

**Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников**

**Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2019-2020 г.**

**Олимпиадные задания по химии**

**9 класс**

**Задание 1.** Элемент **X** относится к числу довольно распространенных элементов в земной коре. Соединения, содержащие элемент **X** в нулевой и положительных степенях окисления, являются сильными окислителями. Простое вещество, образованное элементом **X**, представляет собой ядовитый желто-зеленый газ, состоящий из двухатомных молекул.

Элемент **Y** – самый распространенный элемент во Вселенной и один из самых распространенных на Земле, во всех природных соединениях имеет степень окисления +1. Простое вещество, образованное элементом **Y**, также состоит из двухатомных молекул.

а) Назовите элементы **X** и **Y**, напишите уравнение реакции взаимодействия газов друг с другом, назовите продукт реакции. А как называется водный раствор этого продукта?

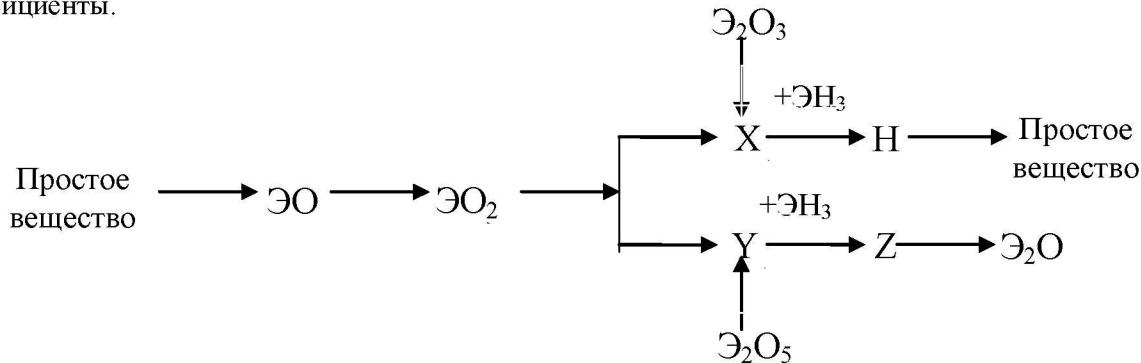
б) Укажите типы химической связи в молекулах  $X_2$ ,  $Y_2$  и  $XY$ .

в) Напишите уравнения реакций взаимодействия железа, ртути, алюминия, гидроксида и иодида калия с водным раствором  $XY$ , а также с газом  $X_2$  при нагревании. Если реакция не идет, обязательно укажите это.

г) Рассчитайте объем газа  $X_2$  (н.у.), который может раствориться в 1 л воды, если известно, что образуется раствор с массовой долей  $X_2$  0,73 %. Взаимодействие с водой не учитывать.

**Задание 2.** Вашему вниманию предлагается схема превращений элемента **Э** и его соединений.

а) Расшифруйте схему. Напишите уравнения реакций, укажите условия их протекания, расставьте коэффициенты.



б) Соотнесите соединения А-Ж с формулами, зашифрованными на схеме, дайте им названия.

А) Бесцветный ядовитый газ, обладает удушающим действием, не реагирует с растворами кислот, щелочей, в небольших количествах растворяется в воде, не взаимодействует с ней. Получают каталитическим окислением аммиака.

Б) Бесцветный газ, не имеющий ни вкуса, ни запаха, малорастворим в воде, очень распространенное вещество на Земле, достаточно нереакционноспособное соединение.

В) Жидкость темно-синего цвета, неустойчивая при обычных условиях, взаимодействует со щелочами, с водой образует соответствующую кислоту, практического применения не имеет.

Г) Твердое бесцветное кристаллическое вещество, обладает повышенной летучестью. Очень токсичное соединение, при температуре  $\approx 30^\circ\text{C}$  разлагается. Является сильнейшим окислителем. При взаимодействии с водой образует кислоту.

Д) Ядовитый газ красно-бурого цвета с резким неприятным запахом, склонен к образованию димеров, при температуре  $21^\circ\text{C}$  превращается в желтоватую жидкость. Очень реакционноспособное соединение, является сильным окислителем, при взаимодействии с водой образует две кислоты.

