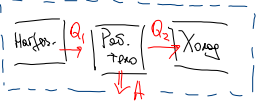


Термодинамика. Цикл Карно.



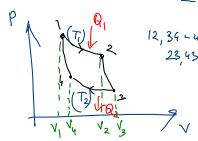
$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

Сила Карно: -2 упр.
 -2 агуа

$$Q_1 \equiv \Delta Q_R = \nu R T_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$-Q_2 \equiv \Delta Q_{L1} = \nu R T_2 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\nu R T_1 \ln \frac{V_2}{V_1} - \nu R T_2 \ln \frac{V_2}{V_1}}{\nu R T_1 \ln \frac{V_2}{V_1}}$$



Адиабат. Упр:

$$pV^\gamma = \text{const} \Rightarrow \frac{\nu R T}{V} \cdot V^\gamma = \text{const} \Rightarrow T \cdot V^{\gamma-1} = \frac{\text{const}}{\nu R} = \text{const}_2$$

адиабат

$$\left\{ \begin{array}{l} pV^\gamma = \text{const} \\ T \cdot V^{\gamma-1} = \text{const} \end{array} \right. \Leftrightarrow \text{гра } 2-3 \text{ и } 4-1: \left. \begin{array}{l} T_1 \cdot V_2^{\gamma-1} = T_2 \cdot V_1^{\gamma-1} \\ T_2 \cdot V_1^{\gamma-1} = T_1 \cdot V_2^{\gamma-1} \end{array} \right\} \Rightarrow \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1}$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{T_1 \ln \frac{V_2}{V_1} - T_2 \ln \frac{V_2}{V_1}}{T_1 \ln \frac{V_2}{V_1}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

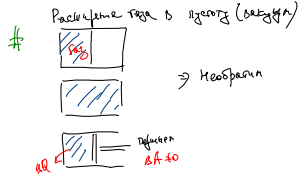
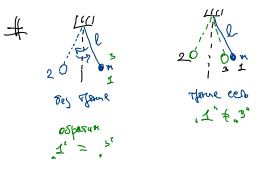
$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

T_1 - температура нагревателя.
 T_2 - температура холодильника.

- КПД цикла Карно

Агрегат и холодильный процесс относятся к обратным процессам
 \Rightarrow для цикла - обратим!

Воп: обратим процесс ...



Теплообмен $T_1 > T_2$ температура повышается \Rightarrow необратим

Уравновешенный ($T = \text{const}$) \Rightarrow обратим

Адиабатический ($\Delta Q = 0$) \Rightarrow обратим

Сила Карно = упр + агрегат \Rightarrow обратим!

1^я часть цикла: $\eta_k = \frac{T_H - T_K}{T_H}$

2^я часть цикла: $\eta \leq \eta_k \Rightarrow \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1}$

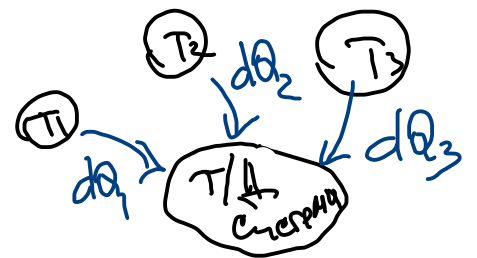
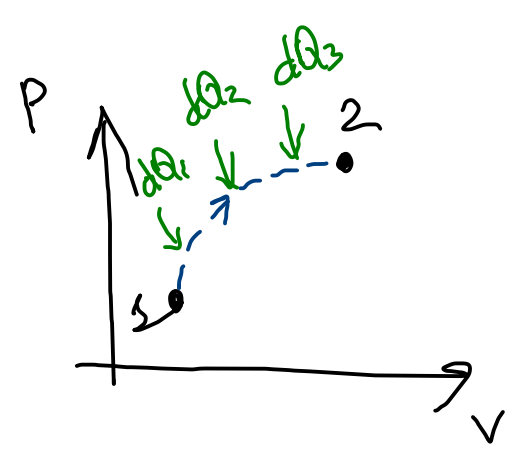
$\Rightarrow \frac{Q_2}{T_2} \leq \frac{Q_1}{T_1} \Rightarrow \frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} \geq 0$ где: $Q_1 \equiv |Q_1|$ - абсолютное значение количества

