

Przemiany gazu

- Wykładnik politropy
- Przemiana izochoryczna
- Przemiana izobaryczna
- Przemiana izotermiczna
- Przemiana adiabatyczna
- Przemiana politropowa

Przemiany gazu

Ciepło właściwe gazu doskonałego ma wartość stałą

$$c = \frac{\Delta q}{\Delta T} = \text{const}$$

$$c = \frac{dq}{dT} = \text{const}$$

Przemiany gazu

$$dq = c_v \cdot dT + p \cdot dv$$

$$c \cdot dT = c_v \cdot dT + p \cdot dv$$

$$(c - c_v) \cdot dT - p \cdot dv = 0$$

Przemiany gazu

$$d(p \cdot v) = R \cdot dT$$

$$dT = \frac{d(p \cdot v)}{R}$$

Przemiany gazu

$$\frac{c - c_v}{R} \cdot d(p \cdot v) - p \cdot dv = 0$$

$$d(p \cdot v) = p \cdot dv + v \cdot dp$$

$$\frac{c - c_v}{R} \cdot (p \cdot dv + v \cdot dp) - p \cdot dv = 0$$

Przemiany gazu

Wykładnik politropy m

$$m = \frac{c - c_p}{c - c_v}$$

$$\frac{c - c_v}{R} = \frac{c - c_v}{c_p - c_v} = \frac{c - c_v}{c - c_v - (c - c_p)} = \frac{1}{1 - \frac{c - c_p}{c - c_v}} = \frac{1}{1 - m}$$

Przemiany gazu

$$\frac{1}{1-m} \cdot (p \cdot dv + v \cdot dp) - p \cdot dv = 0$$

$$p \cdot dv + v \cdot dp - p \cdot dv + m \cdot p \cdot dv = 0$$

$$v \cdot dp + m \cdot p \cdot dv = 0$$

$$\frac{dp}{p} + m \cdot \frac{dv}{v} = 0$$

Przemiany gazu

$$\frac{dx}{x} = \ln \frac{x_2}{x_1}$$

$$\ln \frac{p_2}{p_1} = m \bullet \ln \frac{v_1}{v_2}$$

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

$$p_2 \bullet v_2^m = p_1 \bullet v_1^m$$

Przemiany gazu

- Przemianą nazywamy ciągłą zmianę parametrów gazu
- Równanie przemiany politropowej

$$p \cdot v^m = \text{const}$$

Przemiany gazu

Przemianami charakterystycznymi gazu doskonałego są

- przemiana izochoryczna $v = \text{const}$
- przemiana izobaryczna $p = \text{const}$
- przemiana izotermiczna $T = \text{const}$
- przemiana izentropowa $s = \text{const}$
- przemiana adiabatyczna $q = 0$
- przemiana izentalpowa (dławienie) $i = \text{const};$
 $l = 0; q = 0$

Przemiany gazu

Przemiana izochoryczna

$$v = \text{const}; \Delta v = 0; c = c_v$$

$$m = \frac{c - c_p}{c - c_v}$$

$$c = c_v \Rightarrow m = \infty$$

$$v^m = v^\infty = \infty \Rightarrow p \bullet v^m = \infty = \text{const}$$

Przemiany gazu

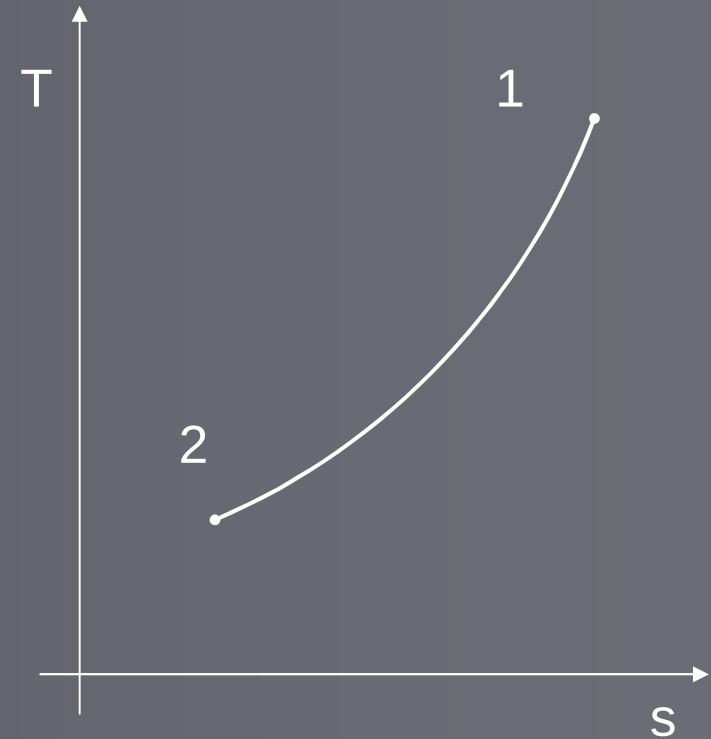
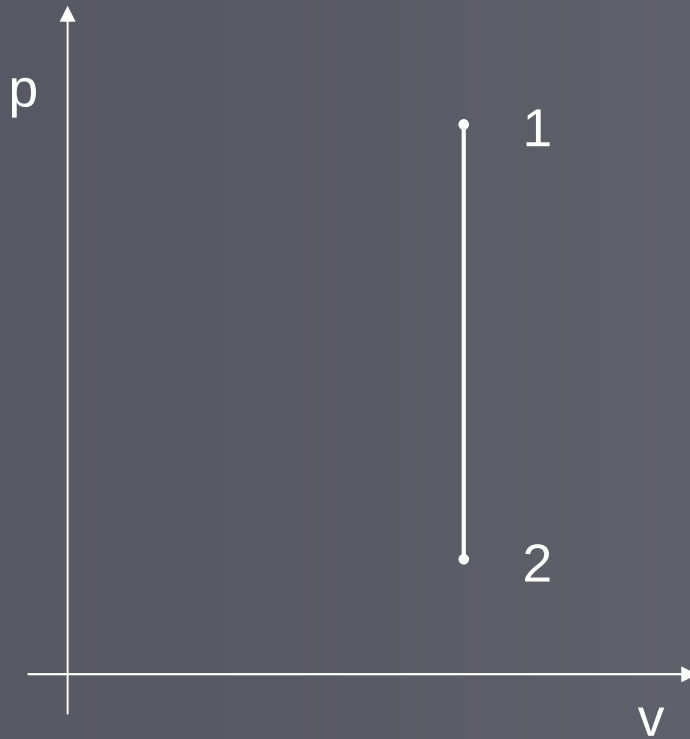
Wymiana energii w przemianie izochorycznej

