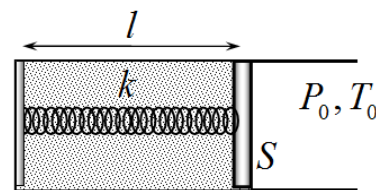


Задача 10-2. «Газ под поршнем»

В горизонтальном цилиндрическом сосуде под легкоподвижным поршнем находится сухой воздух. Площадь поперечного сечения сосуда равна S , воздух между стенками сосуда и поршнем не проходит. Трением поршня о стенки следует пренебрегать.



Поршень соединен со стенкой упругой пружиной жесткости k . Когда поршень находится на расстоянии l_0 от стенки, пружина не деформирована, давление воздуха в сосуде равно атмосферному давлению P_0 , его температура равна T_0 .

Параметры устройства подобраны таким образом, что выполняется условие

$$P_0 S = k l_0. \quad (1)$$

Для численных расчетов используйте следующие данные:

атмосферное давление $P = 100 \text{ кПа}$;

начальная температура воздуха в сосуде $t_0 = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$;

молярная теплоемкость воздуха при постоянном объеме равна $C_v = \frac{5}{2} R$;

удельная теплота испарения воды $L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$.

молярная масса воды $M = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$;

универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$.

Часть 1. Воздух сухой.

Воздух в сосуде начинают медленно нагревать.

- 1.1 Найдите зависимость давления воздуха в сосуде от положения поршня $P(l)$.
- 1.2 Найдите зависимость координаты равновесного положения поршня от температуры воздуха в сосуде $l(T)$.
- 1.3 Рассчитайте, при какой температуре воздуха в сосуде t_1 его объем увеличится на $\eta = 20\%$.

Часть 2. Влажный воздух.

Случайно внутрь сосуда попала небольшая порция воды (ее объем значительно меньше объема сосуда).

- 2.1 Пренебрегая парциальным давлением водяных паров при температуре $t_0 = 20^\circ\text{C}$, рассчитайте, до какой температуры в этом случае следует нагреть влажный воздух в сосуде, чтобы его объем увеличился на $\eta = 20\%$.

Считайте, что не вся вода, попавшая в сосуд, испарилась. Ниже приведен график зависимости давления насыщенных паров воды от температуры. Используйте его для решения задачи. Можете проделать на нем дополнительные построения.

2.2 Оцените (с погрешностью не превышающей 30%) отношение теплот $\frac{Q_2}{Q_1}$, полученных влажным Q_2 (см. Часть 2) и сухим Q_1 (см. Часть 1) воздухом в описанном процессе.

