадий. Напишите уравнения всех реакций и укажите условия их протекания.

**Решение**

(по 1 баллу за каждое превращение).



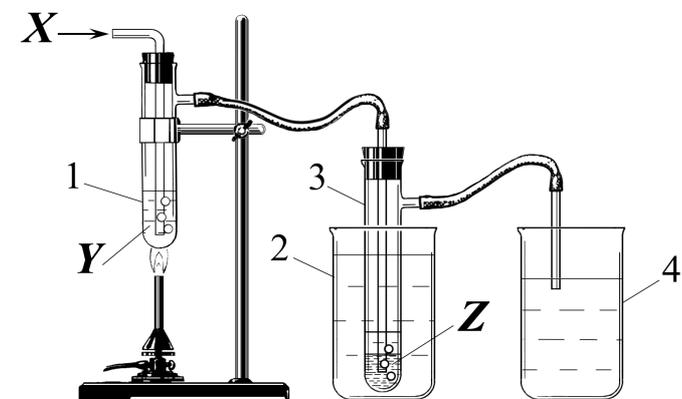
(2 балла).

**Всего – 10 баллов.**

6

**Завод в пробирке**

Юные химики решили в лаборатории воспроизвести промышленный способ получения вещества **Z**. Для этого они собрали установку, представленную на рисунке.



В пробирку (1) они налили насыщенный раствор некоторой соли **Y** и нагрели. Через горячий раствор пропустили ток газа **X** жёлто-зелёного цвета. Летучие вещества, выделяющиеся из реактора, конденсировали в пробирке-приёмнике (3), которая была опущена в стакан (2) с холодной водой. Через некоторое время на дне приёмника начала конденсироваться тяжёлая жидкость **Z**, имеющая красно-бурую окраску. Известно, что соль **Y** окрашивает пламя в жёлтый цвет.

А. Какие вещества зашифрованы буквами **X**, **Y** и **Z**? Ответ поясните и проиллюстрируйте соответствующим уравнением реакции.

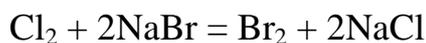
Б. Как в промышленности получают вещество **Z**?

В. Газоотводную трубку от пробирки (3) опустили в стакан (4), заполненный некоторой жидкостью. С какой целью это сделали? Какую жидкость лучше использовать для достижения поставленной цели? Ответ подтвердите соответствующими уравнениями.

**Решение**

А. На рисунке представлена установка для получения брома.

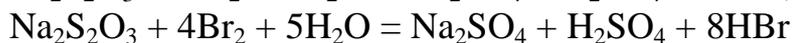
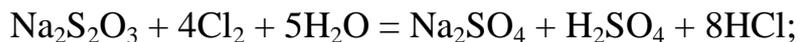
Вещества **X** –  $\text{Cl}_2$ , **Y** –  $\text{NaBr}$  (соль натрия, так как окрашивает пламя в жёлтый цвет) и **Z** –  $\text{Br}_2$ .



(4 балла – по одному баллу за каждое вещество и одно уравнение).

Б. В промышленности бром получают аналогичным методом. Хлор пропускают через горячую морскую воду, озёрные и подземные рассолы, содержащие бромид-ионы  $\text{Br}^-$ . Образующийся бром отгоняют с водяным паром (2 балла).

В. Газоотводную трубку от пробирки (3) опустили в стакан (4) для поглощения избытка хлора и паров брома, которые не сконденсировались в приёмнике. В качестве поглотителей можно использовать, например, растворы щелочей, соды, тиосульфата натрия:



(4 балла – 2 балла за идею и 2 балла – за уравнения реакций).

**Всего – 10 баллов.**