

# ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ ПО ХИМИИ.

## ЗАДАНИЯ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА

### 9 класс

#### Задача 1. «Элемент Э» (25 баллов).

В шестнадцатом веке алхимик Василий Валентин в своём трактате описал способы получения, соединения и реакции элемента Э.

Навеску простого вещества, образованного элементом Э, массой 1.0 г сожгли в закрытой системе в избытке жёлто-зелёного газа, после охлаждения до комнатной температуры в системе образовалась бесцветная жидкость Ж. Полученную жидкость поместили в сосуд объёмом 1 литр и запаяли его под вакуумом. Сосуд нагрели до 90 °С, при этом жидкость исчезла, в сосуде установилось давление 0.1 атм, а плотность газа по воздуху составила 10.31. При нагреве до 250 °С плотность газа по воздуху составила 5.155.

#### Вопросы:

- 1) Определите элемент Э, приведите его современное название и укажите, как он назывался в трактате Василия Валентина.
- 2) Напишите уравнения протекающих реакций.
- 3) Определите качественный состав газовой смеси и парциальные давления газов в сосуде при температуре 250 °С.
- 4) Напишите реакции простого вещества элемента Э с концентрированной азотной и концентрированной серной кислотой.
- 5) Что произойдёт, если вылить жидкость Ж в стакан с дистиллированной водой?

Задача № 2. «Извести» (25 баллов)

Как известно, термин известь входит в название целого ряда химических веществ. Четыре из этих веществ являются индивидуальными соединениями. С образцами таких известей были проделаны следующие опыты:

А) Навески извести 1 и извести 2 поместили не перемешивая в горизонтально расположенную медную трубку. Через трубку пропустили избыток нагретого до 200 °С фтороводорода. Газ на выходе собрали в контейнер и определили его относительную плотность по неону. Она оказалась ровно в 2 раза больше, чем плотность фтороводорода по аргону. Опыт повторили, взяв теперь навески извести 3 и извести 4. Результаты эксперимента оказались идентичны предыдущему.

Б) Во второй серии эксперимента опыт проводили с такими же навесками тех же веществ, однако пропускали через трубку не фтороводород, а углекислый газ, нагретый до 200 °С. В первом случае относительная плотность газа по азоту осталась неизменной, а во втором уменьшилась.

1. О каких известях идет речь в задаче? Приведите тривиальные названия и химические формулы этих веществ. Предложите хотя бы одну известь, состоящую из нескольких веществ.

2. Определите состав смесей известь 1 – известь 2 и известь 3 – известь 4. В каких массовых соотношениях были взяты эти вещества?

Задача № 3. «Минералы» (25 баллов)

Вещества А и В встречаются в природе как в виде достаточно распространенных самостоятельных минералов, так и в виде твердых растворов замещения. С образцом такого твердого раствора был проделан ряд однотипных опытов: его растирали в ступке в порошок, помещали в кварцевую ампулу, прокачивали в токе того или иного газа и определяли относительное уменьшение массы навески. Результаты эксперимента представлены ниже в таблице.

Газ	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	HCl	HCl + Cl <sub>2</sub>
Температура, °С	150	500	500	500	500
$\Delta m/m \cdot 100\%$	0	51.3	52.2	-12.7	-5.7

1. Определите состав образца.

2. Приведите названия минералов, образуемых веществами А и В.

#### Задача 4. 25 баллов.

Условие задачи:

В закрытых колбах приготовили 5 растворов веществ А, В и С с различными концентрациями  $[A]_0$ ,  $[B]_0$ ,  $[C]_0$  (см. таблицу). Спустя 1 час выдерживания при постоянной температуре анализ растворов показал, что концентрации исходных веществ А, В и С несколько уменьшились, а также появились новые неизвестные вещества X, Y и Z:

Начальные концентрации, ммоль/л

	Раствор №1	Раствор №2	Раствор №3	Раствор №4	Раствор №5
$[A]_0$	10	20	20	20	5
$[B]_0$	10	10	20	20	20
$[C]_0$	10	10	10	20	8

Концентрации спустя 1 час, ммоль/л

[A]	9.2	18.4	18	18	?
[B]	9.7	9.5	19	18.4	?
[C]	9.8	9.8	9.6	18.4	?
[X]	0.6	1.2	1.2	1.2	?
[Y]	0.2	0.4	0.8	0.8	?
[Z]	0.2	0.2	0.4	1.6	?

На основе имеющихся данных, предположите, какие реакции происходят в системе. Запишите их стехиометрические уравнения, сохраняя буквенные обозначения веществ. Предскажите, чему будут равны концентрации А, В, С, X, Y и Z спустя 1 час в растворе №5. Для справки:

- Скорость простой гомогенной химической реакции определяется как число элементарных актов реакции, происходящих в единице объёма системы за единицу времени, и может быть измерена в единицах  $[\text{моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}]$ .
- За счёт протекания реакции концентрация каждого её участника за единицу времени изменяется на величину, равную скорости реакции, помноженной на стехиометрический коэффициент данного участника, взятый со знаком – или +, в зависимости от того, расходуется ли это вещество (реагент) или накапливается (продукт).
- Согласно закону действия масс, скорость простой реакции в разбавленном растворе пропорциональна произведению концентраций её реагентов в степенях, равных их стехиометрическим коэффициентам.