

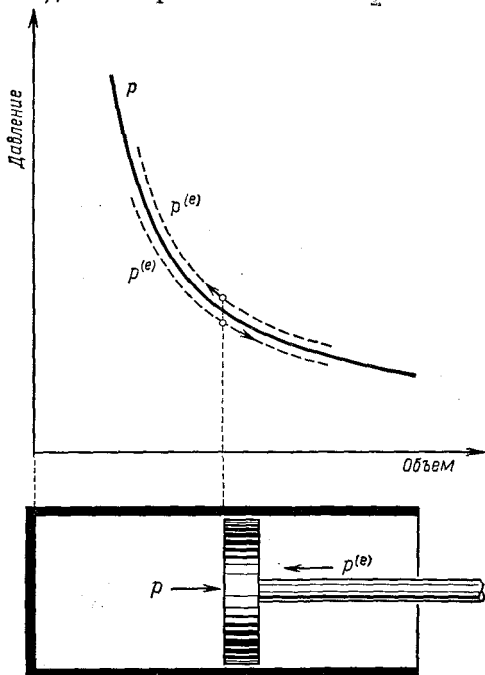
§ 5. Процесс изменения состояния

Термодинамика рассматривает только такие изменения состояния системы (происходящие или сами по себе, или под действием контактов с другими системами), в которых начальное и конечное состояния являются термодинамическими (но не обязательно термически равновесными). Однако промежуточные состояния, через которые проходит система, могут и не быть термодинамическими. Вообще говоря, они могут быть очень сложными состояниями. Промежуточные состояния будут термодинамическими только в тех случаях, когда процесс совершается чрезвычайно медленно. При таких условиях процесс можно описать, рассматривая изменение достаточного числа термодинамических величин.

Цикл. Циклом называется процесс, при котором начальное и конечное состояния системы совпадают.

Инфинитезимальный процесс. Если разница между начальным и конечным состояниями системы бесконечно мала, то такой процесс называется инфинитезимальным.

Квазистатический процесс. Так принято называть идеальные процессы, в течение которых система и окружающая среда остаются в термически равновесном состоянии. Такой процесс приближенно реализуется в тех случаях, когда изменения происходят достаточно медленно. Например, для того чтобы сжать газ, внешнее давление $p^{(e)}$ должно быть незначительно больше давления газа p , а чтобы расширить газ, внешнее давление $p^{(e)}$ должно быть незначительно меньше p (фиг. 1). В предельном случае очень медленных изменений оба процесса происходят по одной и той же траектории в противоположных направлениях. Следовательно, квазистатический процесс является обратимым (см. гл. 2, § 1). Перечислим наиболее важные квазистатические процессы.



Ф и г. 1.

а. Квазистатический изотермический процесс. В таком процессе система находится в контакте с термостатом, имеющим постоянную температуру (тепловым резервуаром), и процесс происходит квазистатически при этой температуре.

б. Квазистатический адиабатический процесс. Так называется квазистатический процесс, при котором система не имеет теплового (и материального) контакта с окружающей средой, но при воздействии системы на окружающую среду или, наоборот, окружающей среды на систему может совершаться работа.

Квазистатические адиабатические процессы иногда называются просто адиабатическими, но, так как может существовать адиабатический необратимый процесс, нужно ясно различать оба эти случая (см. гл. 2, § 1, где обсуждается различие между обратимыми и необратимыми процессами).

§ 6. Первый закон термодинамики

Хотя первый закон термодинамики является частным случаем общего закона сохранения энергии, он предполагает существование внутренней энергии, которая представляет собой термодинамическую величину.

Первый закон термодинамики. При переходе системы из начального состояния 1 в конечное состояние 2 получаемая системой от окружающей среды сумма работы A , теплоты Q и энергии переноса массы Z ¹⁾ определяется только состояниями 1 и 2; эта сумма не зависит от того, каким способом осуществляется переход из 1 в 2. Это означает, что существует такая величина U , характеризующая внутреннее состояние системы, что разность ее значений в состояниях 1 и 2 определяется соотношением

$$U_2 - U_1 = A + Q + Z. \quad (1.2)$$

Функция U представляет собой внутреннюю энергию системы. Если система характеризуется механической энергией (кинетической или потенциальной), то соотношение (1.2) заменяется соотношением

$$E_2 - E_1 = A + Q + Z, \quad (1.2')$$

где E — полная энергия системы, включая механическую энергию.

Первый закон термодинамики представляет собой закон сохранения энергии. Его можно записать в форме

$$E_{\text{полн}} = \text{const},$$

где $E_{\text{полн}}$ — полная энергия всей системы, включая все подсистемы, участвующие в рассматриваемом процессе. Соотношение (1.2)

¹⁾ Для величины Z автор пользуется термином «mass action», не имеющим однозначного эквивалента в литературе на русском языке. Мы будем пользоваться термином «энергия переноса массы». — Прим. ред.