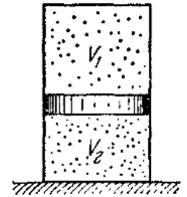


Семинар, 2.12.2017

Решение задач на МКТ.

1. В вертикальном закрытом цилиндре имеется поршень, который может перемещаться без трения. По обе стороны от поршня находятся одинаковые массы одного и того же газа. При температуре T , одинаковой во всём цилиндре, объём верхней части в n раз больше, чем объём нижней. Каким будет отношение этих объёмов, если повысить температуру до значения T' ?



Решение.

На уроке мы не смогли сходу решить эту задачу, не смотря на (обманчивую) простоту решения.

Итак, запишем всё, что мы знаем:

$$\begin{cases} p_2 - p_1 = p'_2 - p'_1 \\ V_1 + V_2 = V'_1 + V'_2 \\ p_1 V_1 = p_2 V_2, p'_1 V'_1 = p'_2 V'_2 \\ \frac{p_1 V_1}{T} = \frac{p'_1 V'_1}{T'} \end{cases}$$

Далее, учтём отношение объёмов и (из пары уравнений третьей строки системы) давлений:

$$V_1/V_2 = n, V'_1/V'_2 = n', \text{ (тут } n' \text{ – то, что нам надо найти), } p_2/p_1 = n, p'_2/p'_1 = n'.$$

Избавимся в первых двух строках системы от всего того, что под поршнем (т.е. имеет индекс «2»):

$$p_1(n-1) = p'_1(n'-1); V_1\left(1 + \frac{1}{n}\right) = V'_1\left(1 + \frac{1}{n'}\right).$$

Теперь самый хитрый ход: эти два уравнения надо перемножить! Получим:

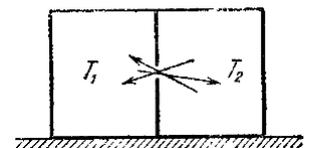
$$p_1 V_1 (n-1) \left(1 + \frac{1}{n}\right) = p'_1 V'_1 (n'-1) \left(1 + \frac{1}{n'}\right).$$

Раскрывая скобки и заменяя $\frac{p_1 V_1}{p'_1 V'_1}$ на $\frac{T}{T'}$ получаем:

$$\frac{T}{T'} \frac{n^2 - 1}{n} = \frac{n'^2 - 1}{n'}$$

Это квадратное уравнение относительно неизвестной, которое легко решается.

2. Сосуд с разреженным газом разделён на две части тонкой перегородкой, в которой имеется отверстие, размер которого мал по сравнению со средней длиной свободного пробега. Найти отношение концентраций газа в разных частях сосуда, если в одной из них поддерживается температура T_1 , в другой – T_2 .



(Подсказка: среднее число молекул, проходящих в единицу времени из одной половины сосуда в другую, пропорционально концентрации n и средней скорости $\langle v \rangle$ молекул в той половине сосуда, из которой они переходят, а также площади поверхности S).

3. Газ в трубе плавильной печи охлаждается от температуры $t_1 = 1150^\circ\text{C}$ до температуры $t_2 = 200^\circ\text{C}$. Во сколько раз увеличивается плотность газа при этом? Давление не меняется и близко к атмосферному.
4. Температура воздуха в горизонтальном цилиндре $t_1 = 7^\circ\text{C}$. На какое расстояние переместится поршень при нагревании воздуха до 27°C , если вначале он находился на расстоянии $l = 14\text{ см}$ от торца цилиндра?
5. Цилиндрический сосуд высотой h до половины заполнен ртутью и герметично закрыт крышкой с сифонной трубкой, заполненной ртутью. Сифон имеет равные колена, и его трубка кончается у дна сосуда. При каком давлении p воздуха в сосуде ртуть перестанет вытекать через сифон? На сколько сантиметров понизится уровень ртути за время истечения? Атмосферное давление $p_a = 760\text{ мм рт. ст.}$
6. В левом, запаянном колене U-образной трубки находится столб воздуха высотой h_1 . Ртуть в обоих коленах находится на одном уровне. Какой будет высота h_2 столба воздуха в левом колене, если правое долить ртутью доверху? Атмосферное давление $p_a = 760\text{ мм рт. ст.}$