

Тема 2.1.3.

Температура. Термодинамическая шкала температуры.

Тела, находящиеся в контакте друг с другом, могут обмениваться энергией. Энергия, передаваемая одним телом другому при тепловом контакте, называется **количеством теплоты**.

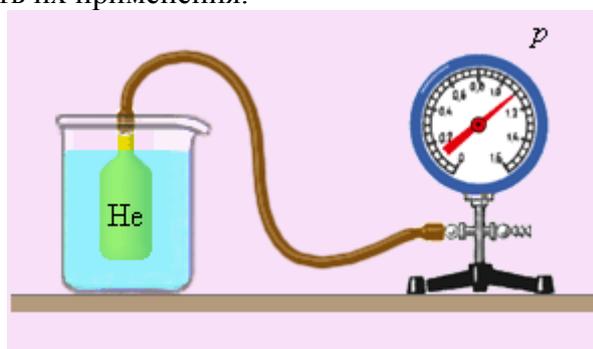
Тепловое равновесие – это такое состояние системы тел, находящихся в тепловом контакте, при котором не происходит теплопередачи от одного тела к другому, и все макроскопические параметры тел остаются неизменными.

Температура – это физический параметр, одинаковый для всех тел, находящихся в тепловом равновесии.

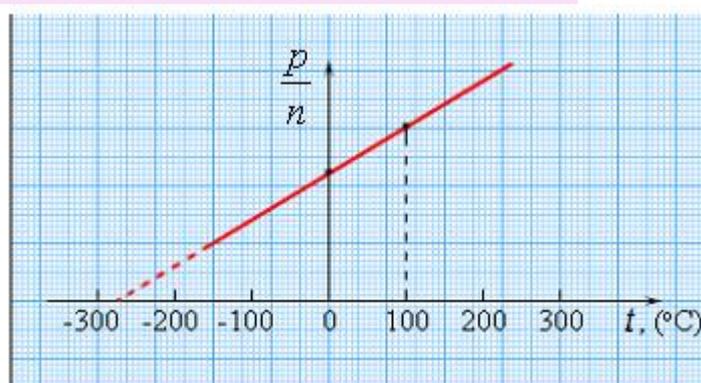
Для измерения температуры используются физические приборы – **термометры**, в которых о величине температуры судят по изменению какого-либо физического параметра.

Для измерения температуры наиболее часто применяют термометры, действие которых основано на использовании зависимости объемного расширения веществ от температуры. Однако, разные жидкости расширяются по-разному, что ограничивает область их применения.

Особое место в физике занимают **газовые термометры**, в которых рабочим веществом является разреженный газ (гелий, воздух). Опыт показывает, что отношение давления газа к его концентрации растет с ростом температуры.



Экстраполируя график в область низких давлений, можно определить некоторую «гипотетическую» температуру, при которой давление газа стало бы равным нулю. Опыт показывает, что эта температура равна – 273,15 °С и не зависит от свойств газа. Невозможно на опыте получить путем охлаждения газ в состоянии с нулевым давлением, так как при очень низких температурах все газы переходят в жидкие или твердые состояния.



Английский физик У. Кельвин (Томсон) в 1848 г. предложил использовать точку нулевого давления газа для построения новой температурной шкалы (**шкала Кельвина**). В этой шкале единица измерения температуры такая же, как и в шкале Цельсия, но нулевая точка сдвинута:

$$T = t + 273,15.$$

В системе СИ принято единицу измерения температуры по шкале Кельвина называть **кельвином** и обозначать буквой К. Например, комнатная температура $T_C = 20\text{ }^\circ\text{C}$ по шкале Кельвина равна $T_K = 293,15\text{ К}$.

Температурная шкала Кельвина называется **абсолютной шкалой температур**.

Газовые термометры громоздки и неудобны для практического применения: они используются в качестве стандарта для калибровки других термометров.

Из графика

$$\frac{p}{n} = k(t + 273) = kT$$

где k – постоянная Больцмана, $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К.

$$\boxed{p = nkT}$$

Давление газа не зависит от его природы, а определяется только концентрацией молекул и температурой газа.

Сравнивая соотношения $p = nkT$ с основным уравнением молекулярно-кинетической теории газов, можно получить:

$$\left. \begin{array}{l} p = nkT \\ p = \frac{2}{3} n \bar{E} \end{array} \right\} \Rightarrow \boxed{\bar{E} = \frac{3}{2} kT}$$

Средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа прямо пропорциональна абсолютной температуре.

Таким образом, температура есть мера средней кинетической энергии поступательного движения молекул.

Следует обратить внимание на то, что средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы не зависит от ее массы.

Из формулы следует, что при $T=0$ прекращается хаотическое поступательное движение молекул. Это не означает полного прекращения любого движения. Даже при такой предельно низкой температуре не прекращается движение электронов в атомах вещества, а также происходят небольшие по амплитуде колебания молекул или атомов около узлов кристаллической решетки в твердых телах (так называемые нулевые колебания}. Нулевым колебаниям соответствует нулевая энергия — наименьшая энергия, которой могут обладать молекулы вещества. Эта энергия не становится равной нулю даже при абсолютном нуле температуры.

Установлено, что охладить какое-либо тело до температуры абсолютного нуля невозможно, однако приблизиться к этой температуре можно. В настоящее время с помощью криогенной техники получают температуры, отличающиеся от абсолютного нуля на десятитысячные доли кельвина. Достижение температур, близких к абсолютному нулю, имеет большое научное и практическое значение.

Средний квадрат скорости.

$$\left. \begin{array}{l} \bar{E} = \frac{3}{2} kT \\ \bar{E} = \frac{m_0 v^2}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow v^2 = \frac{3kT}{m_0}$$

В результате большого числа соударений в газе устанавливается определенное распределение молекул по скоростям.

Две кривые показывают распределение молекул при разных температурах.

