

Лекция 14

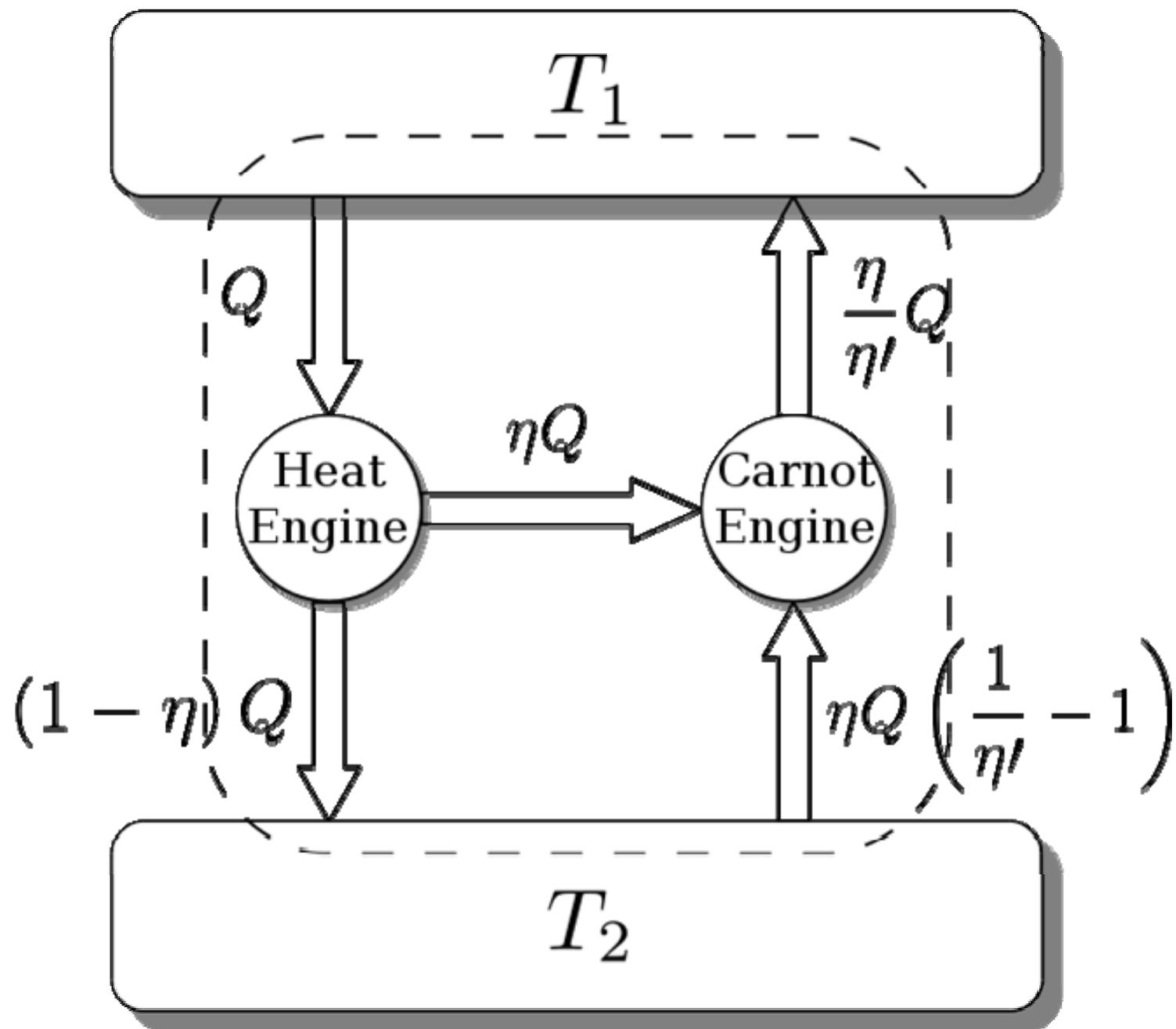
- Первая теорема Карно – доказательство
- Второе начало ТД – эквивалентность формулировок
- Энтропия. Закон возрастания энтропии
- Энтропия идеального газа
- Статистическая трактовка энтропии. Формула Больцмана
- Самоорганизация

