

Termodinamske spremembe v idealnem plinu

Terminologija in tipične oznake s standardnimi enotami

- spremembe:
 - izohorna ($V=\text{konst.}$), izotermna ($T=\text{konst.}$), izobarna ($p=\text{konst.}$), izentropna/adiabatna ($dQ = 0$)
- toplota Q , delo A in notranja energija W_n

Relevantni fizikalni izrazi in formule:

- delo, toplota in sprememba notranje energije za 4 različne procese z idealnim plinom:

	$V=\text{konst.}$	$p=\text{konst.}$	$T=\text{konst.}$	adiabatno
A	0	$-p\Delta V$	$-p_1 V_1 \log\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$	$mc_v \Delta T$
Q	$mc_v \Delta T$	$mc_p \Delta T$	$p_1 V_1 \log\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$	0
ΔW_n	$mc_v \Delta T$	$mc_v \Delta T$	0	$mc_v \Delta T$
enačba	$p/T = \text{konst.}$	$V/T = \text{konst.}$	$pV = \text{konst.}$	$pV^\kappa = \text{konst.}$

kjer se spremeni $(p_1, V_1, T_1) \rightarrow (p_2, V_2, T_2)$ in je $\Delta V = V_2 - V_1$, $\Delta T = T_2 - T_1$

- Adiabatsna sprememba idealnega plina je opisana z

$$pV^\kappa = \text{konst.} \quad \text{ali} \quad TV^{\kappa-1} = \text{konst.}$$

kjer je $\kappa = c_p/c_v = 1 + R/(Mc_v)$. Pričakujemo pri enoatomskih plinih $c_v = 3/2(R/M)$, dvoatomskih $c_v = 5/2(R/M)$.

- Toplotni stroj sprejema toplota Q_{do} , oddaja toploto Q_{od} in opravlja delo A_{od} . Izkoristek je definiran

$$\eta = \frac{A_{\text{od}}}{Q_{\text{do}}} = 1 - \frac{Q_{\text{od}}}{Q_{\text{do}}} \in [0, 1].$$

pri čemer velja enakost $Q_{\text{do}} = Q_{\text{od}} + A_{\text{od}}$. Idealizirano gledano stroj toploto sprejema pri (maksimalni) temperaturi T_2 in oddaja pri (minimalni) $T_1 < T_2$ s katerim definiramo Carnotov idealni toplotni stroj z izkoristkom

$$\eta_C = 1 - \frac{T_1}{T_2} \quad \text{in} \quad \eta \leq \eta_C.$$

- Slabši je toplotni stroj manjši ima izkoristek η
- Hladilni stroj/topločna črpalka: sprejema toplota Q_{do} , oddaja toploto Q_{od} in za to potrebuje delo A_{do} . Izkoristek je definiran

$$\eta = \frac{Q_{\text{od}}}{A_{\text{do}}} \geq 0.$$

pri čemer velja enakost $Q_{\text{do}} + A_{\text{od}} = Q_{\text{od}}$. Idealizirano gledano stroj toploto črpa/prejema pri (minimalni) temperaturi T_2 in oddaja pri (maksimalni) $T_1 > T_2$ s katerim definiramo Carnotov idealni hladilni stroj z "izkoristkom"

$$\eta_C = \frac{T_1}{T_2} - 1 \quad \text{in} \quad \eta \geq \eta_C.$$

Druga mera za izkoristek je učinkovitost hladilnika $\nu = \eta^{-1}$, kjer je učinkovitost Carnotovega stroja $\nu_C = T_2/(T_1 - T_2)$

- Slabši je hladilnik, večji ima "izkoristek" η oz. manjšo ima učinkovitost ν
- Idealni Carnotov stroj dela med dvema termostatomoma z maksimalno in minimalno temperaturo v krožni spremembi oz. tiste pri katerih izključno oddajamo ali sprejememo toploto iz termostатов.

Opombe in kazalci na potrebno znanje:

- Termodinamske spremembe v ozračju potekajo ponavadi pri konstantnem tlaku
- Kemijska konstanta $R \doteq 8314 \text{ J/kg K}$
- Specifična toplota vode $c_p = 4186.8 \approx 4200 \text{ J/kg K}$
- Kalorije: $1 \text{ kcal} = 4200 \text{ J}$