

2 Wärmelehre

2.1 Temperatur, innere Energie, Wärme

Umrechnung zw. Celsius-
und absoluter Temperatur

$$T = \left(\frac{\vartheta}{^\circ\text{C}} + 273.15 \right) \text{ K}$$

$$\vartheta = \left(\frac{T}{\text{K}} - 273.15 \right) ^\circ\text{C}$$

T = absolute Temperatur
 ϑ = Celsius-Temperatur

Übergangswärme bei
Phasenübergängen

$$Q = L_{f/v/s} \cdot m$$

Q = Übergangswärme
 $L_{f/v/s}$ = spez. Übergangswärme
 m = Masse

Wärmeumsatz bei
Temperaturänderung

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta$$

Q = Wärmeumsatz
 c = spez. Wärmekapazität
 m = Masse
 $\Delta\vartheta$ = Temperaturdifferenz

Heizleistung

$$P = \frac{Q}{\Delta t}$$

P = Heizleistung
 Q = Wärmemenge
 Δt = Zeitspanne

Mischungstemperatur
von n Körpern

$$\vartheta = \frac{c_1 m_1 \vartheta_1 + \dots + c_n m_n \vartheta_n}{c_1 m_1 + \dots + c_n m_n}$$

ϑ = Mischungstemperatur
 ϑ_i = Anfangstemperaturen
 c_i = spez. Wärmekapazitäten
 m_i = Massen

1. Hauptsatz
der Wärmelehre

$$\Delta U = Q + W$$

ΔU = Veränderung der
inneren Energie
 Q = zugeführte Wärme
 W = zugeführte Arbeit

2.2 Wärmetransport und Wärmeleitungsgleichung

Wärmestrom
($\hat{=}$ Heizleistung)

$$J = \frac{Q}{\Delta t}$$

J = Wärmestrom
 Q = Wärmemenge
 Δt = Zeitspanne

Wärmestromdichte

$$j = \frac{J}{A} = \frac{Q}{\Delta t \cdot A}$$

j = Wärmestromdichte
 A = Flächenstück

Wärmeleitungsgleichung

$$J = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{\lambda \Delta\vartheta \cdot A}{l}$$

J = Wärmestrom
 λ = Wärmeleitfähigkeit
 $\Delta\vartheta$ = Temperaturunterschied
 l = Leiterlänge

Temperaturgradient

$$\Gamma = \frac{\Delta\vartheta}{l}$$

Γ = Temperaturgradient
 $\Delta\vartheta$ = Temperaturunterschied
 l = Strecke

2.3 Strahlungsleistung und Strahlungsgesetze

Strahlungsleistung

$$P_S = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

P_S = Strahlungsleistung
 ΔE = Energiemenge
 Δt = Zeitspanne

Strahlungsintensität

$$I = \frac{P_S}{A} = \frac{\Delta E}{\Delta t \cdot A}$$

I = Strahlungsintensität
 A = Flächenstück

Planck'sches Strahlungsgesetz

$$I_T(\lambda) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{k\lambda T}} - 1}$$

$I_T(\lambda)$ = Intensität der Wellenlänge λ bei Temperatur T

h = Wirkungsquantum
 $= 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
 c = Lichtgeschwindigkeit
 $= 2.998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 λ = Wellenlänge
 k = Boltzmann-Konstante
 $= 1.381 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$
 T = absolute Temperatur

Wien'sches Verschiebungsgesetz

$$\lambda_{\max} = \frac{2898 \mu\text{m} \cdot \text{K}}{T}$$

$\lambda_{\max}$ = Wellenlänge maximaler Intensität
 T = absolute Temperatur

Stefan-Boltzmann-Gesetz

$$P_S = \sigma \cdot A \cdot T^4$$

P_S = Abstrahlungsleistung
 σ = Stefan-Boltzmann-Konst.
 $= 5.670 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}$
 A = Oberflächengrösse
 T = absolute Temperatur

Absorptionskoeffizient
 (eines grauen Strahlers)

$$\alpha = \frac{P_{\text{abs}}}{P_S}$$

α = Absorptionskoeffizient
 P_{abs} = absorb. Strahlungsleistung
 P_S = gesamte ankommende Strahlungsleistung

Emissionskoeffizient
 (eines grauen Strahlers)

$$\varepsilon = \frac{P_{\text{emit}}}{P_{\text{schw}}}$$

ε = Emissionskoeffizient
 P_{emit} = emitt. Strahlungsleistung
 $P_{\text{schw.}}$ = Strahlungsleistung eines schwarzen Körpers gleicher Grösse

Kirchhoff'sches Strahl.gesetz
 "gute Absorber $\approx$ gute Emittier"

$$\alpha \approx \varepsilon$$

α = Absorptionskoeffizient
 ε = Emissionskoeffizient

Abstandsgesetz für punktförmige Strahlungsquellen

$$I(r) = \frac{P_S}{A} = \frac{P_S}{4\pi r^2}$$

$I(r)$ = Intensität im Abstand r
 P_S = Strahlungsleistung Quelle
 r = Abstand zur Quelle