Вторая теорема Карно

КПД обратимого цикла Карно не зависит от рода рабочего тела, а зависит только от T_n и T_x

Первая теорема Карно

Тепловая машина, работающая при данных T_n и T_x , не может иметь КПД больший, чем тепловая машина, работающая по обратимому циклу Карно с теми же T_n и T_x



Второе начало термодинамики

- **В.Томсон (Кельвин), 1851**

Невозможно осуществить такой **циклический** процесс, **единственным** результатом которого было бы превращение нацело в механическую работу количества теплоты, взятого у одного тела

Второе начало термодинамики

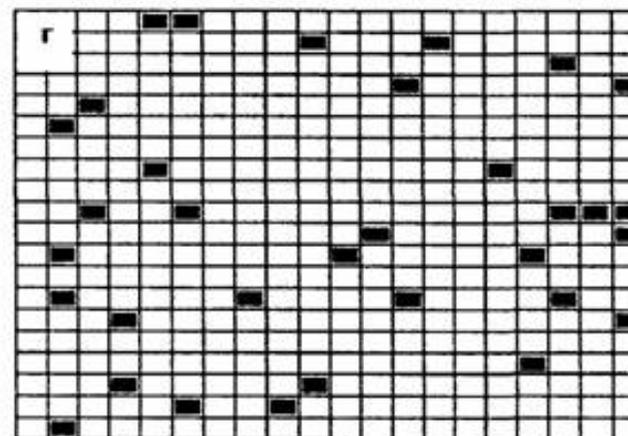
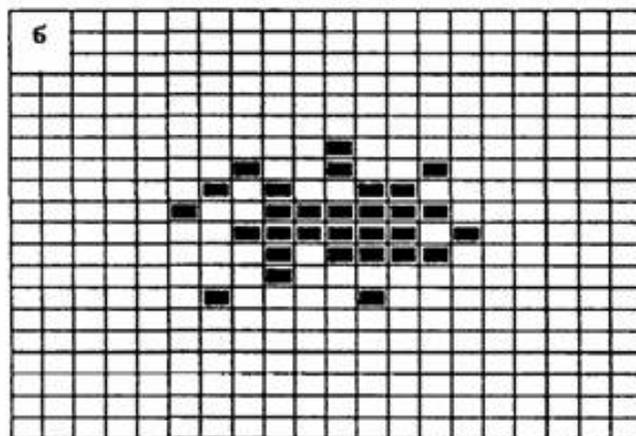
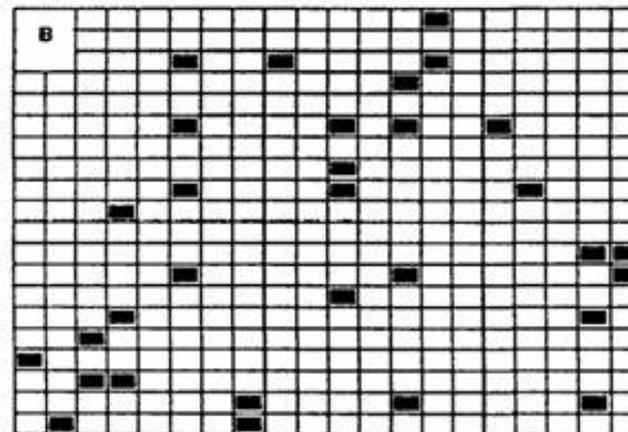
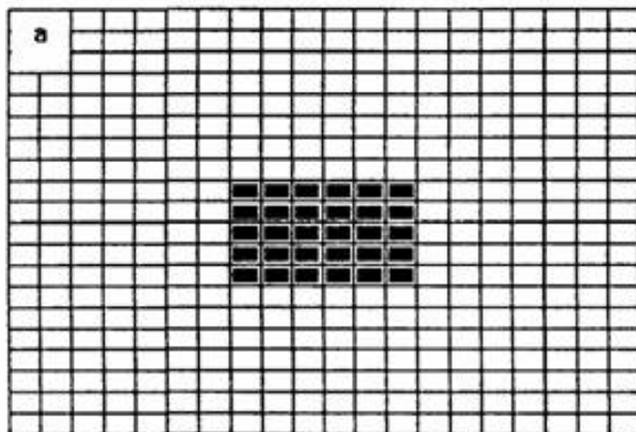
- Р. Клаузиус, 1850

