

Термодинамика и теплопередача

**Термодинамические процессы
идеальных газов**

Изохорный процесс

$$dV = 0 \quad V = \text{const}$$

- Закон Шарля или второй закон Гей-Люссака:

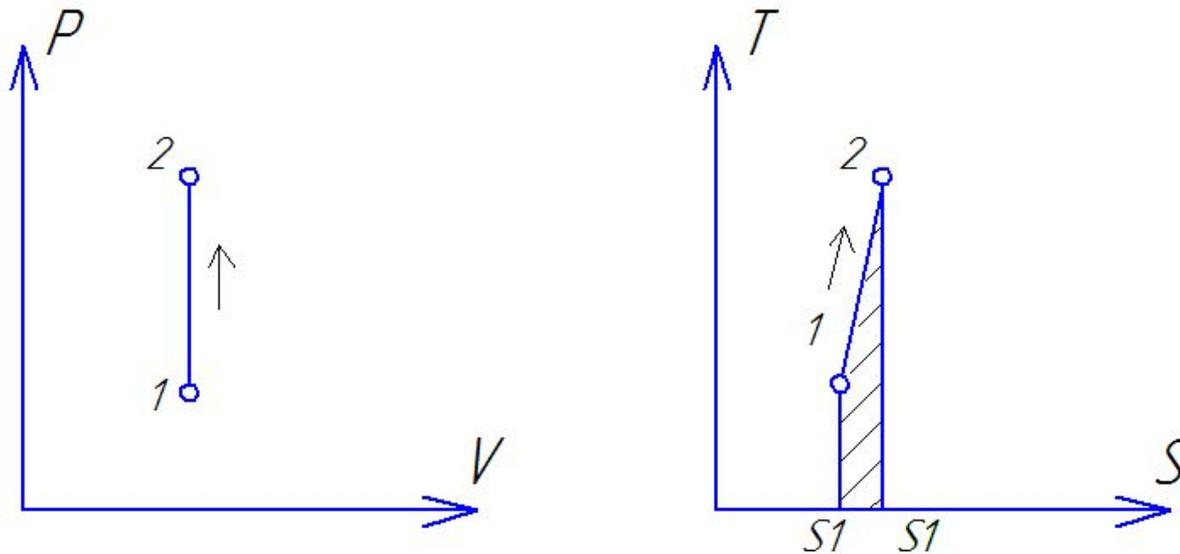
$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad \frac{P}{T} = \text{const}$$

- Теплота в изохорном процессе:

$$\Delta q = \Delta u = c_v (T_2 - T_1)$$

$$Q_v = \Delta U_v = M \cdot c_v (t_2 - t_1) = V_H \cdot c_v' (t_2 - t_1)$$

График изохорного процесса:



- Изменение энтропии в изохорном процессе:

$$s_1 - s_2 = c_v \ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = c_v \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$$

Изобарный процесс

$$dp = 0 \quad P = \text{const}$$

- Закон Гей-Люссака:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

- Работа расширения:

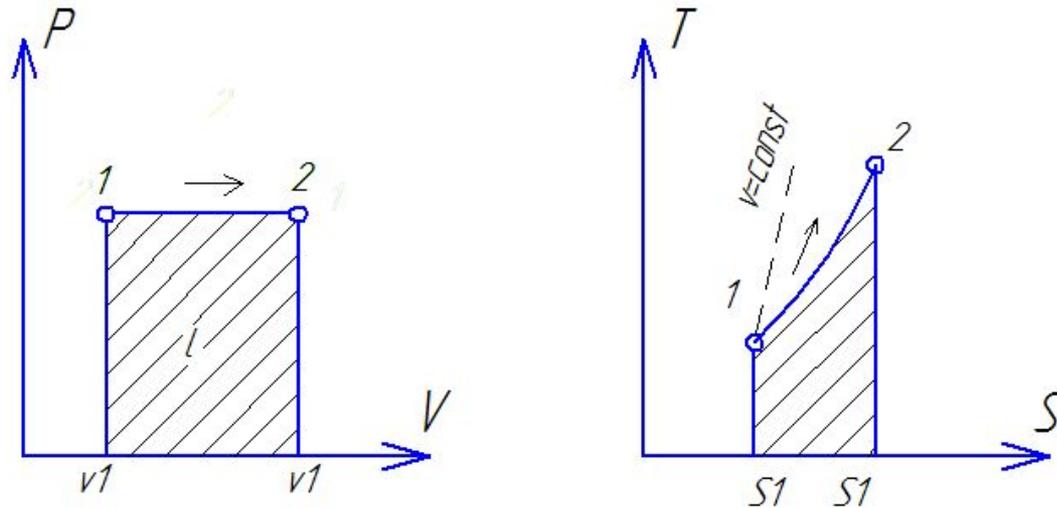
$$l = p \cdot (v_2 - v_1),$$

$$l = R \cdot (T_2 - T_1),$$

- Теплота в изобарном процессе:

$$Q_p = Mc_{pm}(t_2 - t_1) = V_H c'_{pm}(t_2 - t_1),$$

- График изобарного процесса:



- Изменение энтропии:

$$s_2 - s_1 = c_p \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right)$$

Изотермический процесс

$$dT = 0 \quad T = const$$

- Уравнение изотермического процесса:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

- Работа 1 кг идеального газа:

$$l = RT \cdot \ln \frac{v_2}{v_1} ;$$

$$l = RT \cdot \ln \frac{p_1}{p_2} ;$$

$$l = p_1 v_1 \cdot \ln \frac{p_1}{p_2} ;$$

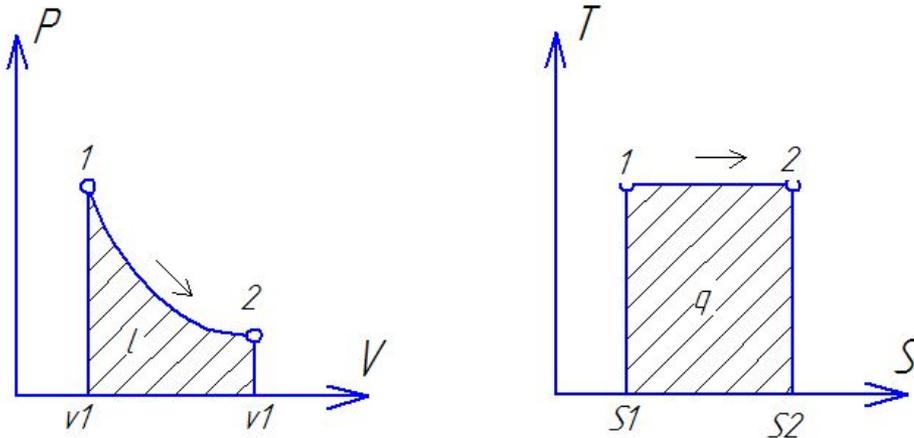
$$l = p_1 v_1 \cdot \ln \frac{v_2}{v_1} ;$$

- Изменение внутренней энергии:

$$\Delta u = c_{vm} \cdot (t_2 - t_1) = 0$$

- Количество теплоты: $Q_t = L$.

- График изотермического процесса:



- Изменение энтропии:

$$s_2 - s_1 = \frac{q}{T} = R \ln\left(\frac{p_1}{p_2}\right) = R \ln\left(\frac{v_2}{v_1}\right)$$

Адиабатный процесс

$$\delta q = 0$$

$$q = 0$$

$$\Delta S = 0$$

$$S = \text{const}$$

- Уравнения адиабаты идеального газа:

$$p v^k = \text{const} \quad p_1 v_1^k = p_2 v_2^k$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}}$$

- Показатель адиабаты: $k = c_p / c_v$

Работа 1 кг идеального газа в адиабатном процессе:

$$l = \frac{1}{k-1} \cdot (p_1 v_1 - p_2 v_2);$$

$$l = \frac{p_1 v_1}{k-1} \cdot \left[1 - \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^{k-1} \right];$$

$$l = \frac{R}{k-1} \cdot (T_1 - T_2);$$

$$l = \frac{p_1 v_1}{k-1} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right].$$

Политропный процесс

$$c = const$$

$$pv^n = const$$

- Уравнение политропного процесса:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{(n-1)}{n}}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^{(n-1)}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^n$$

- Работа расширения:

$$l = \frac{R}{n-1} (T_1 - T_2)$$

$$l = \frac{p_1 v_1}{n-1} \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right)$$

$$l = \frac{1}{n-1} (p_1 v_1 - p_2 v_2)$$

- Количество теплоты в политропном процессе:

$$q = c_v \frac{n-k}{n-1} (T_2 - T_1) = c_{II} (T_2 - T_1)$$

Характеристики термодинамических процессов

Процесс	n	C_p
Изохорный	бесконечность	C_v
Изобарный	0	C_p
Изотермический	1	бесконечность
Адиабатный	k	0

Взаимное расположение политропных процессов с разными значениями показателя политропы:

