

10. Wärmelehre: Temperatur

Letzte Stunde

- Temperatur ist eine Zustandsgröße, unabhängig von Art und Verlauf der Zustandsänderung (z.B. Art der Abkühlung)
- SI-Basisgröße Temperatur mit Einheit Kelvin (K)
 - 0 K ist der absolute Nullpunkt
 - Celsius-Grade und Kelvin sind gleich skaliert mit $0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273,15\text{ K}$
- Längenausdehnung und Volumenausdehnung sind proportional zur Temperaturänderung

$$\Delta l = l_0 \alpha \Delta T$$

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta T$$

Heute

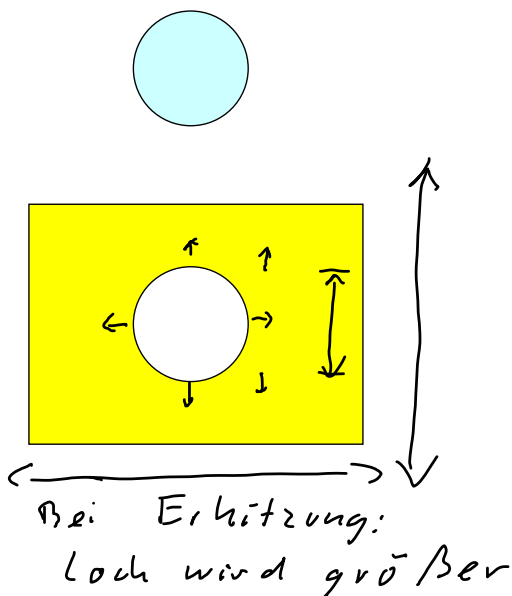
- Wie misst man Temperatur?
- Zusammenhang zwischen Wärmemenge und Temperatur