Невозможно осуществить такой **циклический** процесс, **единственным** результатом которого была бы передача количества теплоты от менее нагретого тела более нагретому

Энтропия: свойства

- Э – мера упорядоченности системы. Э. тем больше, чем больше число доступных микросостояний
- Э. – функция состояния
- Э. – аддитивная величина
- В замкнутом квазистатическом процессе изменение Э. равно нулю
- Э. неизменна вдоль обратимого адиабатного процесса
- Для цикла с хотя бы одним необратимым участком изменение энтропии меньше нуля

Энтропия и упорядоченность СИСТЕМЫ



Энтропия и второе начало ТД

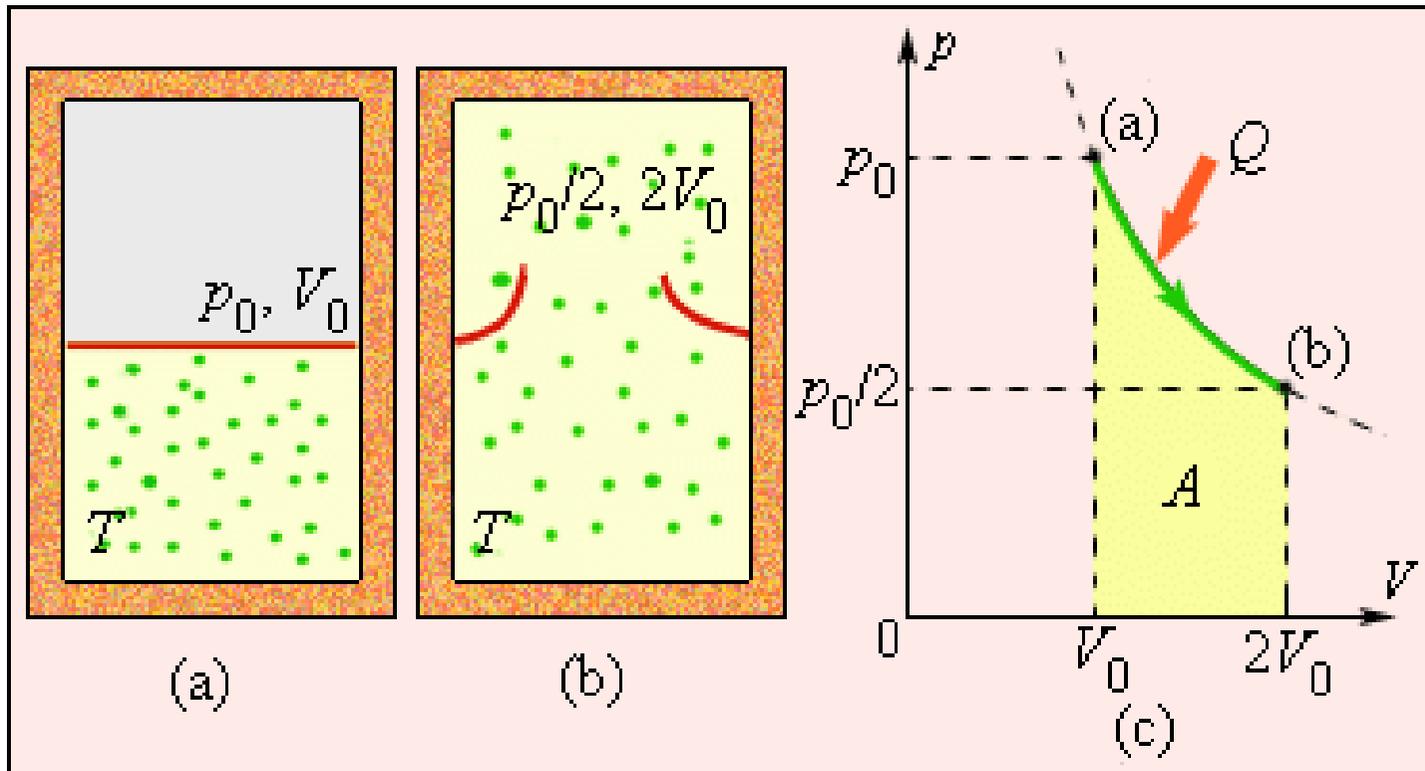
- В круговых процессах изолированной системы энтропия не убывает

