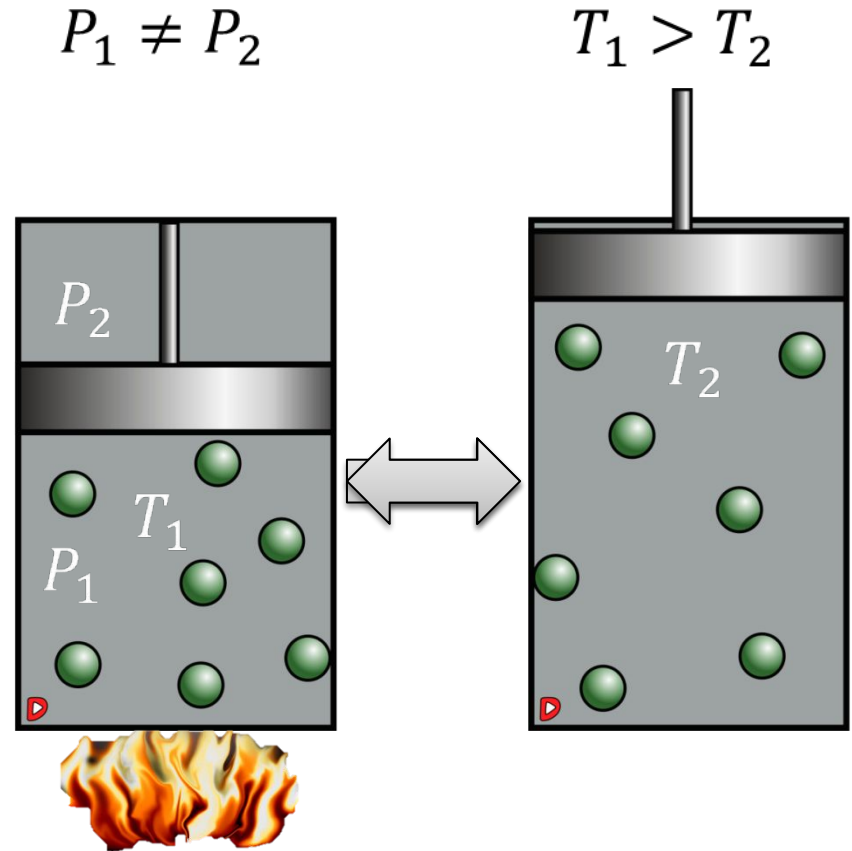
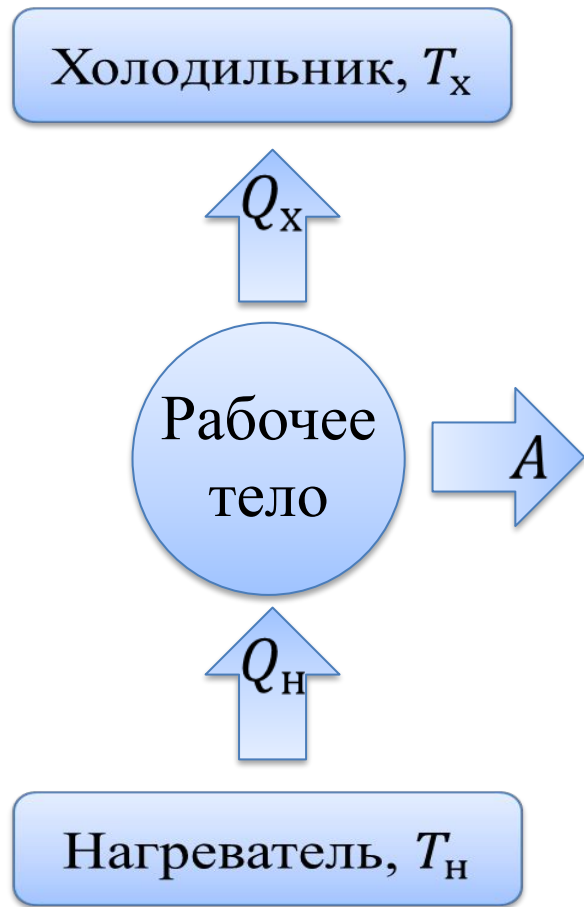


**Принцип действия  
тепловых двигателей.  
Коэффициент полезного  
действия тепловых  
двигателей**

**Тепловой двигатель** — это устройство, преобразующее внутреннюю энергию топлива в механическую.

В тепловых двигателях используется повышение внутренней энергии газа, которое достигается при сжигании топлива.