\Rightarrow н-заман: $\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} \leq 0$ где: Q_1 - тепло, полученное в нагревателе, Q_2 - тепло, отданное в холодильник

$\frac{Q}{T}$ - энтропия процесса \Rightarrow энтропия процесса при $\frac{Q}{T} \leq 0$

Пусть T/A переходит из 1 в 2 по ПЗ равновесн. путь
 (равновесные) (---)

\Rightarrow Суммарн обмен. тепло с внешней средой
 (= совокуп-но тепловых взаимодейств с
 окруж-ем Т)

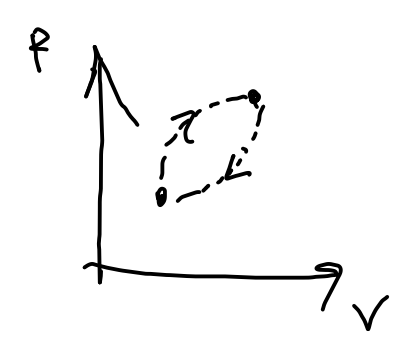


$\frac{dQ_i}{T_i}$ - элементарная порция-я теплота от теплох источника с T_i

Порция-я
 теплота
 переходя от 1 до 2

$$\lim_{N_i \rightarrow \infty} \sum_i \frac{dQ_i}{T_i} = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$

Для произв. циклическ. процесса



из теор-мы Клаузиуса:

$$\oint \frac{dQ}{T} \leq 0$$

- теор-ма Клаузиуса
 в обратн. выпо

Курьозн-н процесс

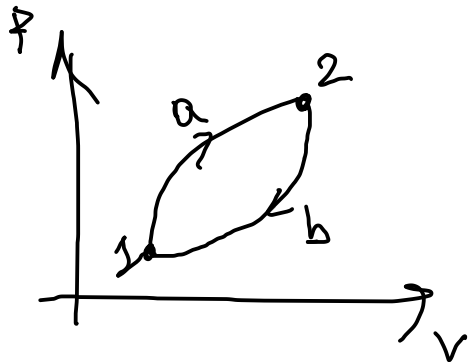
\Rightarrow суммарн. теплота произв. процесса ≤ 0 !

знак (=) для равновесн. процесса?

\Rightarrow если процесс обратим (\Rightarrow обратимый) \Rightarrow $\oint \frac{dQ}{T} = 0$!

§ Энтропия

Рассм. произв-и равнов-и, обратимой крив. процесс: 1-a-2-b-1



$$\Rightarrow \oint \frac{dQ}{T} = 0$$

1-a-2-b-1

$$\oint \frac{dQ}{T} = \int_{1a2} \frac{dQ}{T} + \int_{2b1} \frac{dQ}{T} = 0$$

$$\Rightarrow \int_{1a2} \frac{dQ}{T} = - \int_{2b1} \frac{dQ}{T} = \int_{1b2} \frac{dQ}{T} \Rightarrow \text{не зависит от пути}$$

1 B 2

\Rightarrow \exists некая τ/A ф-я \Rightarrow Энтропия: S

$$\Rightarrow \Delta S = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$

или $dS = \frac{dQ}{T}$

где: dQ - элемент. кол-во тепла, получ. сист. извне, dQ_{ext}

ог. ф-я:

$$dQ = du + p \cdot dV$$

$$\Rightarrow \underline{dS = \frac{dQ}{T} = \frac{\nu}{\mu} \frac{i}{2} R dT + \frac{\nu R T}{\mu V} dV = \frac{\nu}{\mu} C_v \frac{dT}{T} + \frac{\nu R}{\mu} \frac{dV}{V}}$$

$$\Rightarrow \underline{S = \frac{\nu}{\mu} C_v \ln T + \frac{\nu R}{\mu} \ln V + const}$$