Важно: а) направленность процессов,

б) статистический характер (в отличие от первого начала),

в) увеличение энтропии изолированной системы означает ее «движение» в направлении наиболее вероятного состояния

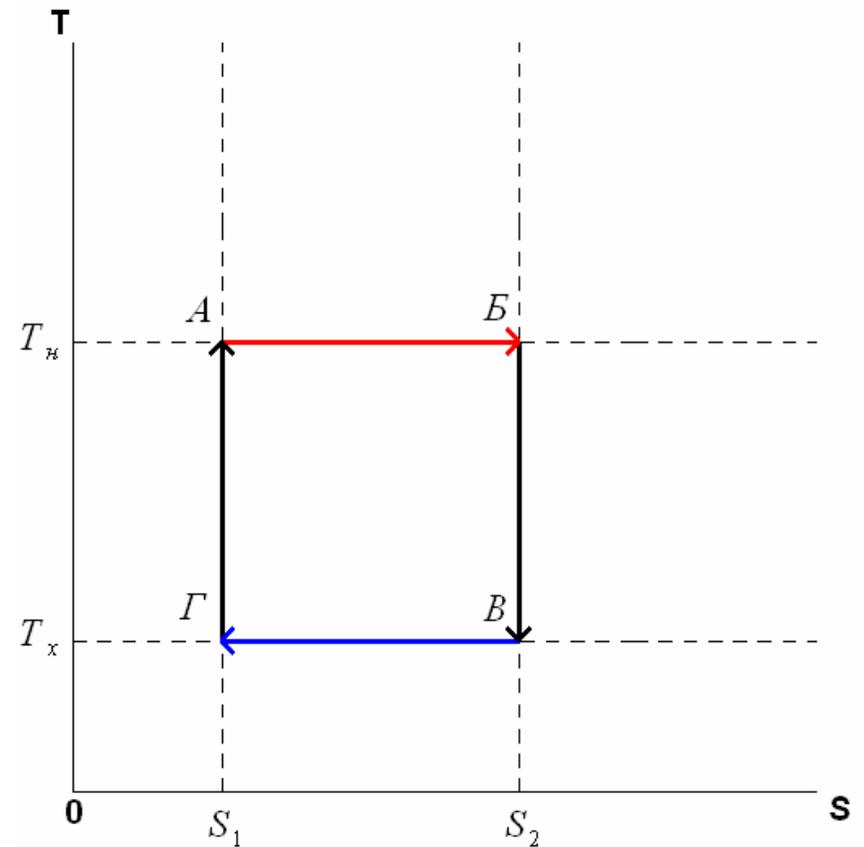
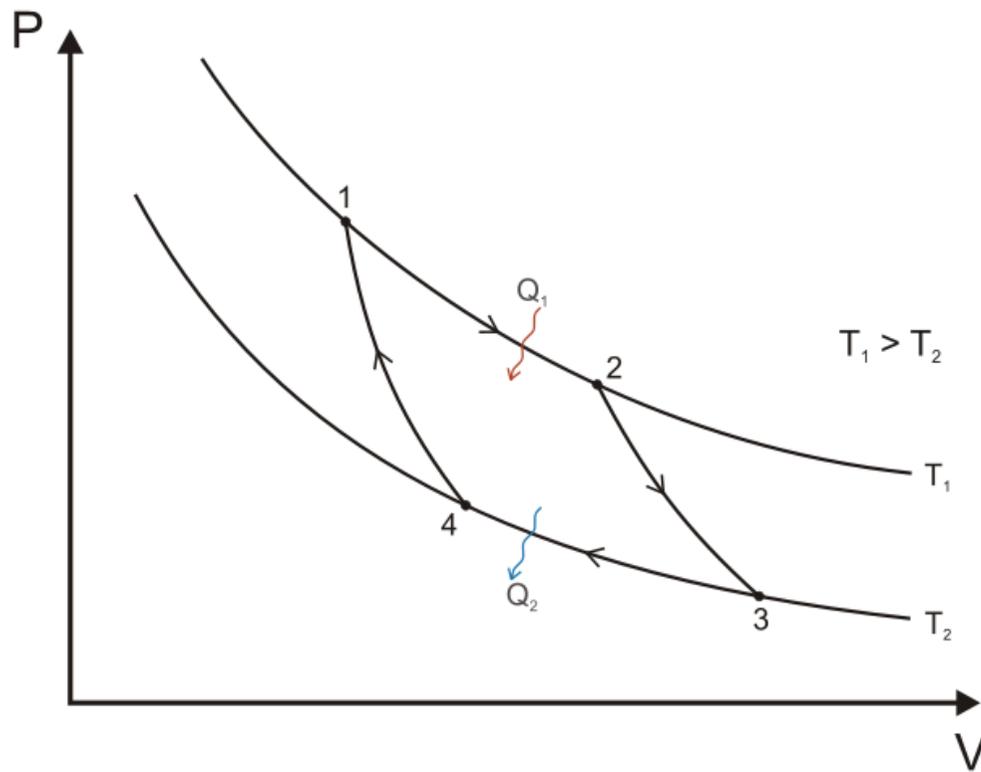
Энтропия и необратимость процесса



