

СПб ГБПОУ «Фельдшерский колледж»

ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

Преподаватель:
Лобанов Б.В.

2020 г.

Термодинамика рассматривает тепловые процессы, не учитывая молекулярное строение тел. Состояние тел в термодинамике описывается через макроскопические параметры (давление, объем, температура).

Внутренняя энергия равна сумме кинетических энергий беспорядочного движения всех частиц тела и потенциальных энергий их взаимодействия друг с другом.

$$U = \sum E_k + \sum E_n = \sum_i \frac{mv_i^2}{2} + \sum_{i,j} W(\overset{\boxtimes}{r}_i, \overset{\boxtimes}{r}_j)$$

В случае идеального газа внутренняя энергия учитывает только кинетическую энергию движения частиц.

Внутренняя энергия идеального одноатомного газа:

$$U = \frac{3}{2} \nu RT$$

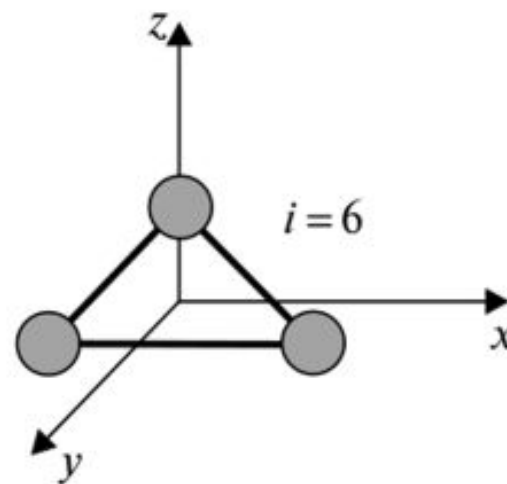
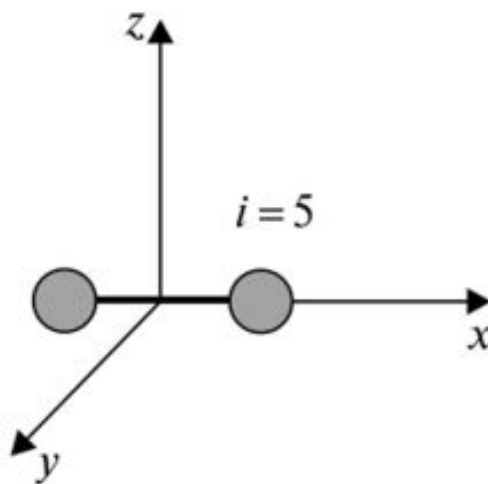
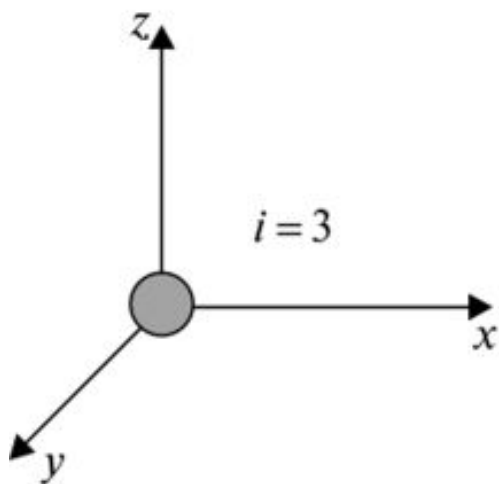
Внутренняя энергия идеального двухатомного газа:

$$U = \frac{5}{2} \nu RT$$

Внутренняя энергия идеального газа определяется числом степеней свободы молекулы: на каждую степень свободы приходится энергия, равная $kT/2$.

$$U = \frac{i}{2} \nu RT$$

- здесь i – число степеней свободы.



