

скорость звука в воздухе : $273\text{ K} \rightarrow 330 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $300\text{ K} \rightarrow 340 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$v_{\text{зв}} = \sqrt{\frac{E}{\rho}} = \sqrt{\left(\frac{\partial p}{\partial \rho}\right)}$$

$$v_{\text{зв}} T = \text{const} = \sqrt{\frac{RT}{\mu}} - \text{law}$$

$$c_v = \frac{5}{2} R$$

$$c_p = c_v + R - \text{упр. е Майера}$$

$$\gamma_{\text{возд}} = \frac{7}{5}$$

адиабатическая модель $v_{\text{зв}} R=0 = \sqrt{\gamma \frac{RT}{\mu}}$

Воздух:
 сушен
 78% N_2
 21% O_2
 1% Ar

Закон Дальтона

$$p_{\text{смеси}} = \sum p_{\text{парциальных}}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} c_p = \frac{c_{p1} \nu_1 + c_{p2} \nu_2}{\nu_1 + \nu_2} \\ c_v = \frac{c_{v1} \nu_1 + c_{v2} \nu_2}{\nu_1 + \nu_2} \\ \mu_{\text{см}} = \frac{\mu_1 \nu_1 + \mu_2 \nu_2}{\nu_1 + \nu_2} \end{cases}$$

~1.40

$$V_1 = 4 \text{ л}, V_2 = 1 \text{ л.}$$

$$p_1 = 1 \text{ атм}, p_2 = 8 \text{ атм}$$

$$T_1 = 300 \text{ K.}$$

$$p_1 V_1^n = p_2 V_2^n$$

$$4^n = 8$$

$$2^{2n} = 2^3 \Rightarrow n = \frac{3}{2}$$

$$= \frac{c - \frac{5}{2}}{c - \frac{3}{2}}$$

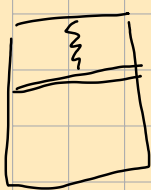
$$3c - \frac{9}{2} = 2c - 5$$

$$c = -\frac{1}{2}$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow \nu = \frac{p_1 V_1}{R T_1}$$

$$\Rightarrow C = -\frac{1}{2} \cdot \frac{p_1 V_1}{R T_1}$$

~1.54



$$p, S^2 = k V_0$$

$$\delta Q = \frac{1}{2} \nu R dT + p dV$$

$$(p - p_0) S = k x, V = V_0 + S x$$

$$S dP = k \frac{dV}{S}$$

$$\Rightarrow \Delta P = \frac{k}{S^2} \Delta V$$

~2.6. $v_{\text{зв}} = \sqrt{\gamma \frac{RT}{\mu}}, \gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{\nu_1 c_{p1} + \nu_2 c_{p2}}{\nu_1 c_{v1} + \nu_2 c_{v2}} = \frac{\frac{5}{2} R + \frac{1}{100} \cdot \frac{5}{2} R}{\frac{3}{2} R + \frac{1}{100} \cdot \frac{3}{2} R} = \frac{5}{3}$

$$\mu_{\text{new}} = \frac{\nu_1 \mu_1 + \nu_2 \mu_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{\mu_1 + 0.01 \mu_2}{1 + 0.01}$$

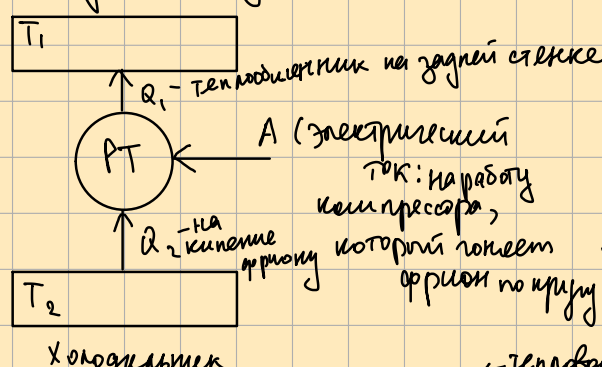
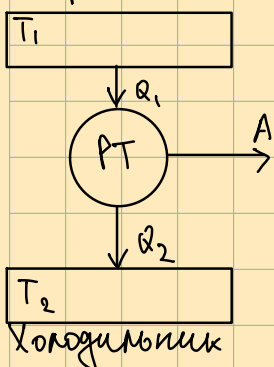
$$v_{\text{зв new}} = \sqrt{\gamma \frac{RT}{\mu_{\text{new}}}} \rightarrow \dots$$

Тепловые машины.

Тепловая машина - устройство, работающее по замкнутому циклу, преобразующее тепловую энергию в механическую или обратно.

