

Notranja energija – delo plinov

I. zakon termodinamike

Sprememba notranje energije snovi je enaka vsoti dovedenega dela in dovedene toplote:

$$dW_n = dA + dQ$$

Specifična toplota snovi

Segrevanje snovi pri konstantnem volumnu:

Če snov segrevamo pri konstantnem volumnu, ni toplotnega raztezanja in snov med segrevanjem ne oddaja dela. Celotna dovedena toplota se porabi za povečanje notranje energije:

$$dQ = dW_n = mc_v dT$$

Segrevanje snovi pri konstantnem tlaku:

Snov se med segrevanjem razteza, tako da se dovedena toplota porablja za segrevanje in za delo zaradi raztezanja:

$$dQ = dW_n - dA = dW_n + p dV$$

$$dQ = mc_v dT + p dV = mc_p dT$$

plin	c_p (J/kgK)
He	5237
N ₂	1038
O ₂	913
zrak	1005
CO	1042
CO ₂	820

Razmerje specifičnih toplot (c_p/c_v):

c_p/c_v	plin	
5/3=1,67	enoatomni plin	He, Ar
7/5=1,4	dvoatomni plin	O ₂ , N ₂ , CO, zrak
4/3=1,33	večatomni plin	CO ₂ , CH ₄

Delo plina

$$A = - \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

Če je delo negativno pomeni, da je plin delo oddal in se mu je s tem zmanjšalča notranja energija. Pozitivno delo pomeni, da je plin delo prijel.

Spremembe stanja idealnih plinov

Izohorna sprememba:

$$V_1 = V_2 \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$Q = mc_v(T_2 - T_1)$$

$$A = 0$$

$$\Delta W_n = Q = mc_v(T_2 - T_1)$$

Izobarna sprememba:

$$p_1 = p_2 \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$Q = mc_p(T_2 - T_1)$$

$$A = -p(V_2 - V_1)$$

$$\Delta W_n = mc_p(T_2 - T_1) - p(V_2 - V_1)$$

Izotermna sprememba:

$$T_1 = T_2 \quad p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$Q = -A$$

$$A = -p_1 V_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right); p_1 V_1 = p_2 V_2; \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2}; p_1 V_1 = \frac{m}{M} RT$$

$$\Delta W_n = 0$$

Adiabatna sprememba:

$$p_1 V_1^\kappa = p_2 V_2^\kappa \quad T_1 V_1^{\kappa-1} = T_2 V_2^{\kappa-1}$$

$$Q = 0$$

$$A = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{\kappa - 1}$$

$$\Delta W_n = A$$