

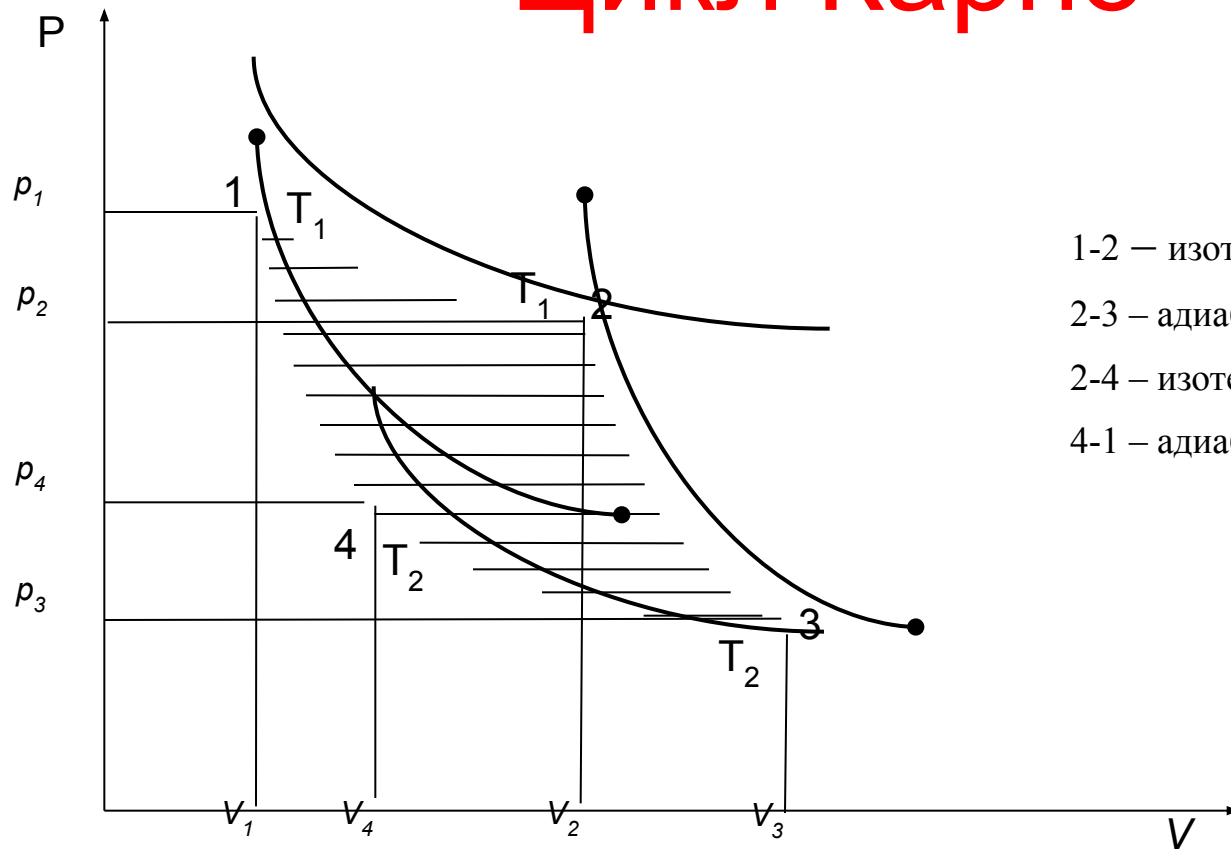
# Цикл Карно

Теплота и работа. КПД цикла  
Карно

# Первый закон термодинамики

- Тепло, подводимое к системе, затрачивается на изменение внутренней энергии системы и на совершение системой работы, т.е.
- $dq = du + dl = du + pdv$

# Цикл Карно



- 1-2 – изотермический подвод тепла
- 2-3 – адиабатное расширение
- 2-4 – изотермический отвод тепла
- 4-1 – адиабатное сжатие

# КПД цикла Карно

- По определению КПД цикла – это величина

- $$\eta = (Q_1 - Q_2) / Q_1,$$

где  $Q_1$  и  $Q_2$  – теплота, подведенная к рабочему телу, и отведенная от рабочего тела.

Из первого начала термодинамики получаем:

- $dq = du + pdv = c_v dT + pdv = pdv$ , т.к. подвод тепла осуществляется при постоянной температуре и  $dT = 0$ .
- Уравнение состояния дает  $pv = RT$ , или  $p = RT/v$ . Тогда получаем
- $dq = pdv = RTdv/v$
- Для конечного процесса между состояниями 1 и 2 получаем:
- $Q_{1-2} = RT \ln(v_2/v_1)$ . Аналогично получаем  $Q_{3-4} = RT \ln(v_3/v_4)$ .

# КПД цикла Карно

- КПД цикла Карно получаем в виде
- $\eta = (Q_1 - Q_2)/Q_1 = [RT_1 \ln(v_2/v_1) - RT_2 \ln(v_3/v_4)] / RT_1 \ln(v_2/v_1)$
- Учтем, что процессы 2-3 и 4-1 – это адиабатные процессы. Для них запишем  $pv^k = \text{const}$ . Но  $pv = RT$  или  $p = RT/v$ . Тогда получаем, что
- $RTv^{k-1} = \text{const}$ , или  $Tv^{k-1} = \text{const}$ , или  $T_1/T_2 = (v_3/v_2)^{k-1}$ ,  $T_1/T_2 = (v_4/v_1)^{k-1}$ .
- Другими словами  $v_3/v_2 = v_4/v_1$ , или  $v_2/v_1 = v_3/v_4$ .
- С учетом этого для КПД цикла Карно получаем
- $$\eta = (Q_1 - Q_2)/Q_1 = (T_1 - T_2)/T_1 = 1 - T_2/T_1$$