$$q_{1,2} = c_v \cdot \Delta T_{1,2}$$

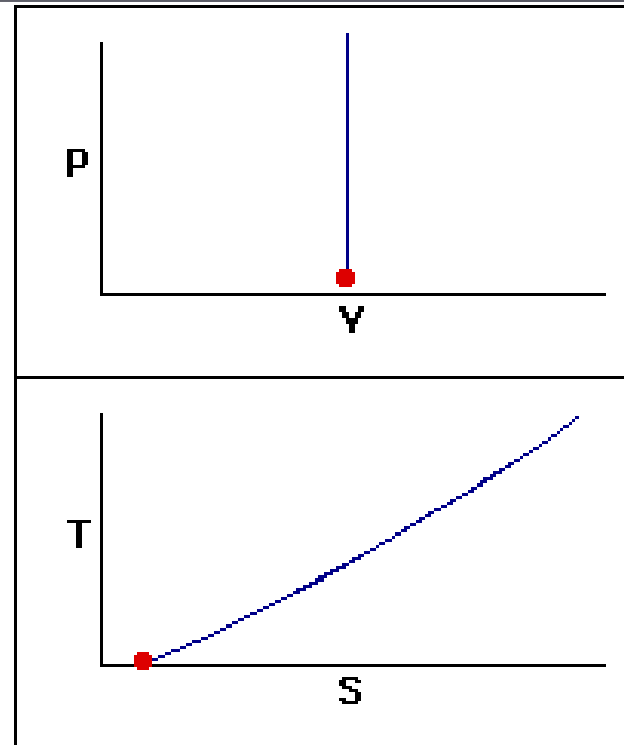
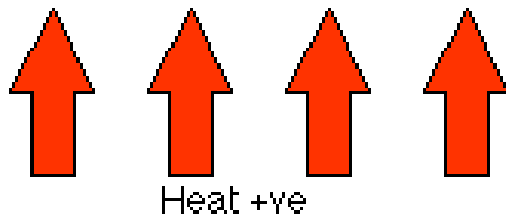
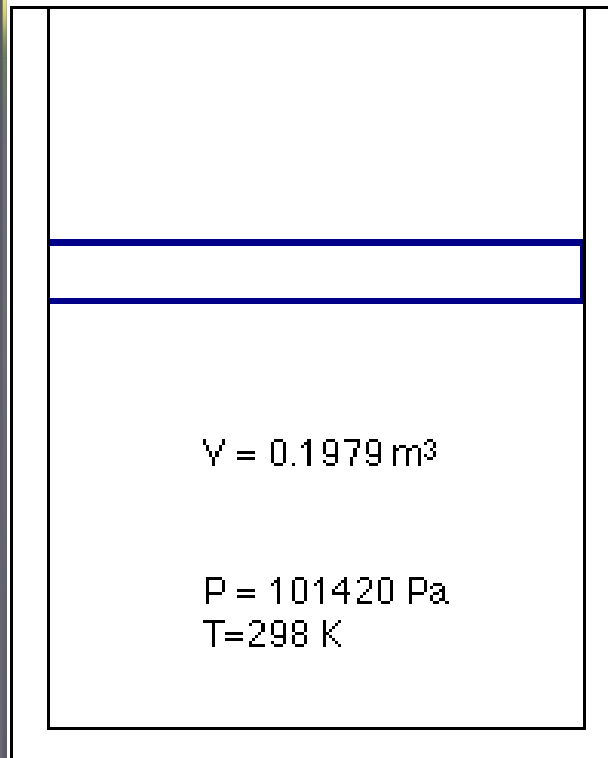
$$l_{1,2} = 0$$

