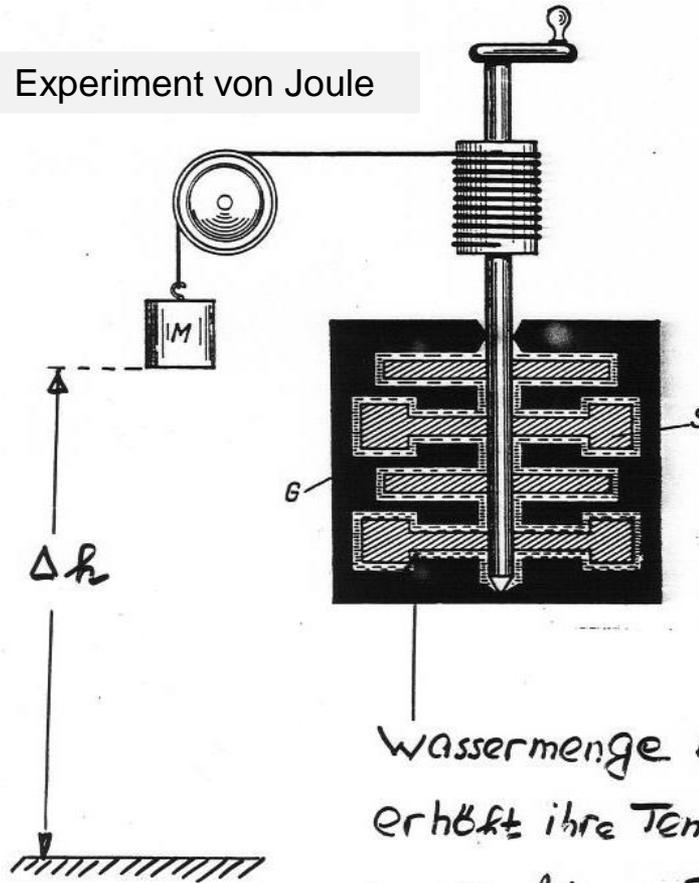


Wärmekapazität

Mechanische Energie / Wärmeäquivalent

$$M \cdot g \cdot \Delta h$$



Wassermenge m_{H_2O}
erhöht ihre Temperatur.
Um meßbaren Betrag ΔT

Einheit (Def., histor.):

1 Kalorie [cal] = Wärmemenge um
1g H_2O von 14.5 auf $15.5^\circ C$ zu bringen

(heute):

1 Joule [J] = 0.23884 cal

$$\Delta Q = m_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \cdot \Delta T$$

Werte für ausgewählte Materialien [[Bearbeiten](#) | [Quelltext bearbeiten](#)]

Material	c in kJ/(kg·K)	Material	c in kJ/(kg·K)
Feststoffe		Gase (c_p)	
Eis (0 °C)	2,060	Wasserstoff	14,32
Eis (-10 °C)	2,22 ^[1]	Helium	5,193
Natrium	1,234	Methan	2,158
Magnesium	1,046	Wasserdampf (100 °C)	2,080
Aluminium	0,896	Butan	1,658
Eisen	0,452	Neon	1,030
Kupfer	0,382	Luft (20 °C trocken)	1,005
Silber	0,235	Argon	0,523
Blei	0,129	Baustoffe	
Flüssigkeiten		Beton	0,88
Wasser (20 °C)	4,184	Gips, Schamotte	≈1
Ethanol	2,43	Holzfaserdämmstoff, Zelluloseflocken	2,1
Petroleum	2,14	Polystyrol	1,4
Quecksilber	0,139	Mineralfaserdämmstoff	0,8

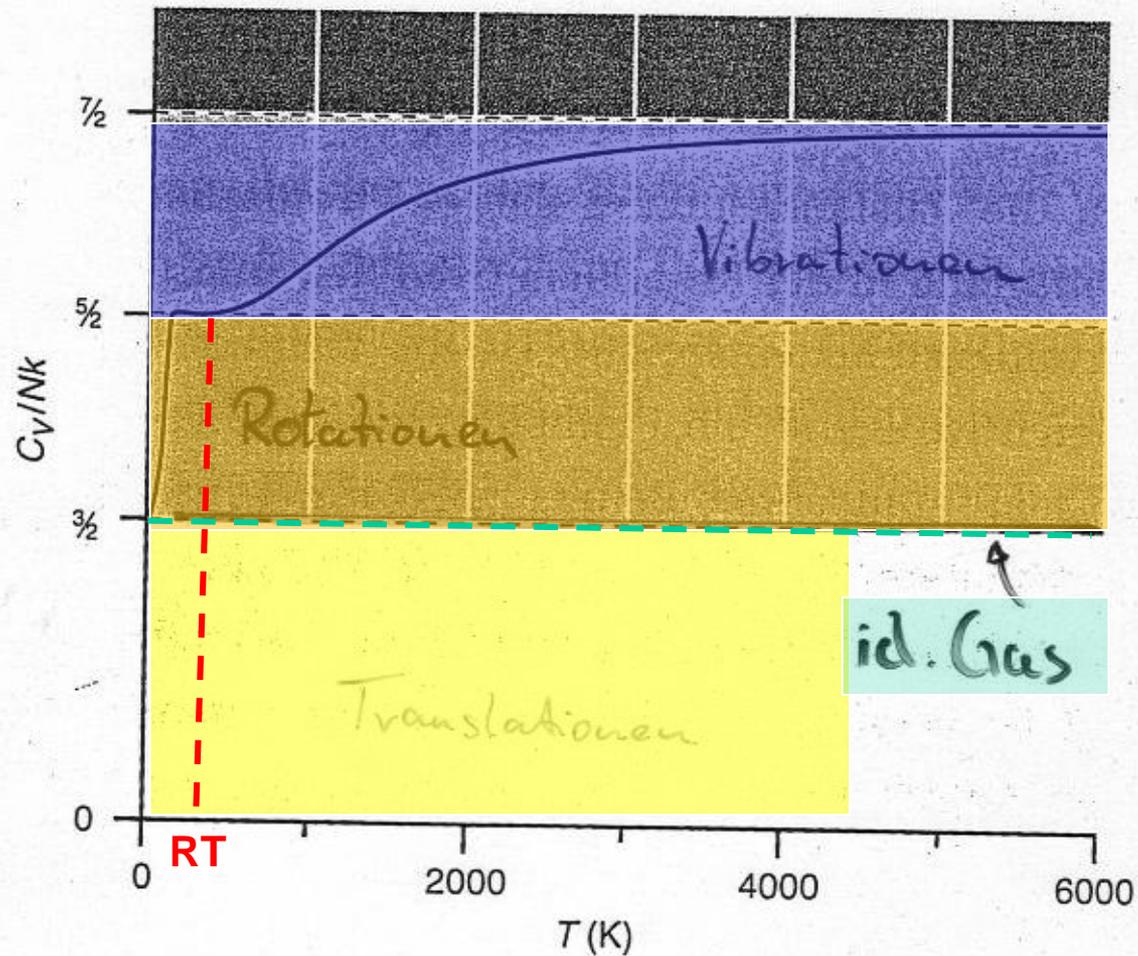
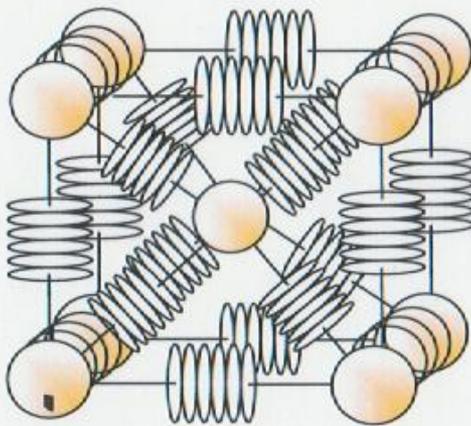


Abbildung 33.7: Die Wärmekapazität bei konstantem Volumen als Funktion der Temperatur für gasförmiges **HCl**. Die Beiträge der Freiheitsgrade der Translationen (gelb), Rotationen (orange) und Vibrationen (hellblau) zur Wärmekapazität sind dargestellt.

Beispiel für die 6 Eigenschwingungen eines Kristalls mit zwei Atomen in der Elementarzelle