<http://www.ep1.rub.de/lehre/veranstaltungen/ws0910/physikcbg/>

Physik I (Biochemie, Chemie und Geowissenschaften) WS 09/10

F.-H. Heinsius

1



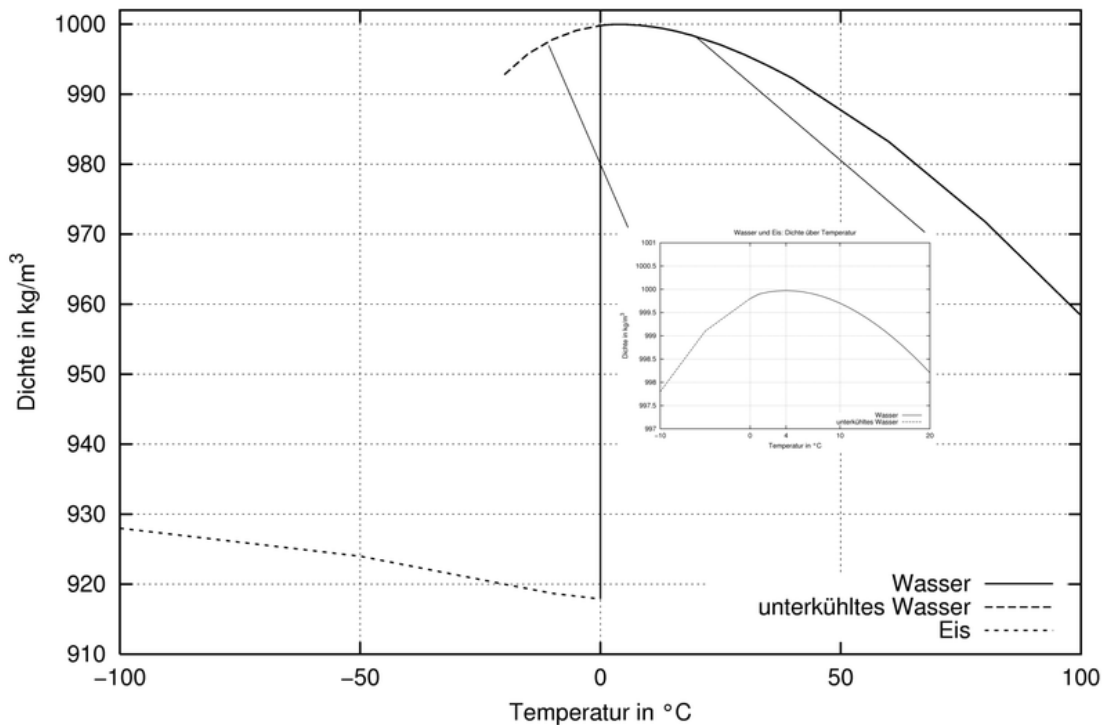
Flüssigkeiten

$$S = \frac{m}{V} = \frac{m}{V_0 (1 + \gamma \cdot \Delta T)}$$

$$\approx S_0 (1 - \gamma \Delta T)$$

Anomalie des Wassers

Wasser und Eis: Dichte über Temperatur



10.3 Temperaturmessung

0. Hauptsatz der Thermodynamik

Bringt man Körper unterschiedlicher Temperatur in Wärmekontakt, so kommen sie ins thermische Gleichgewicht und nehmen dieselbe Temperatur an.

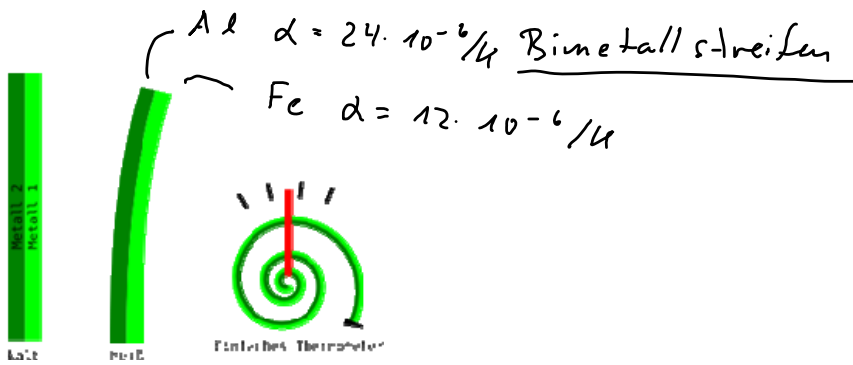
Thermometer

① Flüssigkeitsausdehnung

- Quecksilber (-30°... +300°C)
- Alkohol (-110°... +50°C)

Gasthermometer

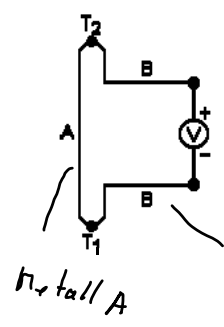
$$T = \frac{P}{P_3} \cdot 273,15 \text{ K} \quad \text{bei konst. Volumen}$$