$$l_{t1,2} = R \cdot \Delta T_{1,2} = v \cdot \Delta p_{1,2}$$

Przemiany gazu



Przemiany gazu



Przemiany gazu

Przemiana izobaryczna

$$p = \text{const}; \Delta p = 0; c = c_p$$

$$m = \frac{C - C_p}{C - C_v} = \frac{C_p - C_p}{C_p - C_v} = 0$$

$$p \bullet v^0 = p \bullet 1 = p = \text{const}$$

Przemiany gazu

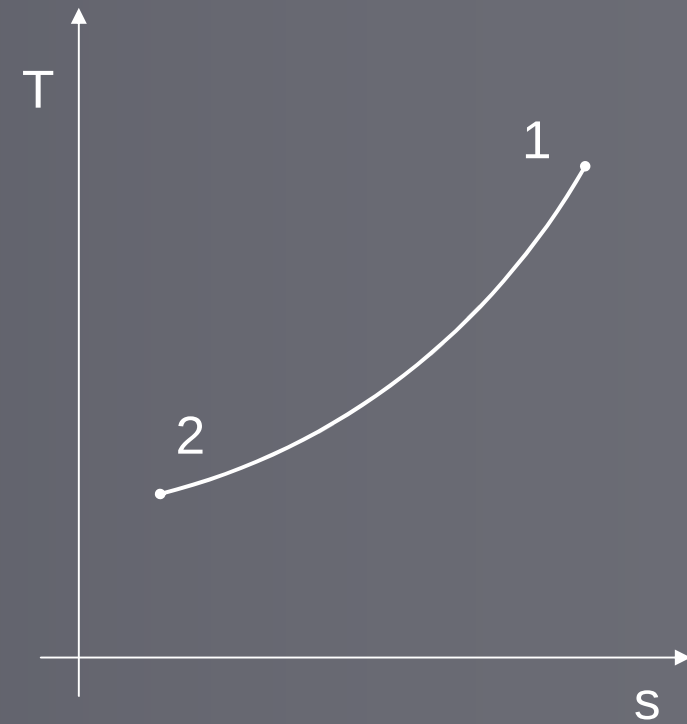
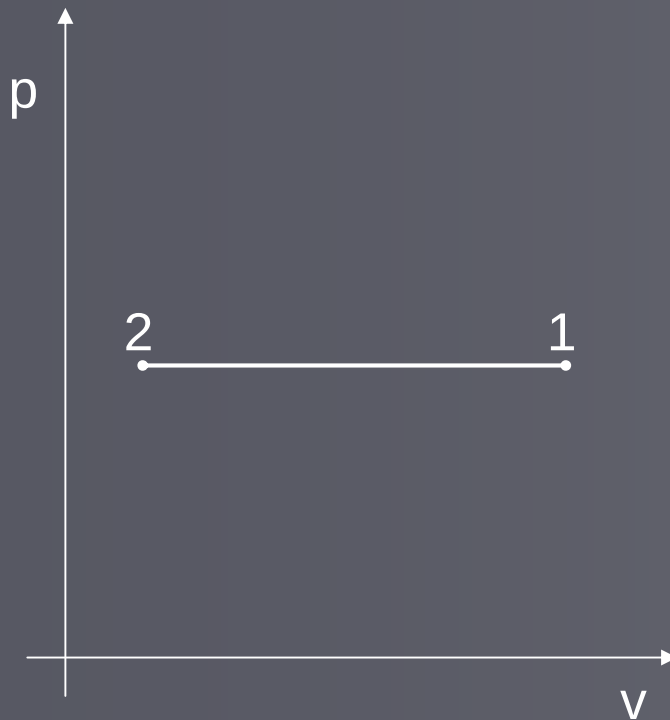
Wymiana energii w przemianie izobarycznej

$$q_{1,2} = c_p \cdot \Delta T_{1,2}$$

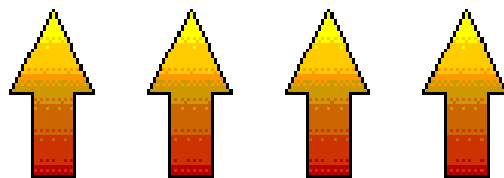
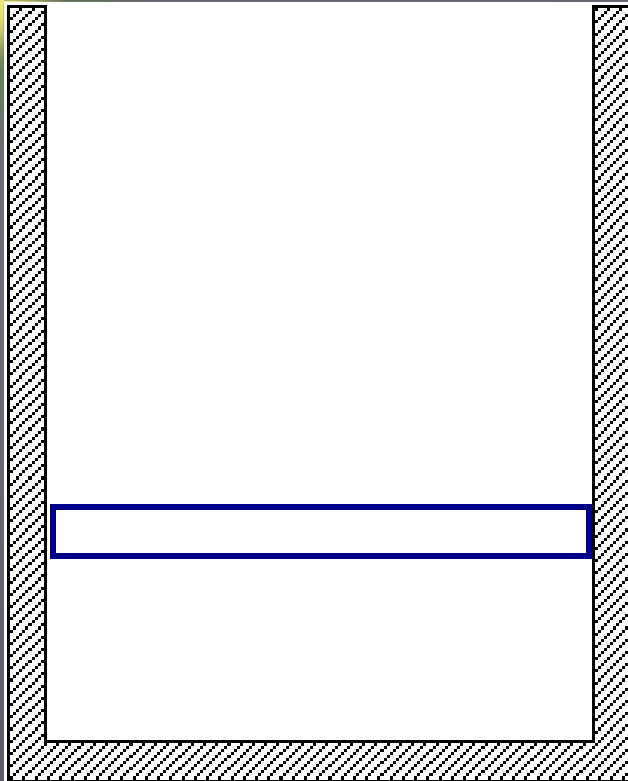
$$l_{1,2} = R \cdot \Delta T_{1,2} = p \cdot \Delta v_{1,2}$$

