



Лекция №1

Необратимость тепловых процессов. Законы термодинамики

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

«INTERNATIONAL HOUSE TASHKENT»

УЗОҚОВ АБДУЛЛА АБДУРАИМОВИЧ

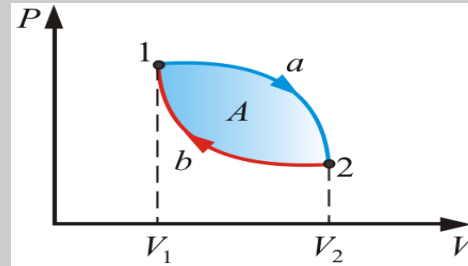


План

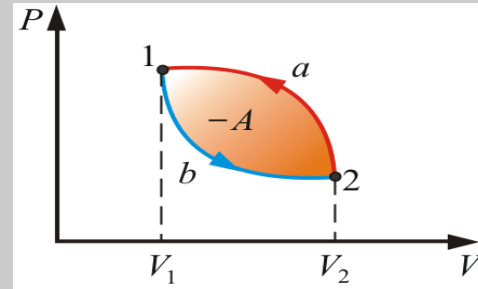
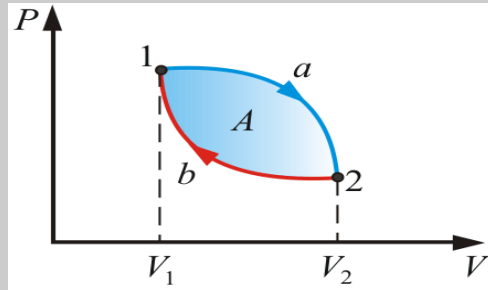
Цикл
Прямые и обратные циклы
Обратимые и необратимые процессы
Внутренняя энергия
Первый закон термодинамики
Второй закон термодинамики

Круговые процессы или цикл

Круговым процессом, или циклом, называется такой процесс, в результате которого термодинамическое тело возвращается в исходное состояние.



Круговые процессы лежат в основе всех тепловых машин: двигателей внутреннего сгорания, паровых и газовых турбин, паровых и холодильных машин и т.д.





В результате кругового процесса система может теплоту как получать, так и отдавать, поэтому

$$Q = Q_1 - Q_2$$

где Q_1 – количество теплоты, полученное системой; Q_2 – количество теплоты, отданное системой.



Прямые и обратные циклы

Цикл называется **прямым**, если он протекает по часовой стрелке и работа, совершаемая за цикл положительна.

$$A = \oint p dV > 0$$

Цикл называется **обратным**. Если протекает против часовой стрелки, при этом совершается отрицательная работа.

$$A = \oint p dV < 0$$

Работа, совершаемая за цикл определяется площадью, ограниченной циклом.



Круговые обратимые и необратимые процессы

Все термодинамические процессы делятся на обратимые и необратимые.

Процесс называют **обратимым**, если он протекает таким образом, что после окончания процесса он может быть проведен в обратном направлении через все те же промежуточные состояния, что в прямой процесс.



Процесс называется **необратимым**, если он протекает так, что после его окончания систему нельзя вернуть в начальное состояние через прежние промежуточные состояния.

Свойством обратимости обладают только равновесные процессы.



Необратимость тепловых процессов

Все макроскопические процессы в природе протекают только в одном направлении



В обратном направлении они самопроизвольно протекать не могут



Все процессы в природе необратимы:



Пример: старение и смерть организмов



Внутренняя энергия

Сумма кинетических энергий хаотического движения всех частиц тела относительно центра масс тела (молекул, атомов) и потенциальных энергий их взаимодействия друг с другом называется **внутренней энергией**.

$$U = \sum W_k + \sum W_p$$

Кинетическая энергия частиц определяется скоростью, а значит – температурой тела.

Потенциальная – расстоянием между частицами, а значит - объемом.

Следовательно: $U = U(T, V)$ – внутренняя энергия зависит от объема и температуры.



TIAME

Внутренняя энергия одноатомного идеального газа

Для идеального газа: $U=U(T)$, т.к. взаимодействием на расстоянии пренебрегаем

$$U = N\bar{E} = N \frac{3}{2} kT = \frac{3m}{2M} N_A kT = \frac{3m}{2M} RT = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} pV$$

Внутренняя энергия одноатомного идеального газа:

$$U = \frac{3}{2} \nu RT \text{ или } U = \frac{3}{2} pV$$



Способы изменения внутренней энергии

Совершение работы

A

над телом

(U увелич.)

самим телом

(U уменьш.)

