

Задача 10-2. Термодинамика в химии

В данной задаче рассматривается ряд процессов, (в т.ч. химических) с участием газов. Во всех частях задачи газы считать идеальными. Молярные теплоемкости газов при постоянном объеме считать не зависящими от температуры и равными (R - универсальная газовая постоянная):

$$\text{одноатомного газа } c_1 = \frac{3}{2}R ;$$

$$\text{двухатомного газа } c_2 = \frac{5}{2}R ;$$

$$\text{водяного пара } c_3 = \frac{6}{2}R .$$

При решении задачи можете пользоваться приближенной формулой

$$\frac{1+x}{1+y} \approx 1+x-y ,$$

справедливой при $x, y \ll 1$

1. Введение

Два одинаковых теплоизолированных сосуда объема V соединены трубкой с краном. В одном сосуде находится одноатомный газ при температуре T_1 и под давлением P_1 ; во втором - двухатомный газ при температуре T_2 и под давлением P_2 .

1.1 Какая температура установится в сосудах, если открыть кран.

1.2 Найдите относительное изменение давления газовой смеси $\frac{\Delta P}{P}$, если газам сообщить малое количество теплоты Q .

2. Диссоциация газа

В сосуде находится один моль двухатомного газа при температуре T_0 . Газу сообщают небольшое количество теплоты Q .

2.1 На сколько повысится температура газа ΔT_0 , если его химический состав в процессе нагрева не изменяется.

Теперь вам необходимо учесть, что при нагревании двухатомного газа может происходить его диссоциация – молекула распадается на два атома. Пусть диссоциация начинается при температуре T_0 (той, при которой находится газ). В небольшом диапазоне температур больших T_0 степень диссоциации зависит от температуры по линейному закону

$$\eta = \alpha(T - T_0), \quad (1)$$

где α - известный постоянный коэффициент. Степенью диссоциации называется отношение числа двухатомных молекул, распавшихся на атомы, к начальному числу таких молекул. Для «развала» молекулы требуется дополнительная энергия (энергия диссоциации). Для данного газа молярная энергия диссоциации (энергия необходимая, чтобы разорвать один моль двухатомных молекул) равна q .

2.2 Найдите изменение температуры ΔT одного моля двухатомного газа при сообщении ему некоторого количества теплоты Q при учете частичной диссоциации молекул.

Считайте, что $\Delta T \ll T_0$.

2.3 Какая из величин ΔT_0 или ΔT больше? Укажите причины возникновения различия между этими величинами.

3. Горение водорода.

В термоизолированном сосуде большого объема (чтоб его не разорвало) находится смесь, состоящая из одного моля кислорода и одного моля водорода, находящаяся при температуре T_0 . В сосуде происходит химическая реакция горения по схеме



Реакция идет до конца (пока имеются необходимые реагенты). В уравнении химической реакции q - количество теплоты, которое выделяется, при использовании 1 моля кислорода.

3.1 Найдите, какая температура установится в сосуде после прекращения реакции.

3.2 Предположим (чисто гипотетически), что тепловой выход реакции $q = 0$. Что произойдет с температурой в этом случае, повысится или понизится? Кратко объясните почему.