$$l_{t1,2} = 0$$

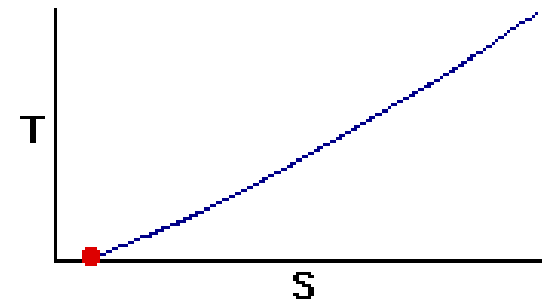
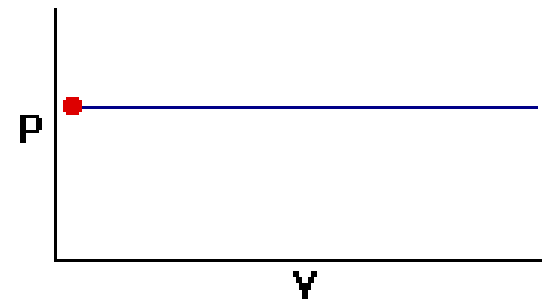
Przemiany gazu



Przemiany gazu



Heat +ve



$$P = 250000 \text{ Pa}$$

$$T = 298 \text{ K}$$

$$V = 0.0991 \text{ m}^3$$

Przemiany gazu

Przemiana izotermiczna

$$T = \text{const}; \Delta T = 0$$

$$c = \frac{q}{\Delta T} \quad \Delta T = 0 \Rightarrow c = \infty$$

$$m = \frac{c - c_p}{c - c_v} = \frac{\frac{c - c_p}{c}}{\frac{c - c_v}{c}} = \frac{1 - \frac{c_p}{c}}{1 - \frac{c_v}{c}} = \frac{1 - 0}{1 - 0} = 1$$

$$p \bullet v^m = p \bullet v^1 = p \bullet v = \text{const}$$

Przemiany gazu

Wymiana energii w przemianie izotermicznej

$$q_{1,2} = l_{1,2} = l_{t1,2}$$

$$l_{1,2} = \int_1^2 p \bullet dv$$

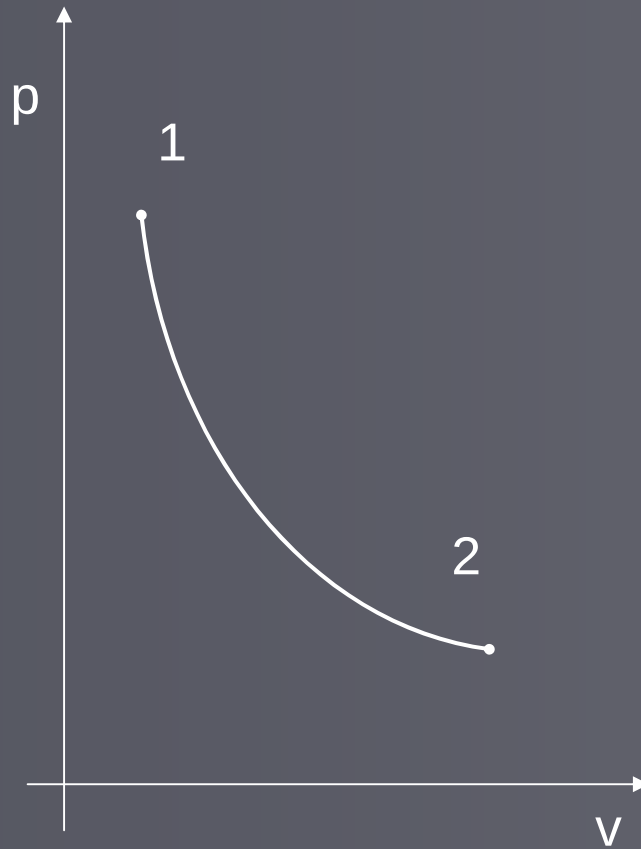
$$p \bullet v = p_1 \bullet v_1 \Rightarrow p = \frac{p_1 \bullet v_1}{v}$$

$$l_{1,2} = \int_1^2 \frac{p_1 \bullet v_1}{v} \bullet dv = p_1 \bullet v_1 \bullet \int_1^2 \frac{dv}{v} = p_1 \bullet v_1 \bullet \ln \frac{v_2}{v_1}$$