Теплопередача

Q

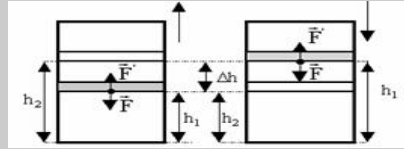
Виды теплопередачи:

теплопроводность

конвекция

излучение

Внутренняя энергия одноатомного идеального газа



Работа газа:

$$A' = F' \cdot s \cdot \cos(\vec{F}', d) =$$

$$= p \cdot s \cdot \Delta h = p \cdot \Delta V$$

По третьему закону Ньютона:

$$\vec{F} = -\vec{F}'$$

Работа внешних сил над газом:

$$A = -A' = -p\Delta V$$



Количество теплоты

$$Q = cm(t_2^0 - t_1^0) \text{ — нагревание (охлаждение)}$$

$$Q = \pm \lambda m \text{ — плавление (отвердевание)}$$

$$Q = \pm Lm \text{ — парообразование (конденсация)}$$

$$Q = qm \text{ — сгорание топлива}$$



TIAME

Первый закон термодинамики

Изменение внутренней энергии системы при переходе ее из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного системе:

$$\Delta U = Q + A$$

Если A - работа внешних сил, а A' - работа газа, то $A = -A'$ (в соответствии с 3-м законом Ньютона). Тогда:

$$\Delta U = Q + A'$$

другая форма записи первого закона термодинамики



Первое начало термодинамики для кругового процесса

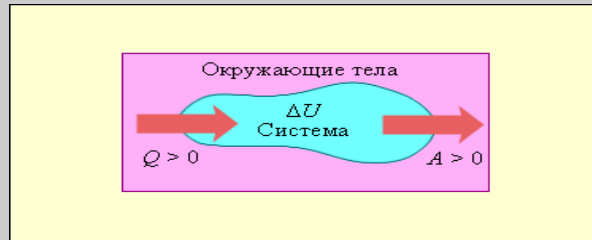
$$Q = \Delta U + A = A$$

В результате кругового процесса система возвращается в исходное состояние и, следовательно, полное изменение внутренней энергии газа равно нулю.

$$\Delta U = 0$$



Обмен энергией между термодинамической системой и окружающими телами в результате теплообмена и совершаемой работы





Второй закон термодинамики

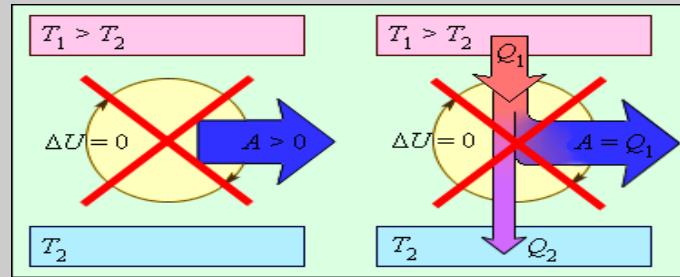
Второй закон термодинамики указывает направление возможных энергетических превращений и тем самым выражает необратимость процессов в природе.

Формулировка Р. Клаузиуса: невозможно перевести тепло от более холодной системы к более горячей при отсутствии одновременных изменений в обеих системах или окружающих телах.

Формулировка У. Кельвина: невозможно осуществить такой периодический процесс, единственным результатом которого было бы получение работы за счет теплоты, взятой от одного источника.

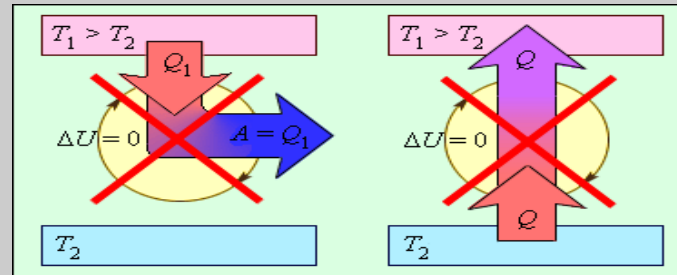
Невозможен тепловой вечный двигатель второго рода, т.е. двигатель, совершающий механическую работу за счет охлаждения какого-либо одного тела.

Процессы, запрещаемые I законом термодинамики



Циклически работающие тепловые машины, запрещаемые первым законом термодинамики: 1 – вечный двигатель 1 рода, совершающий работу без потребления энергии извне; 2 – тепловая машина с коэффициентом полезного действия $\eta > 1$

Процессы, запрещаемые II законом термодинамики



Процессы, не противоречащие первому закону термодинамики, но запрещаемые вторым законом: 1 – вечный двигатель второго рода; 2 – самопроизвольный переход тепла от холодного тела к более теплому (идеальная холодильная машина)