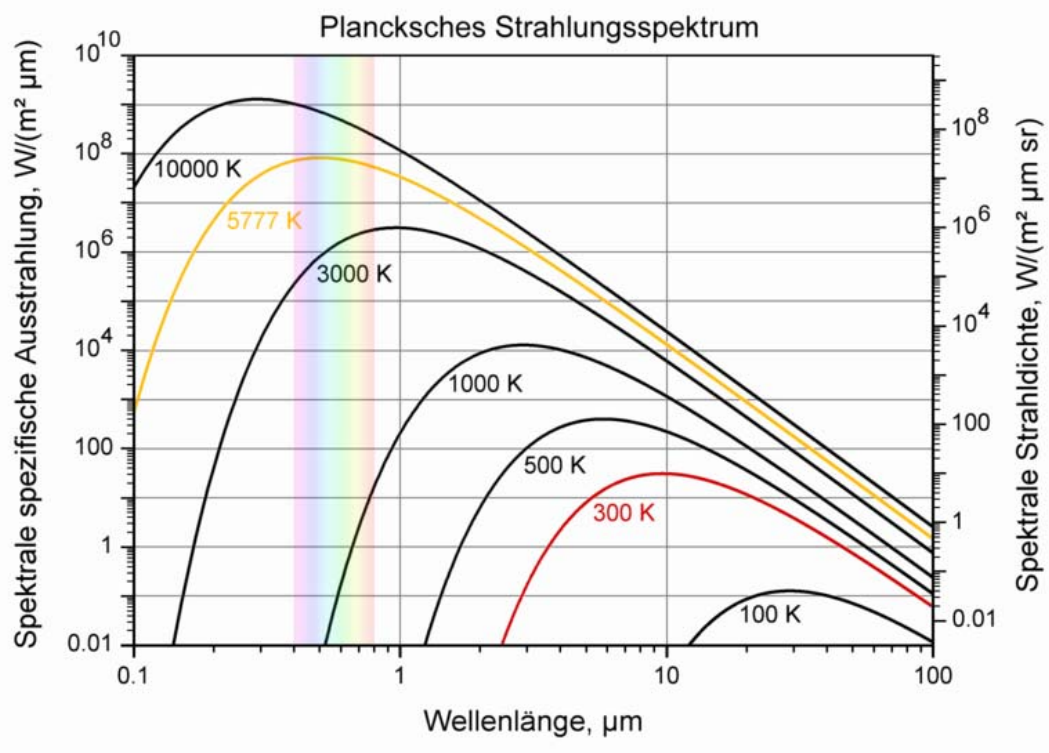
Elektrisch

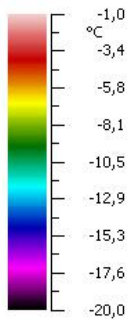
- Widerstandsver\u00e4nderung bei Temperatur\u00e4nderungen (Platindraht)

- Kontaktspannung bei Thermoelementen



Metall B Beispiel Nickel - Chrom (A)
 Nickel (B)
 - 200 °C ... + 2200 °C





Thermografie

Pyrometer

11. Wärme

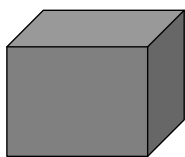
Wärme als Energie

Wärmemenge Einheit Nm, J oder Ws

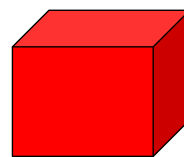
Zusammenhang Wärmemenge - Temperatur

11.1 Wärmekapazität

→ Zuführen von Wärmemenge ΔQ



Masse m
Temperatur T



Masse m
Temperatur $T + \Delta T$

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

Spezifische Wärmekapazität c

$$[c] = \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Material	c in $\frac{J}{kg K}$	(bei $20^\circ C$)
Wasser	4182	
Eis ($0^\circ C$)	2100	
Holz trocken	1500	
Sand/ Gestein/ Ziegel/ Beton	ca. 850	
Glas	800	
Al	896	
Eisen/ Stahl	460	
Kupfer	382	
Blei	129	

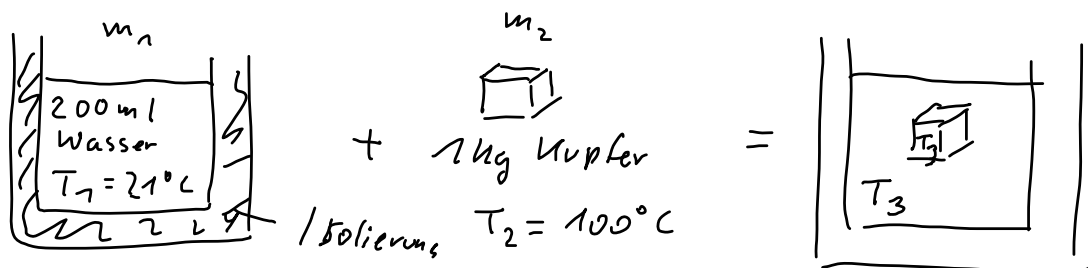
Bei Gasen
spez. Wärmekapazität

- bei konst. Volumen c_v
- bei konst. Druck c_p

$c_v < c_p$

→ später

Kalometrie zur Bestimmung zur
Best. der spez. Wärmekapazität



Kalorimeter

Energieerhaltung

$$Q_1 + Q_2 = Q_1' + Q_2'$$

$$\Delta Q_1 = -\Delta Q_2$$

$$c_{H_2O} \cdot m_1 (T_3 - T_1) = c_{Cu} \cdot m_2 (T_2 - T_3)$$

$$c_{Cu} = \frac{m_1}{m_2} \cdot c_{H_2O} \frac{T_3 - T_1}{T_2 - T_3}$$

Zusammenfassung

- Anomalie des Wassers: größte Dichte bei 4 °C
- 0. Hauptsatz der Thermodynamik
 - Bringt man Körper unterschiedlicher Temperatur in Wärmekontakt, so kommen sie ins thermische Gleichgewicht und nehmen dieselbe Temperatur an
- Thermometer
 - Flüssigkeitsausdehnung, Ausdehnung von Gas
 - Bimetall (unterschiedliche Längenausdehnung von Metallen)
 - Elektrisch (Widerstandsveränderung, Thermoelemente)
 - Optisch (Pyrometer, Thermographie)
- Temperaturänderung ΔT eines Körpers ist proportional zur aufgenommenen/abgegebenen Wärmemenge ΔQ (Energie)
 - spezifische Wärmekapazität c *Einheit: J/(kg K)*

$$\Delta Q = c m \Delta T$$