w6

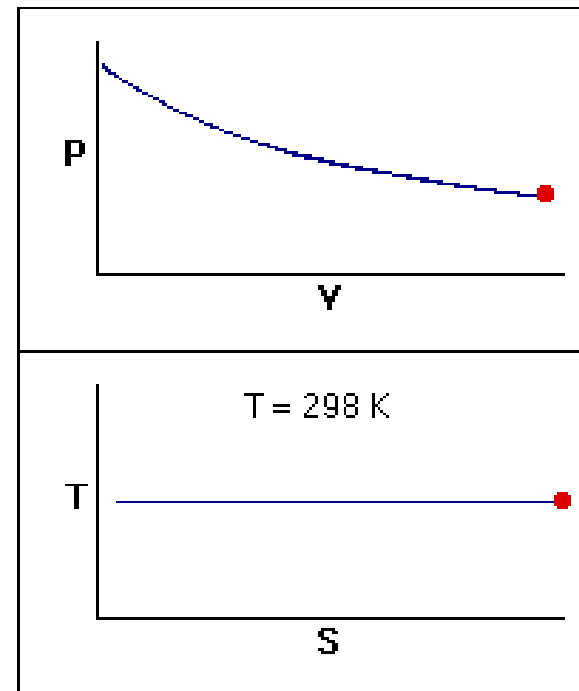
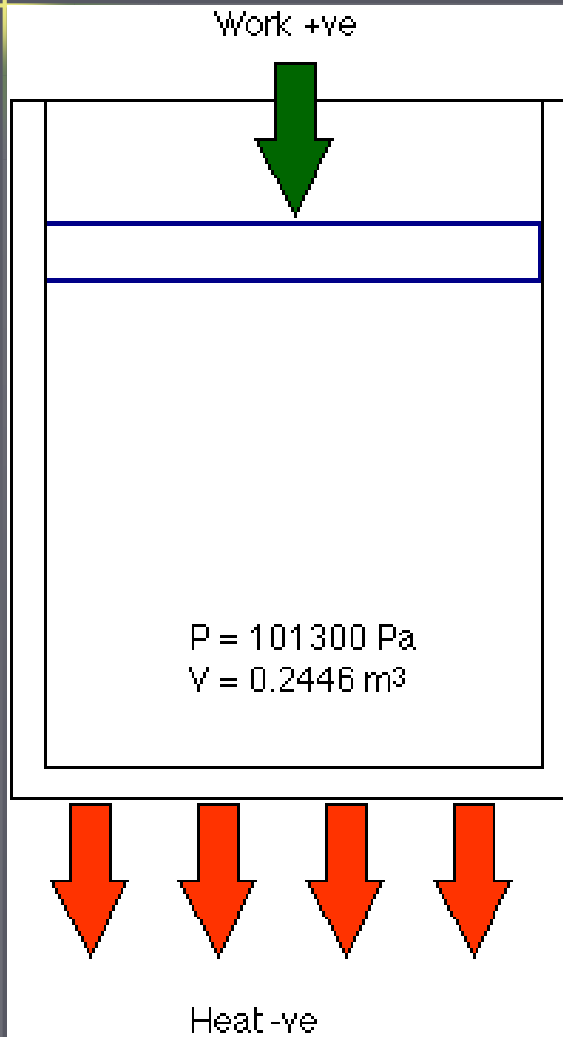
Przemiany gazu

Termodynamika techniczna



21

Przemiany gazu



Przemiany gazu

Przemiana adiabatyczna (izentropa odwracalna)

$$s = \text{const}; \Delta s = 0; q = 0$$

$$c = \frac{q}{\Delta T} = 0$$

$$m = \frac{c - c_p}{c - c_v} = \frac{0 - c_p}{0 - c_v} = \frac{c_p}{c_v} = \kappa$$

$$p \cdot v^m = p \cdot v^\kappa = \text{const}$$

Przemiany gazu

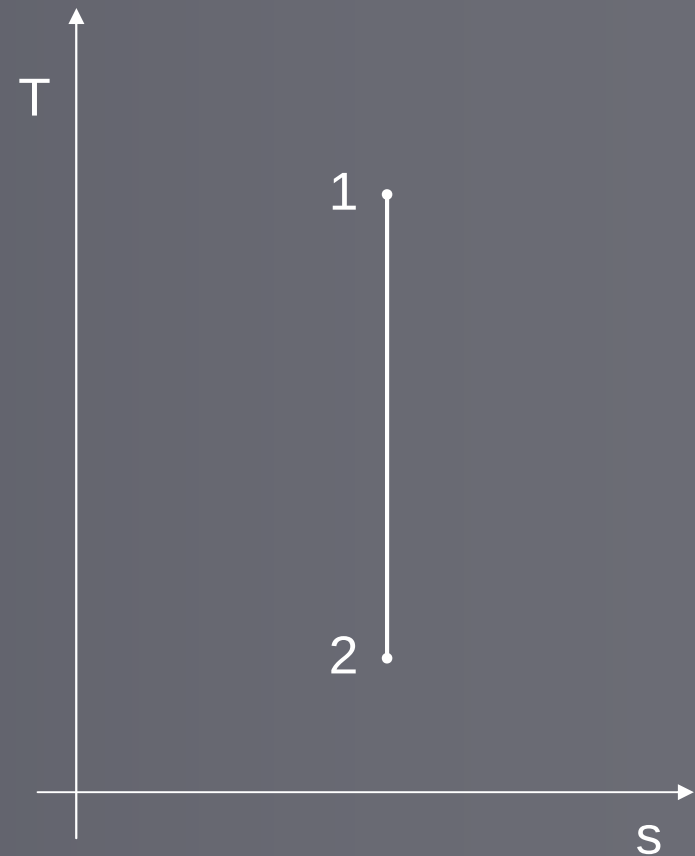
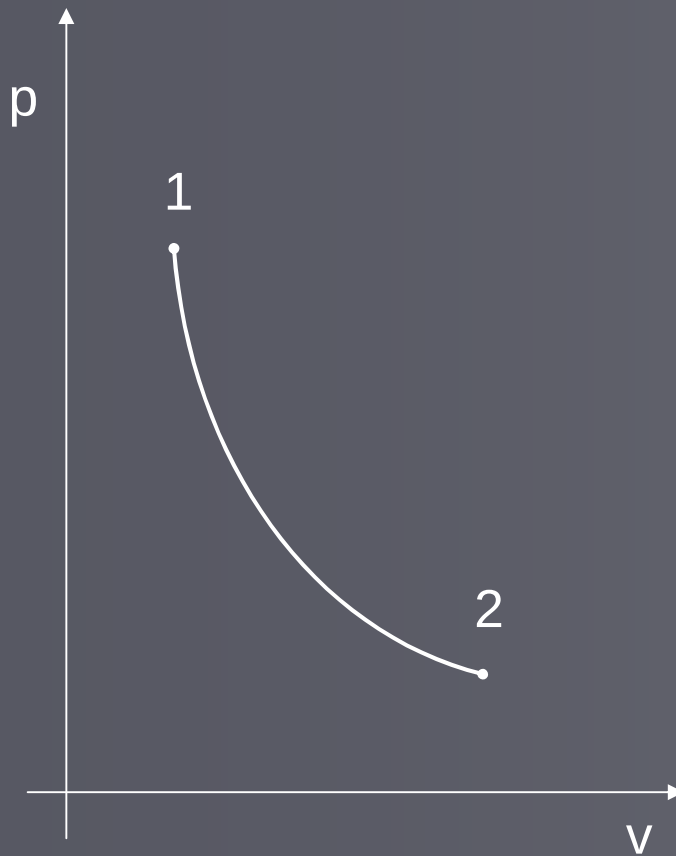
Wymiana energii w przemianie adiabatycznej

