

§ 10. Введение

Первое начало термодинамики выражает принцип сохранения энергии для тех макроскопических явлений, в которых одним из существенных параметров, определяющих состояние тел, является температура. Его открытие относится к сороковым годам 19 века, когда было установлено, что теплота — не вещество, а какое-то *внутреннее движение* тела.

В механике энергия складывается из кинетической энергии макроскопического движения и потенциальной энергии макроскопических тел во внешних силовых полях. В механике доказывалось, что для изолированной системы полная механическая энергия сохраняется, т. е. ее количество остается неизменным. Но это справедливо не всегда, а только в тех случаях, когда все действующие в системе силы являются *консервативными*. При наличии диссипативных сил — сил трения — механическая энергия замкнутой системы уменьшается. Однако опыты показали, что работа диссипативных сил всегда сопровождается выделением тепла. Оказалось, что принцип сохранения энергии остается справедливым и при наличии диссипативных сил, если только расширить понятие энергии введением новой формы ее, а именно *внутренней энергии*, называемой также (не совсем удачно) *тепловой энергией*. Это было сделано Р. Майером (1814—1878), Джоулем (1818—1889), Гельмгольцем (1821—1894) и другими учеными, с именами которых связывают открытие принципа сохранения энергии в его общезначимом смысле.

С атомистической точки зрения нарушения механического закона сохранения энергии объясняются тем, что макроскопическая механика учитывает не все движения и силовые взаимодействия. Из ее поля зрения ускользают *внутренние движения атомов и молекул*, а также силы взаимодействия между ними. Диссипативные силы годятся только для описания макроскопических движений. В мире атомов и молекул никаких диссипативных сил не существует, все силы консервативные и гироскопические. Всякое тело с атомистической точки зрения является консервативной системой колоссального числа частиц — атомов и молекул. Для такой системы механический закон сохранения энергии справедлив, но только при неизменном условии, что к энергии макроскопического движения добавляется *энергия беспорядочного атомно-молекулярного движения*. Это послед-

нее движение и есть теплота. Однако последовательная феноменологическая термодинамика должна вводить расширенное понятие механической энергии, не обращаясь к атомистическим представлениям, руководствуясь одними только общими принципами, являющимися обобщениями опытных фактов. Ближайшей нашей целью и является введение этого понятия.

§ 11. Квазистатические процессы

1. В теоретических методах термодинамики широко используются так называемые *квазистатические* или *квазиравновесные* процессы, т. е. идеализированные процессы, состоящие из непрерывно следующих друг за другом состояний равновесия.

В качестве примера возьмем цилиндр с поршнем, который может свободно перемещаться в нем без трения. Пусть в цилиндре находится газ, и поршень удерживается в положении равновесия лежащим на нем грузом Q (рис. 6). Если снять часть груза или добавить новый, то равновесие нарушится. Возникнет довольно сложное движение газа и колебания поршня с грузом. Но в конце концов все эти движения затухнут, и рассматриваемая система вновь придет в состояние равновесия. Подобные неравновесные процессы очень сложны. Квазистатические процессы являются несравненно более простыми. Чтобы заставить газ в цилиндре расширяться или сжиматься квазистатически, допустим, что разгрузка или нагрузка поршня идет бесконечно малыми порциями. Для наглядности можно вообразить, что поршень нагружен мелким песком. Снимем или добавим одну песчинку. От этого равновесие нарушится бесконечно мало. Когда оно восстановится, снимем или добавим вторую песчинку. Повторив эту операцию много раз, можно в конце концов снять весь груз или изменить его на любую конечную величину. Вместе с грузом изменится на конечную величину и объем газа. Этот процесс состоит из последовательности бесконечно малых процессов, каждый из которых лишь ничтожно мало нарушает состояние равновесия. В пределе, когда масса каждой песчинки стремится к нулю, а полное число песчинок — к бесконечности, получится бесконечно медленный процесс, состоящий из последовательности равновесных состояний. Такой предельный процесс называется *равновесным*. Логически равновесный процесс надо отличать от квазиравновесного или квазистатического процесса. Однако надо помнить в виду, что строго равновесный процесс никогда не реализуется в природе. Поэтому в большинстве рассуждений квазиравновесный процесс называют просто равновесным, опуская

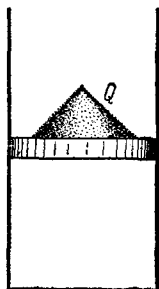


Рис. 6.