При изменении объема газа (при постоянном давлении) совершается **работа**:

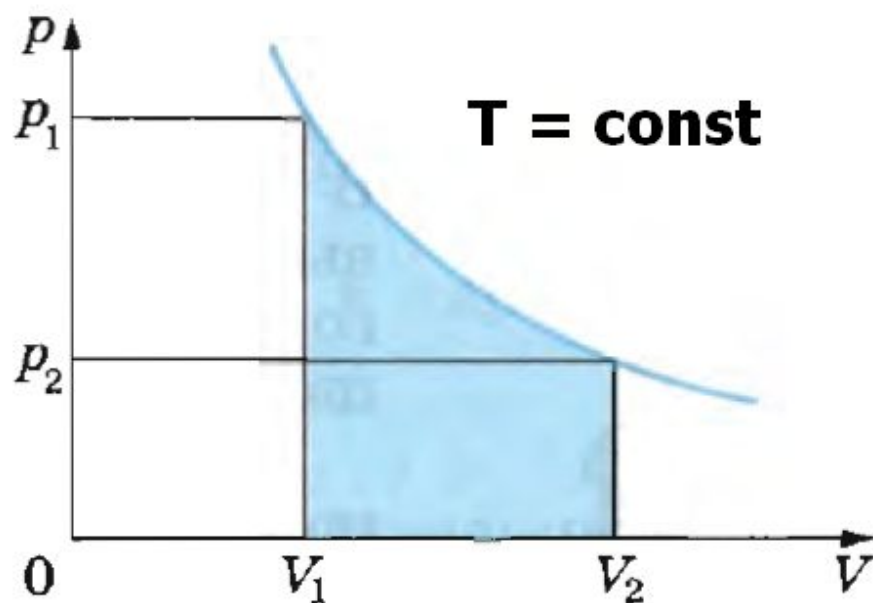
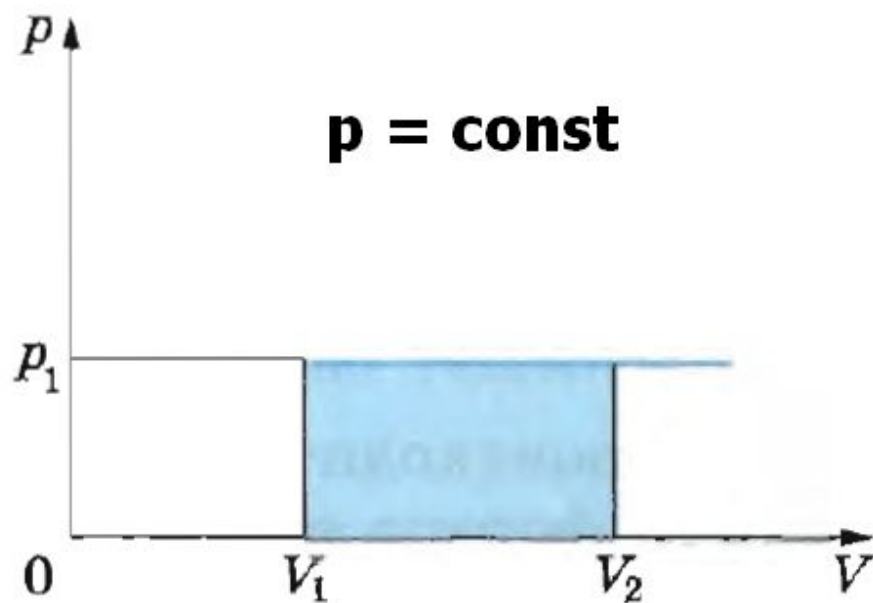
$$A = p \cdot \Delta V$$

При расширении газ совершает работу ($A > 0$); при сжатии внешние силы совершают работу над газом ($A < 0$).

Совершение работы приводит к изменению внутренней энергии газа:

$$A = -\Delta U$$

Геометрически работа газа в том или ином процессе может быть определена как площадь фигуры, ограниченной графиком процесса на осях (p, V) .



Изменение внутренней энергии возможно при теплообмене. Мера изменения внутренней энергии при теплообмене – **количество теплоты.**

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

Здесь c – **удельная теплоемкость** (количество теплоты, которое необходимо передать для изменения температуры 1 кг вещества на 1 К).

При фазовых переходах температура не изменяется, и количество теплоты определяется только массой тела.

$$Q = r \cdot m$$

$$Q = \lambda \cdot m$$

r – удельная теплота парообразования / конденсации;

λ – удельная теплота плавления / кристаллизации.

