



Термодинамика (Волькенштейн-1990)

Первое начало термодинамики

5.162 5.165 5.186 5.185

5.159 5.170 5.182

Второе начало термодинамики

5.221 5.224 5.226 5.228

5.216 (решена) 5.126



Термодинамика – это наука о движении теплоты.

Термодинамика – это наука о наиболее общих макроскопических физических системах, находящихся в состоянии термодинамического равновесия и о процессах перехода между этими состояниями.



Термодинамика ставит целью изучение свойств тел и процессов, происходящих в телах, но при этом не пользуется молекулярными представлениями.

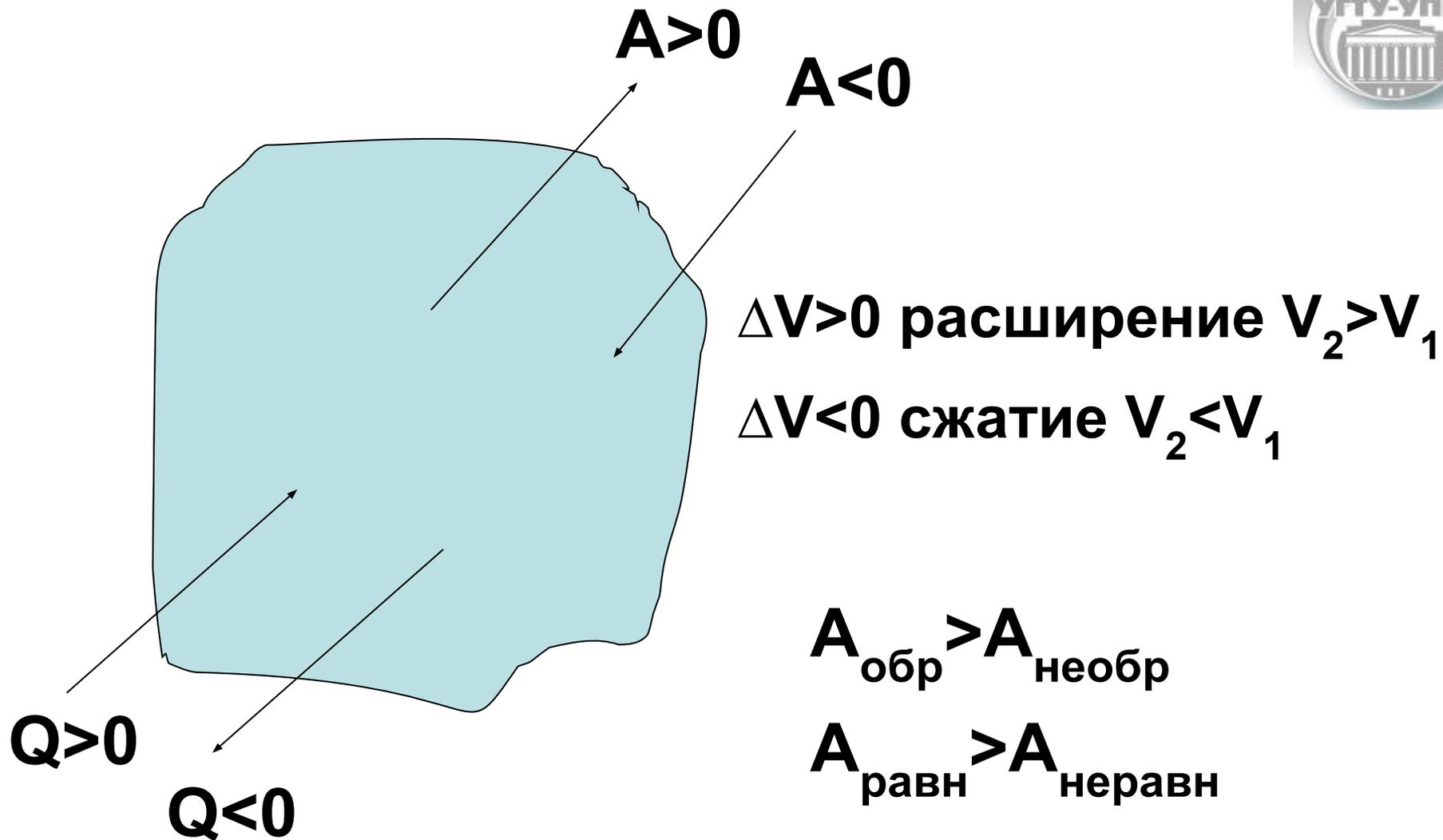
Основывается на 3 началах, которые не выводятся, а являются обобщением практики.