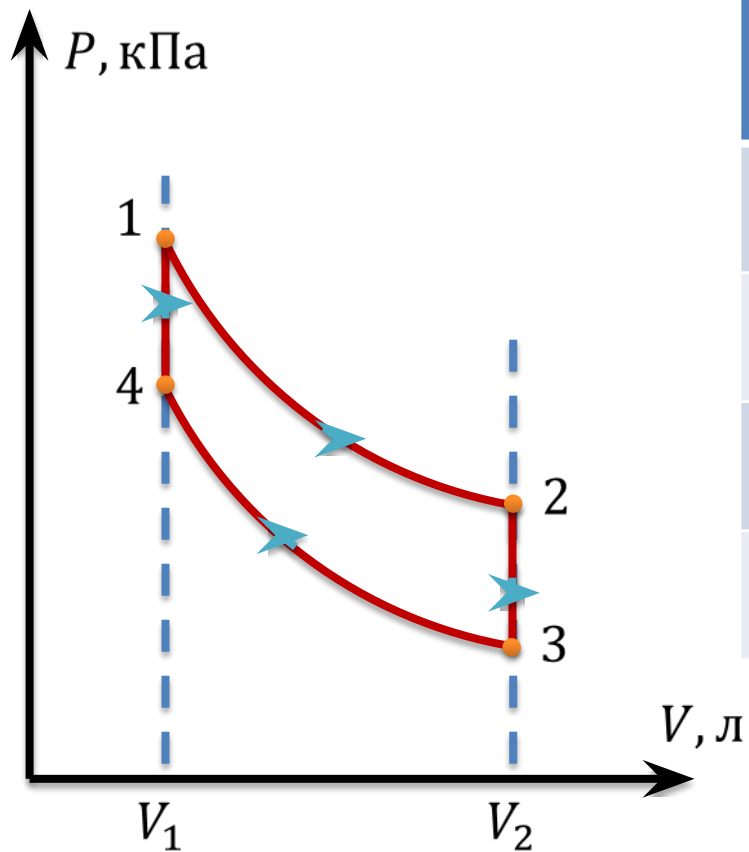
$$A = Q_H - Q_x$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H}$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_x}{Q_H}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_H}$$





Процесс	Работа	Изменение объёма	Изменение внутренней энергии
1 — 2			
2 — 3			
3 — 4			
4 — 1			

# Цикл Карно



Сади Карно  
1796 — 1832

Максимальный  
возможный КПД  
теплого  
двигателя:

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} = \frac{T_H - T_X}{T_H}$$

$V, \text{л}$

Температура холодильника равна  $20^{\circ}\text{C}$  Какова должна быть температура нагревателя, чтобы стало возможным достичь значения КПД теплового двигателя, равное  $85\%$ ?

Дано:

$$T_x = 20^{\circ}\text{C}$$

$$\eta = 85\%$$

$$T_H = ?$$

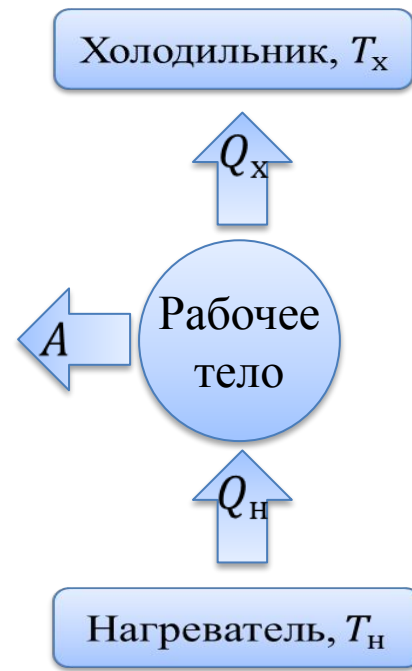
СИ  
293 К

$$\eta = \frac{T_H - T_x}{T_H} = 1 - \frac{T_x}{T_H}$$

$$\frac{T_x}{T_H} = 1 - \eta$$

$$T_H = \frac{T_x}{1 - \eta}$$

$$T_H = \frac{293}{1 - 0,85} \approx 1953 \text{ К}$$



Газ, находящийся под поршнем под давлением **3 атм**, получил от нагревателя **600 Дж** теплоты. При этом газ изобарно расширился от **1 л** до **1,5 л**. Найдите коэффициент полезного действия.

Дано:

$$P = 3 \text{ атм}$$

$$P = \text{const}$$

$$Q_{\text{н}} = 600 \text{ Дж}$$

$$V_1 = 1 \text{ л}$$

$$V_2 = 1,5 \text{ л}$$

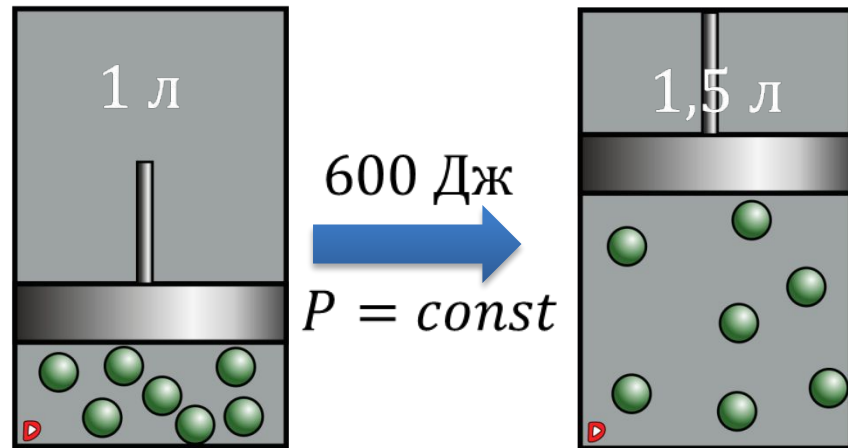
$$\eta = ?$$

СИ

$$3 \times 10^5 \text{ Па}$$

$$10^{-3} \text{ м}^3$$

$$1,5 \times 10^{-3} \text{ м}^3$$



Газ, находящийся под поршнем под давлением 3 атм, получил от нагревателя 600 Дж теплоты. При этом газ изобарно расширился от 1 л до 1,5 л. Найдите коэффициент полезного действия.