Формула Больцмана

$$S = k \cdot \log W$$

Энтропия и цикл Карно



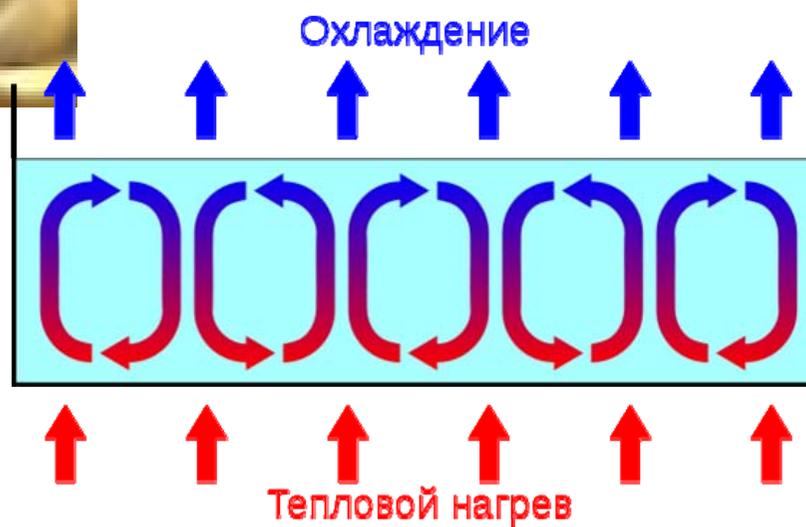
Примеры самоорганизации в открытых системах

- Дорожка Кармана
- Ячейки Бенара
- Численность популяций
- Реакция Белоусова-Жаботинского

Дорожка Кармана



Ячейки Бенара



«Жертва-хищник»

