

# Термодинамическое состояние и первый закон термодинамики

---

В этой главе обсуждается понятие термодинамического состояния, а также понятия, связанные с первым законом термодинамики. Приступающие к изучению термодинамики должны иметь ясное представление о физическом смысле этих понятий. В частности, нужно отметить, что работа и теплота не являются функциями состояния, а зависят от пути перехода из одного состояния системы в другое.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### § 1. Предмет термодинамики

Ниже перечисляются и поясняются некоторые основные понятия и термины, используемые в термодинамике. Чтобы не загромождать изложение, не всем понятиям дается строгое определение. В тех случаях, когда это необходимо по ходу рассуждений, приводятся более строгие определения.

*Термодинамические системы.* Термодинамика занимается изучением *макроскопических* систем, *пространственные* размеры которых и *время существования* достаточны для проведения нормальных процессов измерения. Такого рода системы могут состоять из большого числа материальных частиц (например молекул, атомов, электронов и т. д.), или полей, например электромагнитного поля. В любом случае мы имеем дело с динамическими системами, обладающими чрезвычайно большим числом степеней свободы. Системы с малым числом степеней свободы термодинамикой не рассматриваются.

*Термостат.* Если изучается часть полной системы, то остальную часть будем называть окружающей средой, или окружением. Более абстрактно окружение можно рассматривать, как термостат, который налагает некоторые условия на изучаемую систему (например, условия постоянства температуры, давления, химического потенциала и т. д.).

*Изолированная система.* Независимая система, которая совершенно не взаимодействует с окружающей средой, называется изолированной системой.

*Замкнутая система.* Система, которая не обменивается веществом с окружающей средой, называется замкнутой системой.

*Открытая система.* Система, которая обменивается веществом с окружающей средой, называется открытой системой.

## § 2. Понятие теплового равновесия (нулевой закон термодинамики)

*Состояние теплового равновесия изолированной системы.* Изолированная система (например, газ, заключенный в сосуде с непроводящими стенками) независимо от своего начального состояния в конечном итоге приходит в состояние, которое в дальнейшем уже не меняется. Это конечное состояние называется *состоянием термического, или теплового, равновесия*. Если говорить о микроскопической картине, то материальные частицы продолжают свое сложное движение, но с макроскопической точки зрения термически равновесное состояние является простым состоянием, которое определяется несколькими параметрами, как, например, температурой и давлением<sup>1)</sup>.

*Тепловое равновесие двух систем.* Если две изолированные системы  $A$  и  $B$  приведены в контакт друг с другом, то полная система  $A + B$  в конечном итоге переходит в состояние теплового равновесия. В этом случае говорят, что системы  $A$  и  $B$  находятся в состоянии теплового равновесия друг с другом. Каждая из систем  $A$  и  $B$  в отдельности также находится в состоянии теплового равновесия. *Это равновесие не нарушится, если устранить контакт между системами, а затем через некоторое время восстановить его.* Следовательно, если установление контакта между двумя системами  $A$  и  $B$ , которые до этого были изолированными, не приводит ни к каким изменениям, то можно считать, что эти системы находятся в тепловом равновесии друг с другом ( $A \sim B$ ).

*Нулевой закон термодинамики* (закон транзитивности теплового равновесия). Если системы  $A$  и  $B$  находятся в тепловом равновесии и системы  $B$  и  $C$  находятся в тепловом равновесии, то системы  $A$  и  $C$  также находятся в тепловом равновесии между собой:

$$A \sim B, \quad B \sim C \rightarrow A \sim C. \quad (1.1)$$

Этот эмпирический закон называется нулевым законом термодинамики.

<sup>1)</sup> Термически равновесное состояние, определенное таким образом, принято называть термодинамически равновесным.— *Прим. ред.*