$$q_{1,2} = 0$$

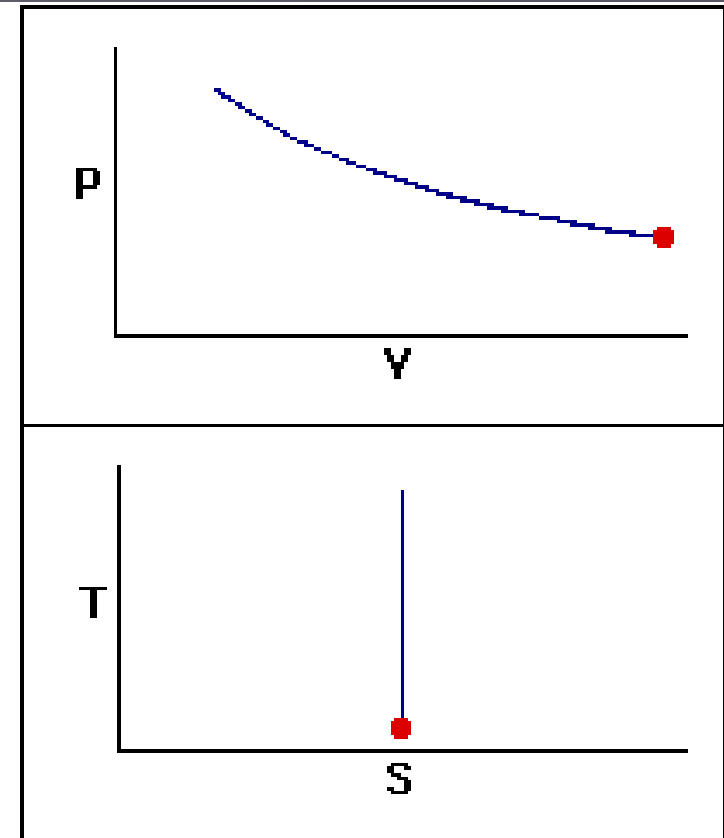
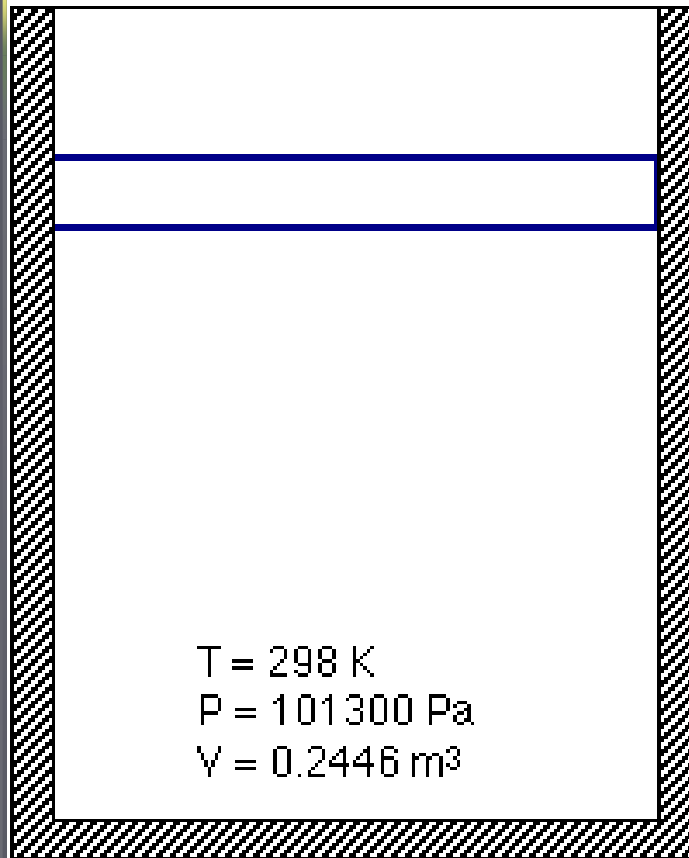
$$l_{1,2} = c_v \cdot \Delta T_{1,2}$$

$$l_{t1,2} = c_p \cdot \Delta T_{1,2}$$

Przemiany gazu



Przemiany gazu



Przemiany gazu

$$m = \frac{c - c_p}{c - c_v} \Rightarrow (c - c_v) \cdot m = c - c_p \Rightarrow$$

$$\Rightarrow c \cdot (m - 1) = c_v \cdot (m - \kappa)$$

$$q_{1,2} = c \cdot \Delta T_{1,2} = c_v \cdot \frac{m - \kappa}{m - 1} \cdot \Delta T_{1,2}$$

