

Termodynamik

Termodynamik

Värmeutvidgning

$$\frac{\Delta L}{L} = \alpha \Delta T, \quad \frac{\Delta V}{V} = \beta \Delta T, \quad \beta = 3\alpha$$

Värme

$$Q = mc\Delta T, \quad l_s = \frac{Q_s}{m}, \quad l_{\dot{a}} = \frac{Q_{\dot{a}}}{m}$$

Vätsketryck

$$p_{tot} = p_{väska} + p_{luft} = \rho gh + p_{luft}$$

Ideala gaslagen

$$pV = NkT \quad \text{eller} \quad pV = nRT$$

där $n = \frac{m_{tot}}{M} = \frac{N}{N_A}$ och $R = kN_A$

Gasdensitet och partikeldensitet

$$\rho = \frac{m_{tot}}{V} = \frac{pM}{RT}, \quad n_o = \frac{N}{V} = \frac{p}{kT}$$

Barometrisk höjdformeln

$$p = p_0 e^{-\rho_0 gh/p_0}, \quad h = \frac{p_0}{\rho_0 g} \ln \frac{p_0}{p}$$

Relativ luftfuktighet

$$R_{LF} = \frac{p_{vatten}}{p_{mättnad}}$$

van der Waals ekvation

$$\left(p + a \frac{n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

Kritisk punkt

$$V_k = 3nb, \quad T_k = \frac{8a}{27Rb}, \quad p_k = \frac{a}{27b^2}$$

Molekylradie

$$r = \left(\frac{3b}{16\pi N_A}\right)^{1/3}$$

Ångtryckskurva

$$p = Ae^{-Ml_{\dot{a}}/(RT)}$$

Reynolds tal

$$Re = \frac{\rho vd}{\eta}, \quad Re < 2300 \text{ laminär}$$

Volymflöde

$$\Phi = \frac{dV}{dt} = A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Bernoullis ekvation

$$p_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} + \rho gy_1 = p_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} + \rho gy_2$$

Poiseuilles lag

$$\Phi = \frac{\pi R^4}{8\eta} \frac{(p_1 - p_2)}{L}$$

Tryck (mikroskopiskt)

$$p = \frac{2}{3} n_o \frac{m_{\text{en}}}{2} \langle v^2 \rangle = \frac{2}{3} n_o \langle W_{\text{kin}} \rangle_{\text{en}}$$

Temperatur (mikroskopiskt)

$$\langle W_{\text{kin}} \rangle_{\text{en}} = \frac{3}{2} kT$$

Inre energi (ändring)

$$\Delta U = \frac{f}{2} Nk\Delta T = \frac{f}{2} nR\Delta T$$

Första huvudsatsen

$$Q = \Delta U + W \quad \text{med} \quad W = \int_1^2 p dV$$

Isokor

$$W \equiv 0$$

Isobar

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

Isoterm

$$W = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$$

Adiabat

$$W = -\Delta U$$

Molar värmekapacitet

$$C = Mc, \quad C_V = \frac{f}{2}R, \quad C_p = C_V + R$$

Adiabat(Poissons ekvationer)

$$T_1 V_1^{(\gamma-1)} = T_2 V_2^{(\gamma-1)}$$

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$$

Kvoten

$$\gamma \equiv \frac{C_p}{C_V} = \frac{c_p}{c_V} = 1 + \frac{2}{f}$$

Kretsprocess

$$Q_{\text{netto}} = W_{\text{netto}} = \oint p dV$$

Verkningsgrad

$$\eta = \frac{W_{\text{netto}}}{Q_{\text{in}}} = \frac{Q_{\text{in}} - |Q_{\text{ut}}|}{Q_{\text{in}}} = 1 - \frac{|Q_{\text{ut}}|}{Q_{\text{in}}}$$

Ideal verkningsgrad

$$\eta = \frac{T_{\text{varm}} - T_{\text{kall}}}{T_{\text{varm}}} = 1 - \frac{T_{\text{kall}}}{T_{\text{varm}}}$$

Köldfaktor (def. och idealt)

$$K_f \equiv \frac{Q_{\text{in}}}{|W_{\text{netto}}|}, \quad K_f = \frac{T_{\text{kall}}}{T_{\text{varm}} - T_{\text{kall}}}$$

Värmefaktor (def. och idealt)

$$V_f \equiv \frac{Q_{\text{ut}}}{|W_{\text{netto}}|}, \quad V_f = \frac{T_{\text{varm}}}{T_{\text{varm}} - T_{\text{kall}}}$$

Gaussfördelning

$$f(v_z) = \sqrt{\frac{m_{\text{en}}}{2\pi kT}} e^{-m_{\text{en}} v_z^2 / (2kT)}$$

Maxwell-Boltzmannfördelning

$$f(v) = 4\pi v^2 \left(\frac{m_{\text{en}}}{2\pi kT} \right)^{3/2} e^{-m_{\text{en}} v^2 / (2kT)}$$

Medelvärden

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_{\text{en}}}}, \quad \langle v \rangle = 2\langle |v_x| \rangle$$

$$\langle W_{\text{kin}} \rangle = \left\langle \frac{m_{\text{en}} v^2}{2} \right\rangle = \frac{m_{\text{en}}}{2} \langle v^2 \rangle = \frac{3}{2} kT$$

Stöttal (antal per sekund och kvadratmeter)

$$n^* = \frac{n_o}{4} \langle v \rangle$$

Medelfriväg

$$l = \frac{1}{n_o \pi d^2 \sqrt{2}}$$

Värmeledning (allmänt och stav)

$$P = -\lambda A \frac{dT}{dx}, \quad P = \lambda A \frac{T_1 - T_2}{L}$$

Värmeövergång

$$P = \alpha A \Delta T$$

Strålning

$$P_{\text{ideal}} = \sigma AT^4, \quad P_{\text{verklig}} = eP_{\text{ideal}}$$

Tabeller

Mättnads-tryck för vatten

$t/^{\circ}\text{C}$	Vatten/kPa
−30	0.0381
−20	0.103
−15	0.165
−10	0.260
−5	0.401
0	0.610
5	0.872
10	1.23
15	1.70
20	2.34
25	3.17
30	4.24
35	5.64
40	7.37
50	12.3
60	19.9
70	31.2
80	47.3
90	70.1
100	101.3
110	143.2
120	198.4
130	270.0

Längdutvidgningskoefficient vid 20°C och normalt lufttryck.

Ämne	$\alpha/(10^{-6}\text{K}^{-1})$	Ämne	$\alpha/(10^{-6}\text{K}^{-1})$
Aluminium	23	Glas (typvärde)	6.0
Silver	19	Volfram	4.3
Mässing (Cu + Zn)	19	Marmor (typvärde)	2.5
Koppar	17	Invar (Fe + Ni)	2.0
Järn	12	Grafit	2.0
Stål	11	Diamant	1.2
Platina	9.0	Kvarts	0.4