В настоящее время развивается равновесная статистическая термодинамика – раздел статистической физики, посвященный обоснованию законов термодинамики равновесных процессов и вычислениям термодинамических характеристик физических систем.

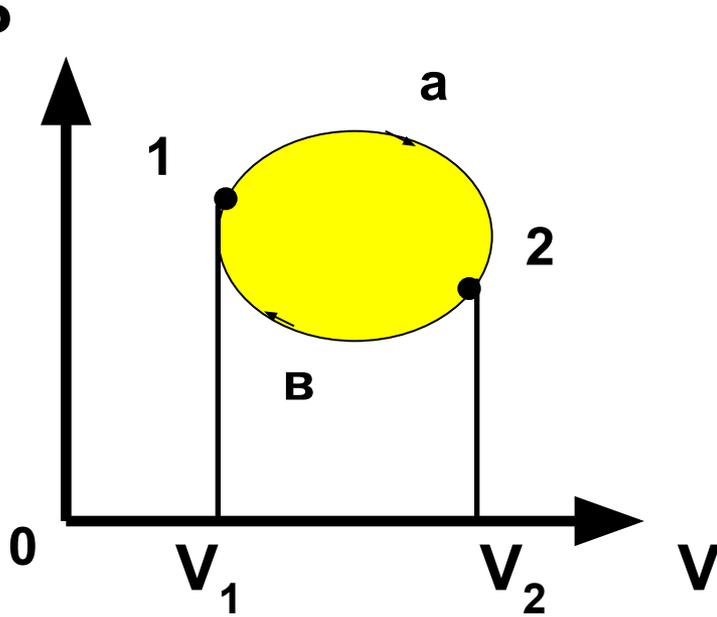


Особенности свойств (параметров т/д системы) P, V, T, U, S, p, n

1. Однозначно характеризуют состояние системы.
2. Не зависят от пути перехода.
3. Не зависят от предистории системы.
4. При круговых процессах изменение свойств равно нулю.
5. Характеризуются полным дифференциалом $dV, dT, dP, dU, dS, dp, dn$.



Термодинамические процессы



$$\delta A = PdV$$

$$P = const$$

$$P \neq const$$

Прямой процесс – круговой процесс, протекающий по часовой стрелке. Его работа > 0 (положительна). По такому процессу работает тепловой двигатель.

Обратный процесс – круговой процесс, протекающий против часовой стрелки. Его работа < 0 (отрицательна). По такому процессу работает холодильная машина.

$$A = \int_{V_1}^{V_2} PdV$$

$$A = P(V_2 - V_1) = P\Delta V$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} PdV$$

Для проведения интегрирования необходимо выразить давление как функцию объема $P = f(v)$.



Термодинамические процессы

Обратимый процесс (абстракция) – это такой равновесный процесс, при совершении которого системой сначала в прямом, а потом в обратном направлениях, повторяя все стадии пути, в исходное состояние возвращается как сама система, так и все внешние тела, с которыми она взаимодействовала.

Необратимый процесс – это такой неравновесный процесс, при совершении которого систему нельзя вернуть в исходное состояние без изменений в окружающих телах.

Необратимый процесс – это процесс, который в обратном направлении самопроизвольно протекать не может.

Работа



1. Процесс обмена энергией между т/д системой и внешними телами.
2. $A \neq 0$
3. Функционал – δA .
4. Изменяются внешние параметры (V).
5. Энергия системы изменяется за счет энергии упорядоченного движения.
Необходимое условие – перемещение взаимодействующих с системой тел.
6. Макроскопическая форма обмена энергией.

Теплота (теплообмен)



1. Процесс обмена энергией между т/д системой и внешними телами.
2. $Q \neq 0$.
3. Функционал – δQ .
4. Не изменяются внешние параметры (V).
5. Энергия системы изменяется за счет энергии неупорядоченного движения. Нет перемещения взаимодействующих с системой тел.
6. Микроскопическая форма обмена энергией.



Общее между A и Q

1. Существуют лишь в процессе обмена энергией.
2. Не являются свойствами т/д системы.
3. На круговых процессах не равны нулю.

$$A_{\text{о}} \neq 0 \quad Q_{\text{о}} \neq 0 \quad \delta A \quad \delta Q$$

4. Эквивалентные формы передачи энергии.
5. Неравноценные формы передачи энергии.

$$A \rightarrow Q \quad Q \rightarrow A$$

легко трудно (полностью невозможно)



Первое начало термодинамики

$$\left(\frac{A}{Q}\right)_o = 1$$

$$A_o = Q_o$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$\delta Q = dU + \delta A$$

$$\delta Q = \frac{m}{M} \frac{iR}{2} dT + p dV$$