Przemiany gazu

$$q_{1,2} = \Delta u_{1,2} + l_{1,2} \Rightarrow l_{1,2} = c \cdot \Delta T_{1,2} - c_v \cdot \Delta T_{1,2} = (c - c_v) \cdot \Delta T_{1,2}$$

$$m - 1 = \frac{c - c_p}{c - c_v} - 1 = \frac{c - c_p - (c - c_v)}{c - c_v} = -\frac{c_p - c_v}{c - c_v} = -\frac{R}{c - c_v}$$

$$l_{1,2} = (c - c_v) \cdot \frac{\Delta(p \cdot v)_{1,2}}{R} = -\frac{1}{m - 1} (p_2 \cdot v_2 - p_1 \cdot v_1) =$$

$$= \frac{1}{m - 1} (p_1 \cdot v_1 - p_2 \cdot v_2)$$

Przemiany gazu

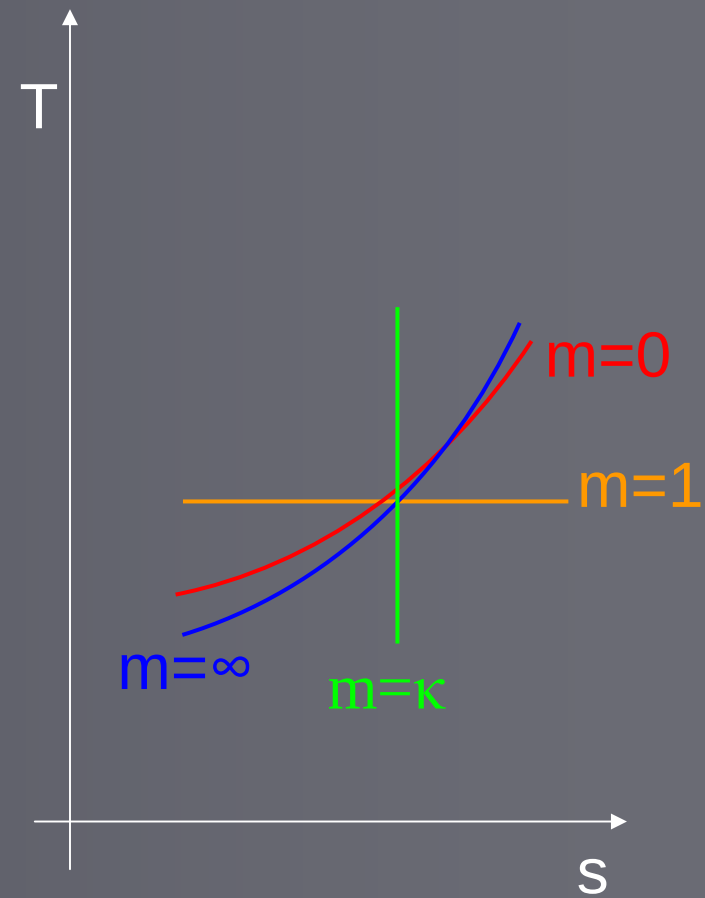
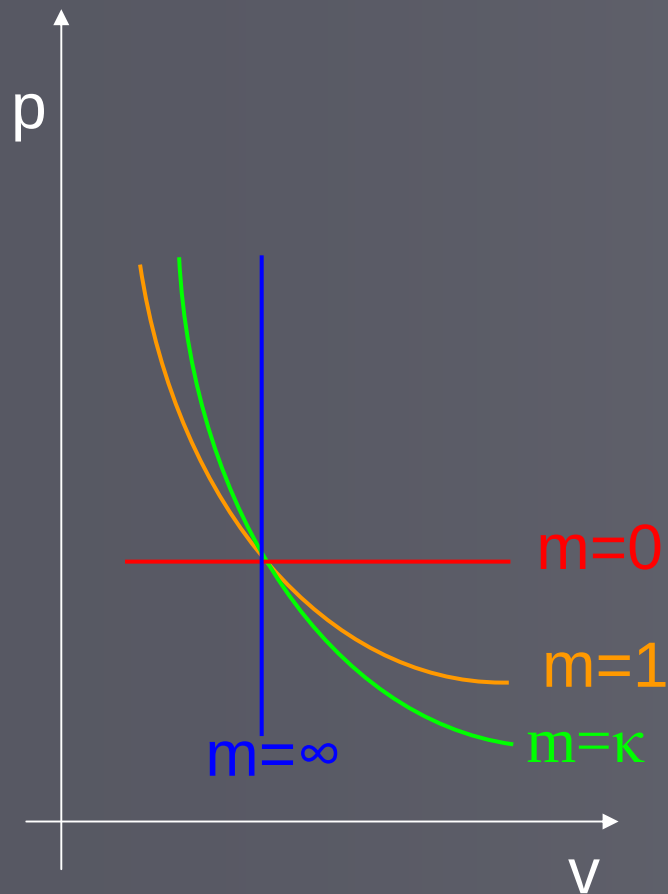
$$l_{1,2} = \frac{1}{m-1} \cdot p_1 \cdot v_1 \cdot \left(1 - \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{v_2}{v_1} \right) = \frac{1}{m-1} \cdot p_1 \cdot v_1 \cdot \left[1 - \frac{p_2}{p_1} \cdot \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{-\frac{1}{m}} \right]$$

$$l_{1,2} = \frac{1}{m-1} \cdot p_1 \cdot v_1 \cdot \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} \right]$$

