

ВТОРОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ

* * *

§ 27. Общие замечания о первом и втором началах термодинамики

1. Первое начало термодинамики не дает никаких указаний относительно направления, в котором могут происходить процессы в природе. Для изолированной системы, например, первое начало требует только, чтобы при всех процессах энергия системы оставалась постоянной. Если 1 и 2 — два состояния такой системы, то первое начало ничего не может сказать, будет ли система переходить из состояния 1 в состояние 2, или из состояния 2 в состояние 1. Вообще, на основании первого начала нельзя выяснить, будут ли в изолированной системе происходить какие-либо процессы.

Пусть адиабатически изолированная система состоит из двух тел, взаимодействующих между собой, но не взаимодействующих с другими телами. Тогда, как было показано в § 16, теплообмен между ними подчиняется условию $Q_1 = -Q_2$. Тепло Q_1 , полученное одним телом, равно теплу $-Q_2$, отданному другим телом. В каком направлении будет переходить тепло — на этот вопрос первое начало термодинамики ответить не может. Первому началу не противоречил бы, например, процесс, в котором тепло самопроизвольно переходит от тела менее нагретого к телу более нагретому. Вопрос о количественной мере температуры чужд первому началу термодинамики. Это проявляется в том, что первое начало не привело ни к какой рациональной шкале температур.

Второе начало термодинамики, наоборот, позволяет судить *о направлении процессов*, которые могут происходить в действительности. Но этим значение второго начала не исчерпывается. Второе начало позволяет вполне удовлетворительно решить вопрос о количественной мере температуры и построить рациональную температурную шкалу, не зависящую от произвола выбора термометрического тела и устройства термометра. Оно, совместно с первым началом, позволяет также установить множество точных количественных соотношений между различными макроскопическими параметрами тел в состоянии термодинамического равновесия. Все такие точные соотношения получили общее название *термодинамических соотношений*.

2. Основоположителем второго начала термодинамики считается французский инженер и физик Садн Карно. В своем сочинении «О движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту

силу», вышедшем в 1824 г. (т. е. значительно ранее открытия первого начала Р. Майером, Джоулем и Гельмгольцем), Сади Карно исследовал условия превращения теплоты в работу. Однако тогда Карно стоял на точке зрения теории теплорода (позднее он от нее отказался), а поэтому ему не удалось дать ясную и четкую формулировку второго начала термодинамики. Это было сделано только в 1850—51 гг. независимо друг от друга немецким физиком Рудольфом Клаузиусом и шотландским физиком Вильямом Томсоном (лордом Кельвином). Они сформулировали основной постулат, выражающий второе начало термодинамики, и вывели из него главные следствия.

§ 28. Различные формулировки основного постулата, выражающего второе начало термодинамики

1. Чтобы прийти к формулировке постулата второго начала термодинамики, следуя историческому ходу идей, рассмотрим схематически работу тепловой машины. В цилиндре машины (рис. 23) помещается газ или какое-либо другое вещество, называемое *рабочим телом*. Для определенности будем считать, что рабочим телом является газ. Пусть на диаграмме VP начальное состояние рабочего

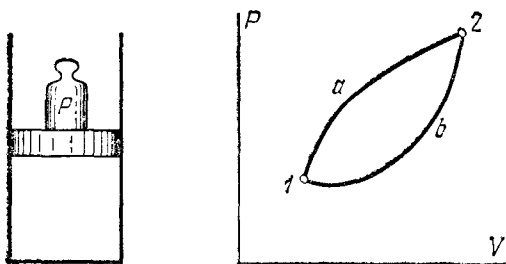


Рис. 23.

тела изображается точкой 1. Приведем дно цилиндра в тепловой контакт с *нагревателем*, т. е. телом, температура которого выше температуры газа в цилиндре. Газ будет нагреваться и расширяться — этот процесс изображен кривой 1а2. Рабочее вещество получит от нагревателя тепло Q_1 и совершит положительную работу A_1 . По первому началу

$$Q_1 = U_2 - U_1 + A_1. \quad (28.1)$$

Теперь надо вернуть поршень в исходное положение, т. е. сжать газ. Это надо сделать так, чтобы работа A_2 , затраченная на сжатие, была меньше A_1 . С этой целью приведем дно цилиндра в тепловой контакт с *холодильником*, т. е. телом, температура которого ниже