Нагреватель: $T_1 = \text{const} (C \rightarrow \infty)$

Холодильник кухонный



$$Q_1 - Q_2 = A$$

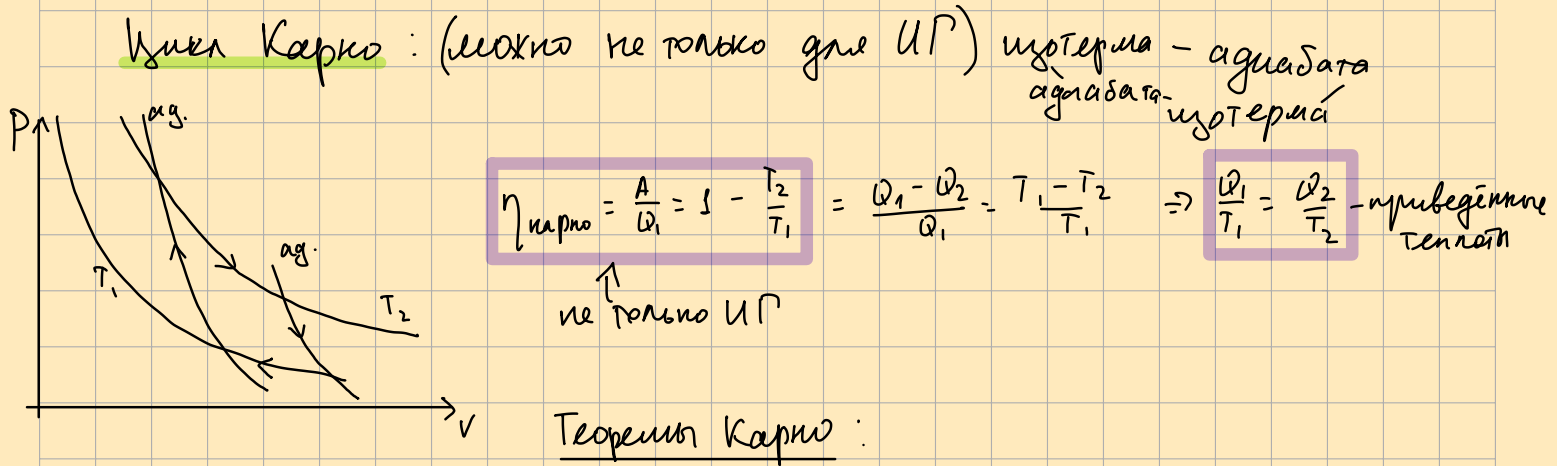
$$(Q_1, Q_2 > 0)$$

← тепловая машина

$$K_{\text{эф}}^{\text{TH}} = \frac{Q_1}{A}$$

$$K_{\text{эф}}^{\text{TH}} = \frac{Q_2}{A}$$

Если хотим нагреть комнату холодильником → просто открыл дверь
 → открытую дверь - наружу,
 закрытую стенку - в комнату.
 Чтобы охладить → заднюю стенку - к улице,
 открытую дверь - в комнату.



- Среди всех машин с T_1 и T_2 макс. КПД у той, что с циклом Карно.
- При работе по циклу Карно, вне зависимости от РТ и конструкции, $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

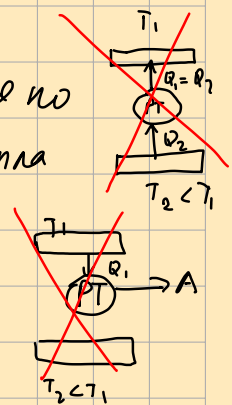
II начало Термодинамики:

• невозможен самопроизвольный переход тепла от менее нагретого тела к более нагретому - формулировка непопулярная

• Формулировка Клаузиуса: невозможна тепловая машина, работающая по замкнутому циклу, единственным результатом которой - передача тепла

• Формулировка Кельвина-Гемсона: невозможна тепловая машина, работающая по замкнутому циклу, передающая все тепло в работу.

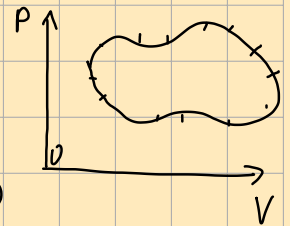
• невозможно перейти $2 \rightarrow 1$ квазистатическим адиабатическим процессом



Энтропия S - функция состояния, $dS = \frac{\delta Q}{T}$

в квазистатике $\oint \frac{\delta Q}{T} = 0$

Если не квазистатика, $\oint \neq 0$



Полезные соображения: 1) если в задаче используется тепловая машина/насос, и не сказано обратное, ее считаем идеальной ($\Rightarrow \frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$)

2) Закон Ньютона-Рихмана: $P_{\text{теплоотдача}} \sim \sum \Delta T$
 ↑
с температур