

# Законы термодинамики

- *Первый закон термодинамики* является, в сущности, законом сохранения энергии, распространенным на все макроскопические тела. Любая макроскопическая система характеризуется в состоянии равновесия набором *макроскопических параметров*, таких, например, как *давление, температура, намагниченность* и т.д. Задание этих параметров определяет в термодинамике *состояние* или *макроскопическое состояние* системы. Вопрос о том, какими именно параметрами должно описываться состояние каждой конкретной макроскопической системы, выходит за рамки термодинамики

- **Первый закон термодинамики** постулирует существование *внутренней энергии* – некоторой функции состояния [1], такой, что если к системе подводится тепло и над ней производится работа, то изменение внутренней энергии есть сумма подведенного тепла и совершенной работы:  
$$\Delta U = Q + A \quad (2.21)$$
- .
- При этом ни работа, ни количество теплоты сами по себе не являются функциями состояния, они определяются процессом, происходящим с системой.
- С точки зрения молекулярно-кинетических представлений, внутренняя энергия это механическая энергия, связанная с движением и взаимодействием атомов; равенство (2.21) можно рассматривать как обобщение (2.11) на все макроскопические системы.

- Сообщение телу некоторого количества теплоты может привести к изменению его температуры. Пусть  $Q$  - количество теплоты, сообщенное телу в некотором процессе, а  $\Delta T$  - изменение температуры тела в этом процессе. Величину
- $c$ ,
- где  $m$  - масса тела, называют *удельной теплоемкостью* тела, а величину
- где  $\nu$  - количество вещества – *молярной теплоемкостью*.

- Процесс прихода замкнутой термодинамической системы в состояние теплового равновесия характеризуется — *необратимостью* — если система пришла в состояние равновесия, то в дальнейшем она неограниченно долго остается в этом состоянии и не может выйти из него самопроизвольно. Опыт показывает, что такая необратимость присуща не только всему процессу прихода в равновесие в целом, но и каждому его малому «шагу» в отдельности.

- Если, например, привести два однородных тела с различной температурой в тепловой контакт, их температуры в конечном итоге станут одинаковыми, при этом на всех этапах установления теплового равновесия тепло всегда будет переходить от более нагретого тела к менее нагретому. В более сложной системе возможны процессы, при которых тепло переходит от менее нагретого тела к более нагретому, однако, такие процессы всегда сопровождаются другими, так, что любое внутреннее изменение в системе делает ее в целом «ближе» к состоянию равновесия

- Эту особенность тепловых процессов можно сформулировать в виде **второго закона термодинамики**:  
*невозможны такие процессы, единственным конечным результатом которых был бы переход тепла от тела менее нагретого к телу более нагретому.*  
Такая формулировка второго закона термодинамики называется *формулировкой Клаузиуса*.

- Можно предложить другую, эквивалентную формулировку второго закона, если заметить, что всегда существует возможность преобразовать в тепло любое количество механической работы, например, с помощью трения. Если бы были возможны процессы, единственным результатом которых был бы переход тепла в работу, то можно было бы использовать эту работу для нагревания более горячего тела. Значит, *невозможны такие процессы, единственным конечным результатом которых было бы преобразование некоторого количества теплоты, полученного от тела в механическую работу.* Эта формулировка называется *формулировкой Кельвина.*

- Дальнейшие выводы из второго закона термодинамики удобнее всего получить с помощью метода, предложенного С. Карно, работы которого фактически и положили начало теоретической термодинамике. Карно рассматривал тепловые машины – устройства, которые преобразуют тепловую энергию в механическую работу

- Схематически работу любой тепловой машины можно представить так. Тепловая машина обязательно имеет в своем составе *рабочее тело* или *рабочее вещество* – макроскопическое тело, которое и совершает механическую работу (рис.17). Рабочее тело совершает в ходе работы машины *цикл* или *циклический процесс* – процесс, при котором конечное состояние совпадает с начальным.

- Поскольку внутренняя энергия рабочего тела после совершения им цикла не изменяется, работа в цикле может совершаться только за счет того, что рабочему телу передается некоторое количество теплоты от *нагревателя* – тела, имеющего постоянную температуру . Согласно второму закону термодинамики, невозможен процесс, единственным результатом которого было бы преобразование теплоты целиком в работу. Поэтому, некоторое количество теплоты должно передаваться при циклическом процессе *холодильнику* – телу, находящемуся при температуре , меньшей, чем