

Temperatur, Wärmedehnung, Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung

TEMPERATURMESSUNG

Temperaturmessung

Prinzip	Beispiel
Lin. Ausdehnung (T)	Bimetall
Kub. Ausdehnung (T)	Hg (-38...800°C) Alk(-110...210°C)
Thermoel.Eff. (Seebeck)	Thermoelement Ni-NiCr, Pt-RhPt
Elektr. Leitfähigkeit (T)	Pt-100 (100Ω bei 0°C)
Wärmestrahlung	Pyrometer, IR-Kamera
Phasenumwandlung	T-Fixpunkte, Segerkegel
Chem. Reaktionen	Thermo-,Anlauffarben

Temperatur, Wärmedehnung, Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung

TEMPERATURMESSUNG

Flüssigkeitsthermometer

A. Celsius (Schweden) 1742 Wasser 0°C...100°C

Thermometerflüssigkeit Hg oder Alk.

Nachteil : $\gamma(T)$ nichtlin. und $f(\text{Material})$

Temperaturfixpunkte

Internationale Temperaturskala (1975) : 13 T-Fixpunkte

Tripelpunkt Wasserstoff (-259,34°C)

Tripelpunkt Sauerstoff (-182,962°C)

Tripelpunkt Wasser (0,01°C)

Schmelzpunkt Zink (419,58°C)

Schmelzpunkt Gold (1064,43°C)

Temperatur, Wärmedehnung, Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung

LÄNGEN- und VOLUMENAUSDEHNUNG

Längenausdehnungskoeffizient	α
PE-Faser	$-12 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$
Quarzglas	$0,6 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$
B-Si-Glas 3.3	$3,3 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$
Beton	$10 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$
Fe	$12 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$
Al	$24 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$
Silikonkautschuk	$300 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$

Temperatur, Wärmedehnung, Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung

LÄNGEN- und VOLUMENAUSDEHNUNG

Volumenausdehnungskoeffizient		γ	
		<hr/>	
Wasser	1°C	-6	$\cdot 10^{-5} \cdot \text{K}^{-1}$
Wasser	20°C	21	$\cdot 10^{-5} \cdot \text{K}^{-1}$
Benzin	20°C	105	$\cdot 10^{-5} \cdot \text{K}^{-1}$
Alk	20°C	110	$\cdot 10^{-5} \cdot \text{K}^{-1}$
Gase	0°C	366	$\cdot 10^{-5} \cdot \text{K}^{-1} \quad (1/T)$

Temperatur, Wärmedehnung, Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung

WÄRMETRANSPORT

Arten des Wärmetransportes

- Wärmeleitung el.Leiter : bewegliche Ladungsträger, zB. freie Elektronen
(WIEDEMANN-FRANTZ-GESEZ : $\lambda = 2,45 \cdot 10^{-8} \cdot T \cdot \kappa \cdot V^2/K^2$)
el.Nichtleiter : gekoppelte Gitterschwingungen (Phononen)
- Konvektion therm. Energie wird durch bewegte Teilchen transportiert
Wärmetransport durch Strömung von Masse (hauptsächlich
Fluide, iA. auch Festkörper). Freie / erzwungene Konvektion
- Wärmestrahlung Wärmetransport durch elektromagnetische Strahlung,
Spektralbereich 1...50 μm

WÄRMELEITUNG

Wärmestromdichte

$$1\text{-dim} : \vec{q} = - \lambda \, dT / dx \cdot \vec{e}_x$$

$$2\text{-dim} : \vec{q} = - \lambda \, dT / dx \cdot \vec{e}_x - \lambda \, dT / dy \cdot \vec{e}_y$$

$$3\text{-dim} : \vec{q} = - \lambda \, dT / dx \cdot \vec{e}_x - \lambda \, dT / dy \cdot \vec{e}_y \\ - \lambda \, dT / dz \cdot \vec{e}_z$$

$$\vec{q} = - \lambda \, \text{grad } T$$

λ - Wärmeleitfähigkeit, $[\lambda] = \text{W}/(\text{m K})$

Isotopie : $\lambda_x = \lambda_y = \lambda_z = \lambda$