11. Entropia gazu doskonałego; równanie adiabaty.

Entropia gazu doskonałego.

$pV = nRT$ - równanie stanu gazu doskonałego

$T\mathrm{d}s = \mathrm{d}E + \bar{p}dV$ - równanie stanu dla nieskończenie małego procesu kwazistatycznego.

$$E = nc_v T \; ; \qquad pV = nRT$$

$$\mathrm{d}E = nc_v \mathrm{d}T \; ; \qquad \frac{p}{T} = \frac{nR}{V}$$

$$T\mathrm{d}S = nc_v \mathrm{d}T + p\mathrm{d}V$$

$$\mathrm{d}S = nc_v \frac{\mathrm{d}T}{T} + \frac{p}{T}\mathrm{d}V$$

$$\mathrm{d}S = nc_v \frac{\mathrm{d}T}{T} + nR\frac{\mathrm{d}V}{V} \qquad \text{całkujemy} \qquad \int_{s_o}^{s} \mathrm{d}S = \int_{T_o}^{T} nc_v \frac{\mathrm{d}T}{T} + \int_{v_o}^{v} nR \frac{\mathrm{d}V}{V}$$

$$S - S_o = nc_v \ln T - nc_v \ln To + nR \ln V - nR \ln V_o$$

$$S(T,V) = S(T_o, V_o) + n\left[c_v \ln\frac{T}{T_o} + R\ln\frac{V}{V_o}\right]$$

równanie to zależy tylko od wartości początkowych i końcowych.

Równanie adiabaty.

$$\mathrm{d}Q = 0; \qquad \mathrm{d}s = 0$$

$$nc_v \frac{\mathrm{d}T}{T} + nR\frac{\mathrm{d}V}{V} = 0; \qquad \frac{c_v}{R}\frac{\mathrm{d}T}{T} + \frac{\mathrm{d}V}{V} = 0$$

$$\frac{c_v}{R}\ln T + \ln V = const.$$

$$\ln\left(T^{\frac{c_V}{R}} V\right) \cdot = const.$$

$T^{\frac{c_V}{R}} \cdot V = const.$ — równanie adiabaty we współrzędnych (T, V)

$$T^{\frac{c_V}{R}} V = const /^{\frac{R}{c_V}}; \qquad T \cdot V^{\frac{R}{C_V}} = const.$$

$$T = const. / V^{\frac{R}{C_V}}; \qquad pV = nRT$$

$$pV = nR\frac{const}{V^{\frac{R}{c_V}}}; \qquad pV^{1+\frac{R}{c_V}} = const; \qquad pV^{\frac{R+c_V}{c_V}} = const$$

$pV^{\kappa} = const$ - równanie adiabaty we współrzędnych (p, V)

$$\kappa = \frac{c_V + R}{c_V} = \frac{c_P}{c_V} \qquad \kappa > 1$$

Przykład przemiany adiabatycznej: rozchodzenie się fal dźwiękowych w powietrzu.

$$c_p = \left(\frac{\mathrm{d}Q}{\mathrm{d}T}\right)_p = \left(\frac{\mathrm{d}E + p\mathrm{d}V}{\mathrm{d}T}\right)_p = \left.\frac{\partial E}{\partial T}\right|_p + p\left.\frac{\mathrm{d}V}{\mathrm{d}T}\right|_p = c_V + p\frac{R}{p} = c_V + R$$