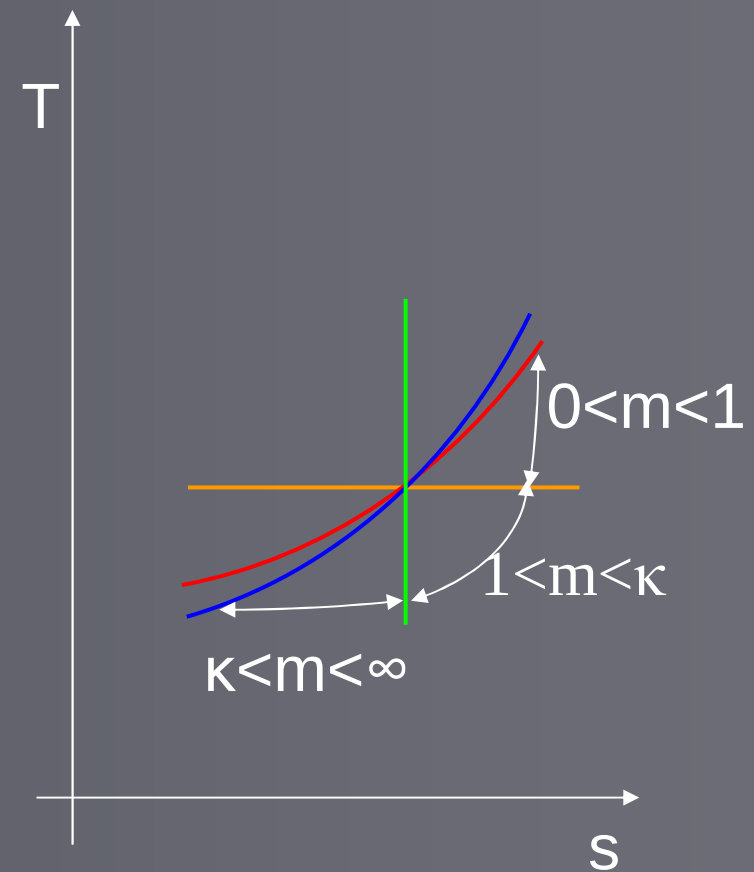
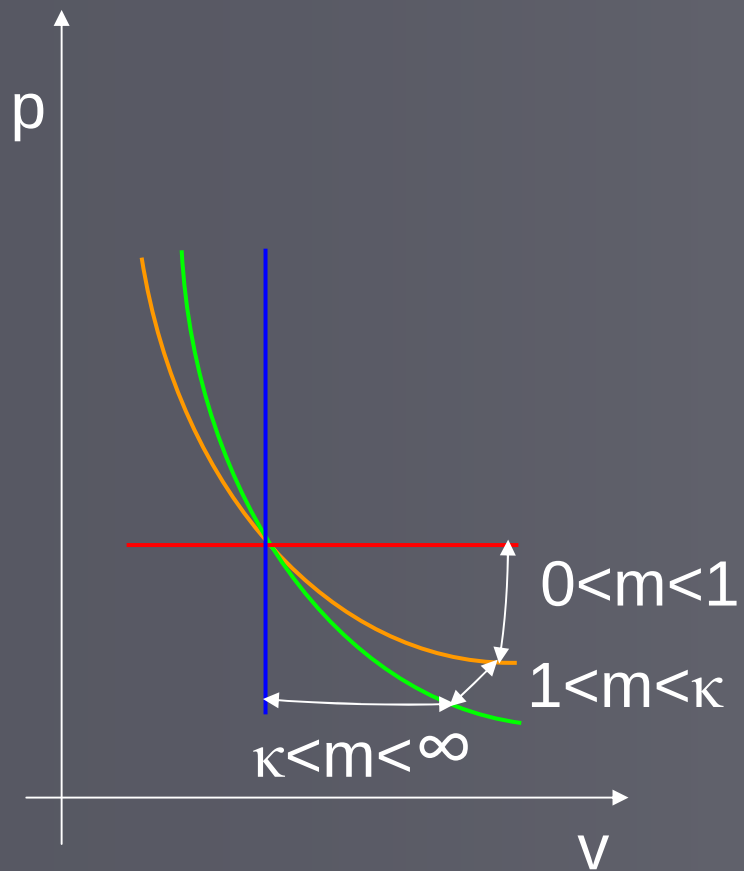
$$l_{t1,2} = m \cdot l_{1,2}$$

Przemiany gazu

Termodynamika techniczna



Przemiany gazu



Przemiany gazu

Pojęcie politropy jest niezmiernie użyteczne, ponieważ przejście między dwoma stanami dowolnego czynnika termodynamicznego można zrealizować jedną i wyłącznie jedną politropą

Przemiany gazu

$$p_1 \cdot v_1^m = p_2 \cdot v_2^m$$

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

$$m \cdot \ln \frac{v_1}{v_2} = \ln \frac{p_2}{p_1}$$

$$m = \frac{\ln p_2 - \ln p_1}{\ln v_1 - \ln v_2}$$