

I. Задания заключительного тура олимпиады «Ломоносов»

5-9 классы

1. Приведите структурную формулу молекулы, содержащей не меньше 4 атомов и имеющей линейное строение (все атомы – на одной линии). Сколько всего электронов в этой молекуле и сколько из них участвует в образовании химических связей? (10 баллов)

2. При сильном нагревании метан CH_4 может параллельно разлагаться по двум путям с образованием: 1) сажи и водорода, 2) ацетилена C_2H_2 и водорода. В одном из опытов при разложении метана в реакторе постоянного объема образовались сажа и смесь трех газов. Давление в реакторе после разложения выросло в 1.6 раза по сравнению с первоначальным (при неизменной температуре), а плотность полученной смеси по водороду составила 3.5. Сколько процентов метана превратилось в сажу, а сколько – в ацетилен? (15 баллов)

3. Ниже описан старинный лабораторный способ получения газа **X**, имеющего очень неприятный запах. Твердое простое вещество, входящее в состав **X**, смешали с твердым веществом **Y**, состоящим из двух элементов, в массовом соотношении 12 : 5, и полученную смесь нагрели. В результате реакции выделился газ **X**, а твердый остаток представлял собой чистое простое вещество **Z**, причем его масса оказалась в 4 раза меньше массы исходной твердой смеси. Установите формулы всех веществ и напишите уравнение реакции. Обязательно подтвердите ответ расчетом. (15 баллов)

4. Образование озона происходит под действием ультрафиолетовых лучей в верхних слоях атмосферы. Механизм реакции включает две стадии:



Запишите уравнение второй реакции. Рассчитайте теплоту образования 1 моля озона из молекулярного кислорода и среднюю энергию связи $\text{O}\cdots\text{O}$ в молекуле O_3 . (15 баллов)

5. В лаборатории имеются соляная кислота с концентрацией HCl c_1 моль/л и раствор NaOH с концентрацией c_2 моль/л. Если их смешать в объемном соотношении 3 : 2, то образуется раствор с $\text{pH} = 1$, а при смешивании в объемном соотношении 4 : 3 – раствор с $\text{pH} = 7$. Найдите значения c_1 и c_2 . В каком объемном соотношении надо смешать исходные растворы, чтобы получить раствор с $\text{pH} = 0$? Считайте, что при смешивании растворов их объемы суммируются. (20 баллов)

Справочная информация: $\text{pH} = 7$ – нейтральная среда; при $\text{pH} = 0$, $[\text{H}^+] = 1$ моль/л; при $\text{pH} = 1$, $[\text{H}^+] = 0.1$ моль/л.

6. Для получения пленок металлов используют метод химического осаждения из газовой фазы. Метод основан на том, что некоторые летучие соединения металлов легко разлагаются при нагревании. Одно из таких соединений, **X**, представляет собой желтые кристаллы, нерастворимые в воде. Вещество **X** легко возгоняется, а при нагревании его паров оно полностью разлагается, образуя металл **Y** и бинарное газообразное вещество **Z** (реакция 1). Масса металла **Y** меньше массы **X** в 8.86 раз. При нагревании **X** в атмосфере кислорода (реакция 2) масса твердого вещества уменьшается в 6.20 раз.

Вещество **X** синтезируют взаимодействием иодида металла с веществом **Z** в присутствии цинка (реакция 3). А газ **Z** получают из родственного ему соединения по реакции галогенного обмена (реакция 4). Благодаря своей способности образовывать связи с металлом **Y** вещество **Z** очень ядовито. В воде оно медленно гидролизуется с образованием двух кислот (реакция 5).

Известно, что металл **Y** в комплексе **X** имеет степень окисления 0 и координационное число 5. Установите формулы веществ **X** – **Z**, приведите необходимые расчеты и запишите уравнения всех пронумерованных реакций. (25 баллов)