

Физический смысл универсальной газовой постоянной

И. К. Белкин, *Квант*¹, 1983, № 10, 37.

Уравнение состояния идеального газа
(уравнение Менделеева—Клапейрона)

$$pV = \frac{m}{M}RT$$

содержит универсальную газовую постоянную R . Она, как известно, равна произведению двух других постоянных — числа Авогадро N_A и постоянной Больцмана k :

$$R = N_A k.$$

Постоянные N_A и k имеют ясный смысл: N_A — это число молекул или атомов в единице количества вещества, то есть моле; k — постоянная, определяющая связь между температурой в кельвинах и температурой в единицах энергии. Но определенный физический смысл (быть может, многим он покажется неожиданным) имеет и комбинация N_A и k — постоянная R .

¹«Квант» — научно-популярный физико-математический журнал Российской академии наук.

Представим себе, что 1 моль идеального газа находится в сосуде с подвижным поршнем и что подводом тепла к нему или отводом тепла от него его температуру изменяют на 1 кельвин. Благодаря тому, что сосуд закрыт подвижным поршнем, давление газа будет оставаться постоянным (и равным внешнему давлению).

Напишем уравнение состояния газа до и после нагревания:

$$\text{до нагревания } pV_1 = RT,$$

после нагревания $pV_2 = R(T + \Delta T)$, где $\Delta T = 1$ К. Вычтя первое равенство из второго, мы получим

$$p(V_2 - V_1) = RT + R\Delta T - RT = R\Delta T.$$

Левая часть этого равенства представляет собой работу, совершаемую силой давления газа (или внешней силой против силы давления), когда при постоянном давлении p объем газа увеличивается (или уменьшается) от V_1 до V_2 . Следовательно, *газовая постоянная R равна работе, которую совершает 1 моль идеального газа, расширяясь при нагревании на 1 К при постоянном давлении.*

Разумеется, при изобарном охлаждении 1 моля газа на 1 К такую же работу совершает внешняя сила, действующая на поршень.