

## § 9. Абсолютная термодинамическая температура

Доказанная в § 8 теорема о циклах говорит, что отношение количества теплоты  $Q_2$ , полученного рабочим телом обратимой циклической машины в ходе цикла от нагревателя, к количеству теплоты  $Q_1$ , отданного рабочим телом холодильнику, будет одним и тем же для всех обратимых машин, работающих с нагревателями с одинаковой температурой  $T_2$  и с холодильниками, имеющими одинаковую температуру  $T_1$ . Заметим, что факт одинаковости температур проверяется произвольным термометром. Само же равенство температур может быть достигнуто при необходимости приведением тел в тепловой контакт. Обозначения  $T_1$  и  $T_2$  в проводимых сейчас рассуждениях будут просто символами вводимой абсолютной термодинамической температуры.

Названное отношение может быть функцией только температур  $T_1$  и  $T_2$ :

$$\frac{Q_2}{Q_1} = f(T_1, T_2), \quad (9.1)$$

где  $f(T_1, T_2)$  – некоторая функция. Покажем, что функция  $f(T_1, T_2)$  обладает важным свойством. А именно, при произвольной температуре  $T_0$  справедливо

$$f(T_1, T_2) = \frac{f(T_0, T_2)}{f(T_0, T_1)}. \quad (9.2)$$

Пусть  $M_1$  и  $M_2$  – две обратимые циклические машины, работающие соответственно между источниками с температурами  $T_0$  и  $T_1$ ,  $T_0$  и  $T_2$ . Если машина  $M_1$  во время цикла получает  $Q_1$  теплоты от источника с температурой  $T_1$  и отдает  $Q_0$  теплоты источнику с температурой  $T_0$ , то по аналогии с (9.2) имеем

$$\frac{Q_1}{Q_0} = f(T_0, T_1). \quad (9.3)$$

Пусть машина  $M_2$  во время цикла потребляет  $Q_2$  теплоты от источника с температурой  $T_2$  и отдает источнику с температурой  $T_0$  то же самое количество теплоты  $Q_0$ , что и первая машина. Наряду с (9.3) тогда запишем

$$\frac{Q_2}{Q_0} = f(T_0, T_2). \quad (9.4)$$

Из (9.3), (9.4) видим

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{f(T_0, T_2)}{f(T_0, T_1)}. \quad (9.5)$$

Объединим две машины  $M_1$  и  $M_2$  в одну циклическую машину, цикл которой состоит из обратного цикла машины  $M_1$  и прямого цикла машины  $M_2$ . Сложная машина будет обратима, поскольку ее цикл составлен из двух обратимых циклов. В результате осуществления цикла сложной машины состояние источника с температурой  $T_0$  не изменяется. Машина получает количество теплоты  $Q_2$  от источника с температурой  $T_2$  и отдает количество теплоты  $Q_1$  источнику с температурой  $T_1$ . По определению функции  $f(T_1, T_2)$  будет

$$\frac{Q_2}{Q_1} = f(T_1, T_2). \quad (9.6)$$

Сравнивая (9.5), (9.6), убеждаемся в справедливости утверждения (9.2).

Произвольную температуру  $T_0$  в аргументах функции  $f(T_0, T)$  можно зафиксировать во всех рассуждениях, что позволяет считать эту функцию функцией лишь одного аргумента:

$$f(T_0, T) = \varphi(T). \quad (9.7)$$

Из (9.5), (9.7) тогда следует

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\varphi(T_2)}{\varphi(T_1)}. \quad (9.8)$$

В проведенных рассуждениях обозначение  $T$  является только символом температуры и не содержит указания на способ ее определения. Поэтому возьмем в качестве температуры тела  $T$  саму функцию  $\varphi(T)$ , положив

$$\varphi(T) = T. \quad (9.9)$$

Фактически это означает, что соотношение (9.8), записанное как

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}, \quad (9.10)$$

принимается за определение температуры. Согласно этому определению температурами двух в разной степени нагретых тел называются такие величины, отношение которых равно отношению количеств теплоты, которыми обменивается рабочее тело обратимого цикла с источниками теплоты, имеющими те же степени нагретости, что и данные тела.

Соотношение (9.10) определяет температуры с точностью до произвольного множителя. Конкретный выбор численного значения разности температур в 100 градусов между двумя реперными точками – температурой равновесной смеси воды и льда и температурой кипения воды при внешнем давлении в 1 *атм.*, окончательно устанавливает температурную шкалу.

Построенная температурная шкала называется абсолютной термодинамической шкалой температуры. Эта шкала не зависит от конкретного выбора термометрического тела. Законы термодинамики при использовании этой шкалы принимают наиболее простой вид.