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:

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

Если совершает работу газ:

$$Q = \Delta U + A$$

Изопроцессы:

1) Изохорный ($V = \text{const}$): $Q = \Delta U$

2) Изотермический ($T = \text{const}$): $Q = A$

3) Изобарный ($p = \text{const}$): $Q = \Delta U + p\Delta V$

4) Адиабатный ($Q = 0$): $\Delta U = -A$

Второй закон термодинамики:

Невозможно перевести тепло от более холодной системы к более горячей при отсутствии других одновременных изменений в обеих системах или окружающих телах.

Второй закон термодинамики указывает направление протекания процессов в природе, а также на их необратимость.

Тепловые двигатели

Тепловые двигатели превращают внутреннюю энергию топлива в механическую. Рабочим телом двигателя является газ, изменяющий свое состояние в циклическом процессе.

В тепловом двигателе происходит передача теплоты от **нагревателя** рабочему телу (газу). Газ при расширении охлаждается, при этом часть теплоты преобразуется в механическую работу, а часть передается **холодильнику**.

Коэффициент полезного действия (КПД) теплового двигателя равен отношению работы к количеству теплоты, полученному от нагревателя:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Здесь A – работа, Q_1 – количество теплоты, полученное от нагревателя, Q_2 – количество теплоты, переданное холодильнику.

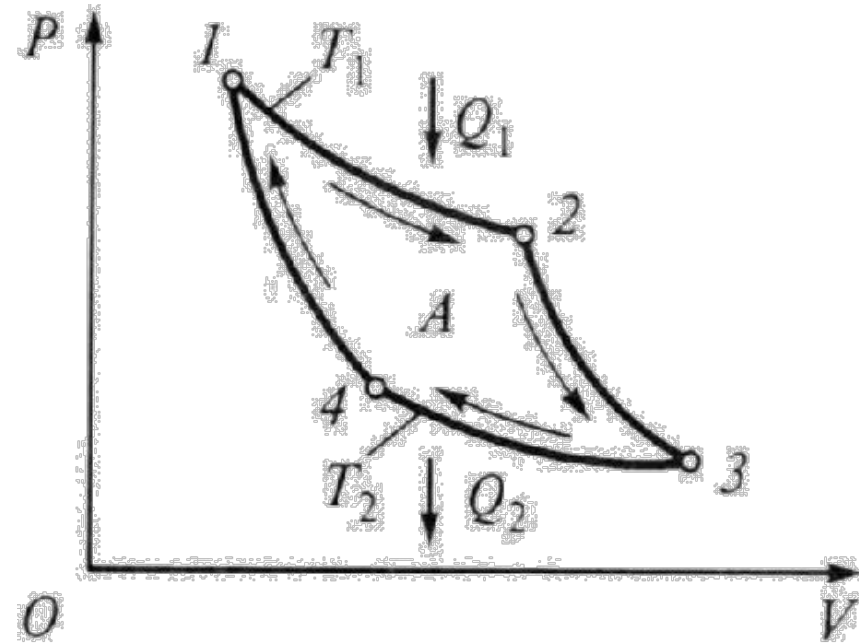
Альтернативные формулировки законов термодинамики могут быть даны через понятия «вечного двигателя».

Первый закон: «вечный двигатель» первого рода невозможен.

Второй закон: «вечный двигатель» второго рода невозможен.

Цикл Карно

Реальная тепловая машина не может иметь КПД, превышающий КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно.



$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Третий закон термодинамики:

Невозможно за конечное время довести температуру тела до абсолютного нуля.

Чем меньше температура, тем сложнее дальше охладить тело. Можно подойти сколь угодно близко к абсолютному нулю, но строго нулевая температура принципиально недостижима.

...Один физик с хорошим чувством юмора дал собственные формулировки трех начал термодинамики:

1) «Вам не выиграть».

2) «Вам не сыграть вничью».

3) «Вам даже сыграть не дадут».

Дома (!): заполнить таблицу:

ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

Физическая величина	Условное обозначение	Единица измерения	Условное обозначение
Количество теплоты			
Внутренняя энергия			
Удельная теплоемкость			
Удельная теплота плавления / кристаллизации			
Удельная теплота парообразования / конденсации			
КПД			