Дано:

$$P = 3 \times 10^5 \text{ Па}$$

$$P = \text{const}$$

$$Q_{\text{H}} = 600 \text{ Дж}$$

$$V_1 = 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$V_2 = 1,5 \times 10^{-3} \text{ м}^3$$

---

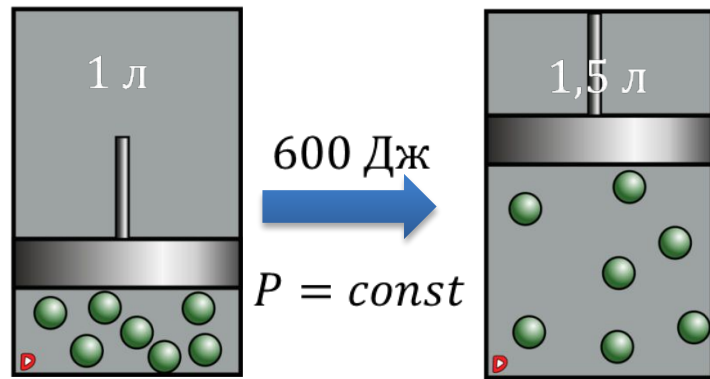
$$\eta = ?$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{H}}}$$

$$A = P\Delta V$$

$$\eta = \frac{P(V_2 - V_1)}{Q_{\text{H}}}$$

$$\eta = \frac{3 \times 10^5 (1,5 - 1) \times 10^{-3}}{600} = 0,25 = 25\%$$





Двигатель внутреннего сгорания совершил полезную работу, равную **45 МДж**. Если КПД этого двигателя составляет **55%**, то, сколько литров бензина было израсходовано на совершение данной работы? Плотность бензина равна **710 кг/м<sup>3</sup>**.

Дано:

СИ

$$A = 45 \text{ МДж}$$

$$4,5 \times 10^7 \text{ Дж}$$

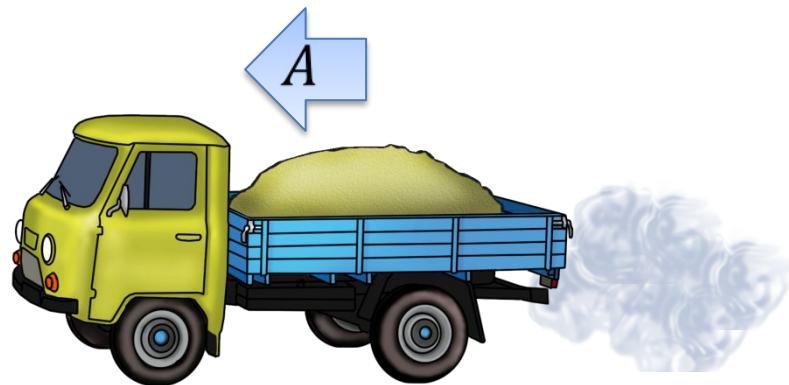
$$\eta = 55\%$$

$$0,55$$

$$\rho = 710 \text{ кг/м}^3$$

---

$$V - ?$$



Двигатель внутр  
45 МДж. Если К  
литров бензина  
Плотность бензи

Дано:

$$A = 4,5 \times 10^7 \text{ Дж}$$

$$\eta = 0,55$$

$$\rho = 710 \text{ кг/м}^3$$

$$V = ?$$

Вещество	Удельная теплота сгорания, Дж/кг
Порох	
Торф	
Дрова	
Каменный уголь	
Древесный уголь	
Природный газ	
Нефть	
Бензин	
Керосин	
Водород	

работу, равную  
то, сколько  
анной работы?



$$\frac{A}{\eta} = 0,8025 \text{ м}^3$$

# Основные выводы

- **Тепловой двигатель** — это устройство, преобразующее внутреннюю энергию топлива в механическую.
- **Коэффициент полезного действия теплового двигателя** — это отношение полезной работы, совершенной двигателем к количеству теплоты, полученному от нагревателя:

$$\eta = \frac{A}{Q_H}$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} = 1 - \frac{Q_X}{Q_H}$$

# Основные выводы

- **Максимальное значение КПД** для данного теплового двигателя:

$$\eta = \frac{T_{\text{H}} - T_{\text{X}}}{T_{\text{H}}}$$

- **КПД любого теплового двигателя** не может быть больше единицы:

$$\eta \leq 1$$