

Temperaturskalen (Wdh.)

Notiert euch die wesentlichen Informationen über die Celsius-, die Fahrenheit- und die Kelvin-Temperaturskala und löst die Aufg. 1.

Für Thermometer, die Quecksilber als Flüssigkeit enthalten, schlug **Anders Celsius** (1701–1744) ein „Maßband“ für Temperaturen vor, das wir heute als **Celsius-Skala** bezeichnen: Der Längenunterschied der Quecksilbersäule bei der Temperatur von Eiswasser und bei der von siedendem Wasser wird in hundert gleiche Teile geteilt. Dieser hundertstel Temperaturunterschied wird als Temperatureinheit gewählt und mit 1 Grad Celsius, kurz 1°C, bezeichnet.

Eiswasser erhält die Temperatur 0°C, siedendes Wasser 100°C.

Die Art der Teilung der Skala und die Temperaturwerte für die zwei Bezugspunkte ist willkürlich.

Die Angabe der Temperatur in Grad Celsius ist eine **willkürliche Festlegung** des Maßes für die Temperatur eines Körpers.

Es gibt Skalen mit anderen Bezugspunkten als die Celsius-Skala, z. B.: Die **Fahrenheit-Skala** mit der Temperatureinheit 1°F, sie stammt von **Daniel Gabriel Fahrenheit** (1686–1736) und wird heute noch in den USA verwendet (Abb. ► 1b). Bezugspunkte dieser Skala sind ein Gemisch aus **Eis, Salmiak und Wasser** für 0°F und unsere **Körpertemperatur** für 100°F.

Die **Kelvin-Skala** mit der Temperatureinheit 1 Kelvin (1K) hat **Lord Kelvin** (1834–1907) vorgeschlagen (Abb. ► 1c). Hier kann der Nullpunkt 0 K nicht unterschritten werden. Die Temperaturangabe 273 K entspricht 0°C. Der Temperaturunterschied von 1 K ist **genauso groß wie der Unterschied 1°C**. Das Formelzeichen für Temperaturen in Grad Celsius ist ϑ , das für Temperaturen in Kelvin ist T . Die Temperaturunterschiede geben wir in K an.

Temperatur und innere Energie

① Anna will mit der bei ihr wohnenden amerikanischen Austauschschülerin Betty einen Bummel unternehmen. „Wie hoch ist die Temperatur draußen?“ fragt Betty. „18 Grad“, antwortet Anna. Als Betty aus ihrem Zimmer kommt, schaut Anna verdutzt: Betty hat einen Pullover und Mantel angezogen, ihr Gesicht verschwindet hinter einem dicken Schal. Weshalb?

$$0^{\circ}\text{C} = 273\text{K} = 32^{\circ}\text{F}$$

$$-273^{\circ}\text{C} = 0\text{K}$$

$$100^{\circ}\text{C} = 373\text{K} = 212^{\circ}\text{F}$$

$$-18^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{F}$$

$$18^{\circ}\text{F} = 0^{\circ}\text{F} + 18^{\circ}\text{F}$$

$$= -18^{\circ}\text{C} + 18 \cdot \left(\frac{5}{9}^{\circ}\text{C}\right)$$

$$= 18 \cdot \left(-1 + \frac{5}{9}\right)^{\circ}\text{C}$$

$$= 18 \cdot \frac{-4}{9}^{\circ}\text{C}$$

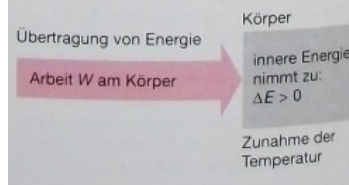
$$= \underline{\underline{-8^{\circ}\text{C}}}$$

Für Temperaturunterschiede gilt: $1^{\circ}\text{C} \hat{=} 1\text{K}$, $\frac{5}{9}^{\circ}\text{C} \hat{=} 1^{\circ}\text{F}$

Innere Energie und Arbeit

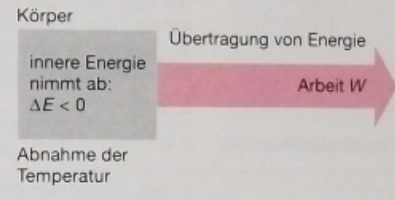
Eine Veränderung der inneren Energie wird als ΔE (sprich Delta E) angegeben. Bei Zunahme der inneren Energie ist $\Delta E > 0$, bei Abnahme ist $\Delta E < 0$. Wird an einem Körper Arbeit verrichtet, so kann sich seine innere Energie erhöhen.

Ein Diagramm veranschaulicht dies:



Innere Energie eines Körpers kann zur Verrichtung von Arbeit genutzt werden. Sie nimmt dadurch ab.

Ein Diagramm veranschaulicht dies:



Bsp.: "Reibung erzeugt Wärme."

Gas dehnt sich aus bei Erwärmung und hebt einen Kolben an.

Wird die Energie der Teilchen eines festen, flüssigen oder gasförmigen Körpers erhöht, so nimmt die innere Energie des Körpers zu und wir messen eine höhere Temperatur.

(für Experiment:
$$\bar{E} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T$$

mittlere k. E. eines Atoms
$$= \frac{1}{2} m \bar{v}^2$$

$k = \text{Boltzmannkonst.}$

$T = \text{Temp. in K}$)

Berechne \bar{v} hier im Raum!

$(T = 20^\circ\text{C}, k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K})$

$m_{N_2} = 28 \text{ u} = 28 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

$$\frac{1}{2} m \bar{v}^2 = \frac{3}{2} k T \Leftrightarrow \bar{v} = \sqrt{\frac{3 k T}{m}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293}{28 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$= \underline{\underline{510 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

Zusammenhänge zwischen p, V und T bei Gasen, Flüssigkeiten und Festkörpern

S. 198,25-28

allgemeine Gasgleichung: $\frac{p \cdot V}{T} = \text{konstant}$

für Experten: $p \cdot V = N \cdot k \cdot T$

N = Anzahl der Gasmoleküle
k = Boltzmannkonstante
T gemessen in Kelvin

Auch Flüssigkeiten und Festkörper dehnen sich bei Temperaturerhöhung aus (aber nicht so sehr wie Gase). Beschrieben wird das Verhalten durch die Längen- bzw. Volumenausdehnungszahl:

Bsp.: pro 1 K Temp.-Erhöhung verlängert sich ein 1 m langer Aluminiumstab um 0,024 mm

=> ein 10 m langer Al-Stab wird bei T-Erhöhung von 30 K (30 °C)

$$\text{um } \Delta l = 10 \text{ m} \cdot 30 \text{ K} \cdot 0,024 \frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot \text{K}} = 7,2 \text{ mm}$$

länger.

Es gibt eine Ausnahme von dieser Regel: die Anomalie des Wassers (Wasser erhöht sein Volumen, wenn es unter den Gefrierpunkt abgekühlt wird:

$$\text{wird: } V_{1\text{kg Eis}} > V_{1\text{kg Wasser}})$$

Fester Stoff	α in $\frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot \text{K}}$
Aluminium	0,024
Silber	0,019
Stahl	0,012
Beton	0,012
Porzellan	0,004

Flüssiger Stoff	γ in $\frac{\text{cm}^3}{\text{dm}^3 \cdot \text{K}}$
Ether	1,62
Benzin	1,22
Petroleum	0,96
Wasser	0,21
Quecksilber	0,18

1 Längen- und Volumenausdehnungszahlen

Wärmetransport

Es gibt drei Arten des Wärmetransportes: Wärmeleitung, -strahlung, konvektion

Wärmeleitung wird beschrieben durch den Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten, eine vom Material abhängige Konstante:

Silber leitet bei gleicher Länge und Temperaturunterschied ca. 5 mal so viel Wärme wie Eisen. (Deswegen fühlen sich Silberlöffel so heiß an.)

Der schlechteste Wärmeleiter ist übrigens das Vakuum. (Deswegen sind doppelwandige Thermoskannen, deren Zwischenraum evakuiert wurde, besonders gut geeignet, die Wärme zu speichern.)

Ganz wichtig: Alle drei Arten des Wärmetransportes brauchen einen Temperaturunterschied!

Stoff	λ in $\frac{W}{m \cdot K}$
Silber	427
Kupfer	384
Eisen	81
Granit	2,9
Beton	2,0
Glas	1,0
Wasser	0,6
Ziegel	0,4
Holz	0,2
Gasbeton	0,14
Benzin	0,12
Styropor	0,04
Luft	0,03