Е) Бесцветный газ с характерным резким запахом, очень хорошо растворим в воде. Находит широкое применение в промышленности, медицине, производстве удобрений, взрывчатых веществ.

Ж) Бесцветный негорючий газ со сладковатым привкусом, обладает наркотическим эффектом, применяется в медицине, а также в двигателях внутреннего сгорания для улучшения технических характеристик.

**Задание 3.** Для изготовления недорогих ювелирных изделий, выглядящих как настоящие, используются различные сплавы, имитирующие золото. Конечно, передать физические свойства металла, прежде всего его химическую нейтральность к различным агрессивным средам, не удается, зато визуально повторить желтый металл вполне возможно. Чтобы создать такую имитацию, существует довольно много способов, которые можно условно разделить на две группы. Первая, в которой золота нет вообще, и вторая, в которой присутствует золото, но в небольшой концентрации. Сплавы, не содержащие золота вообще, со временем темнеют. Чтобы снизить подобный эффект или растянуть его во времени, в состав сплава добавляют очень небольшое количество настоящего золота. Классическим примером является «Абиссинское золото», которое было получено в Абиссинии (современной Эфиопии). В его состав входит всего 0,5 масс. % чистого золота и этого достаточно. Два других компонента сплава – это медь (88 масс. %) и цинк.

а) Исходя из предположения, что объем сплава равен сумме объемов вошедших в него металлов, вычислите плотность «Абиссинского золота», зная плотности меди ( $8,92 \text{ г}/\text{см}^3$ ), цинка ( $7,33 \text{ г}/\text{см}^3$ ) и золота ( $19,32 \text{ г}/\text{см}^3$ ).

б) Напишите все возможные реакции, которые будут протекать при растворении измельченного в порошок сплава в разбавленных растворах азотной и соляной кислот и в царской водке.

в) Вычислите объемы газообразных продуктов (н. у.), которые можно получить при растворении 1 г сплава в каждой из трех кислот.

г) Предложите последовательность, в которой следует обрабатывать сплав этими кислотами, чтобы отделить компоненты сплава друг от друга.

д) Рассчитайте массовые доли солей меди и цинка в индивидуальных растворах этих солей, полученных в результате последовательной обработки 10 г сплава порциями двух кислот массой по 200 г. каждая (кислоты в избытке).

е) Как из полученных после растворения сплава растворов выделить чистые цинк и медь?

**Задание 4.**

*«Если прошлое и настоящее водорода связано с понятием «промышленный газ», то будущее – с понятием «новый энергоноситель»»  
«Водородная экономика – путь к низкоуглеродному развитию / Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО // июнь 2019 г.»*

Водород считается одним из наиболее перспективных видов топлива и зарекомендовал себя как эффективный и экологически чистый энергоноситель. Удельная теплота сгорания водорода до газообразных продуктов составляет примерно 120 кДж/г, что в несколько раз превышает аналогичную удельную теплоту полного сгорания углеводородных топлив (для метана  $\text{CH}_4$  – около 50 кДж/г).

Смеси водорода с кислородом или воздухом взрывоопасны и называются гремучим газом. При зажигании искрой или другим источником смесь водорода с воздухом небольшого объёма сгорает чрезвычайно быстро, с громким хлопком, что субъективно воспринимается как взрыв.

а) Вычислите теплоты сгорания водорода и метана в кДж/моль. Напишите термохимические уравнения реакций сгорания этих газов.

б) Какой объем кислорода следует смешать с 10 л водорода для получения максимального теплового эффекта в расчете на 1 л смеси? А какой объем воздуха потребуется для этой же цели?

в) Рассчитайте массовые доли водорода в гремучих смесях из предыдущего пункта, относительные плотности каждой из этих гремучих смесей по воздуху и абсолютные значения плотности при н. у. (г/л).

г) Вычислите количество тепла, которое выделится в результате полного сгорания 1 л каждой из этих смесей и объем воды, которая при этом получится. Все объемы измеряются при н.у.