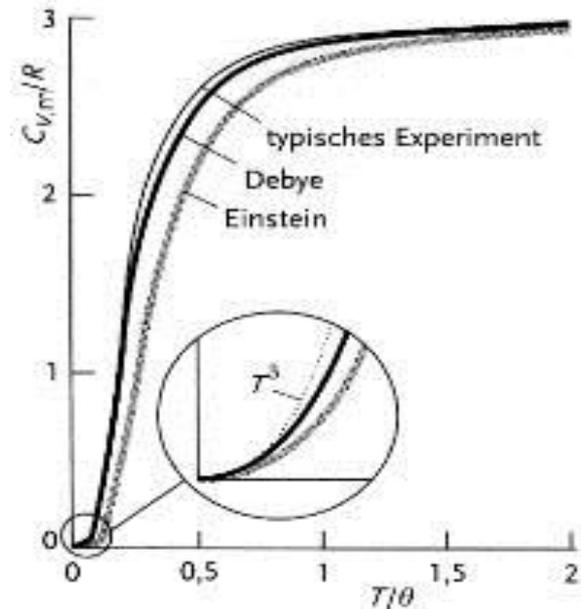
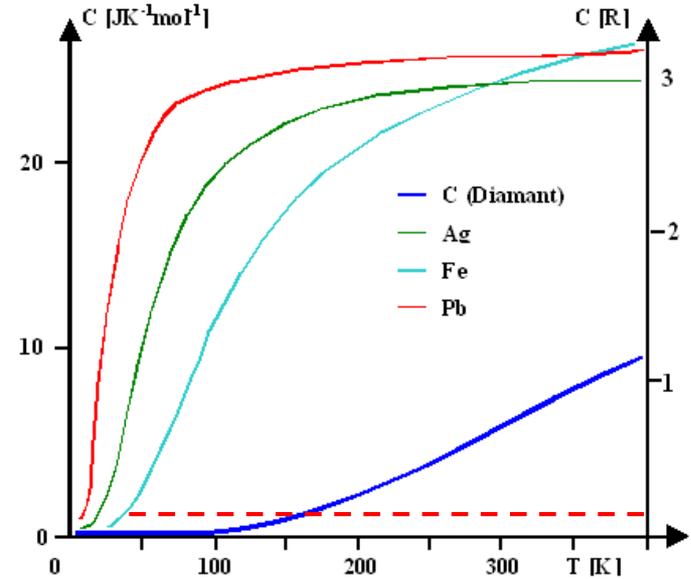
Translation	Innere Schwingung
<p>Diagram showing translation of the unit cell. All four atoms (orange spheres) are moving in the same direction, indicated by arrows pointing down and to the left. The central atom is also moving in this direction.</p>	<p>Diagram showing an internal vibration (optical phonon). The four corner atoms are moving outwards (up, down, left, right), while the central atom is moving inwards (down-left).</p>
<p>Diagram showing translation of the unit cell. All four atoms (orange spheres) are moving in the same direction, indicated by arrows pointing to the right. The central atom is also moving in this direction.</p>	<p>Diagram showing an internal vibration (optical phonon). The four corner atoms are moving to the right, while the central atom is moving to the left.</p>
<p>Diagram showing translation of the unit cell. All four atoms (orange spheres) are moving in the same direction, indicated by arrows pointing upwards. The central atom is also moving in this direction.</p>	<p>Diagram showing an internal vibration (optical phonon). The four corner atoms are moving upwards, while the central atom is moving downwards.</p>

Freiheitsgrade eines Kristallgitters mit 2 Atomen in der Elementarzelle

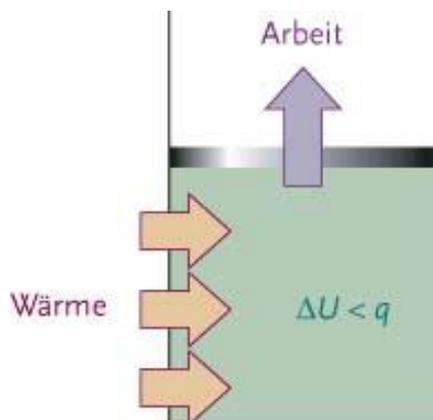
Dulong-Petitsche Regel

$$C_{Mol} = 3 N_A \cdot k = 3R = 24.9 \frac{J}{Mol \cdot K}$$

Element	C_{Mol} in $\frac{J}{Mol \cdot K}$	$\frac{C_{Mol}}{3R}$
Li	23.4	
Be	15.9	
Diamant C	5.9	?
Mg	24.7	
Si	20.1	
K	28.8	
Fe	25.5	} d.h. für <u>schwere</u> Elemente in etwa erfüllt
Ag	25.1	
W	24.7	
Pb	26.8	



Die Enthalpie



$$H = U + pV$$

$$dH = dq \quad (p = \text{const.})$$

Enthalpieänderung gleich
zugeführter Wärmemenge
($p = \text{const.}$, nur Volumenarbeit)

Tabelle 2.5. Übergangsenthalpien

Übergang	ablaufender Prozeß	Symbol**
Phasenübergang	Phase $\alpha \rightarrow$ Phase β	$\Delta_{\text{Trans}} H$
Schmelzen	$s \rightarrow l$	$\Delta_{\text{Sm}} H$
Verdampfung	$l \rightarrow g$	$\Delta_{\text{V}} H$
Sublimation	$s \rightarrow g$	$\Delta_{\text{Sub}} H$
Mischung von Fluiden	reiner Stoff \rightarrow Mischung	$\Delta_{\text{M}} H$
Lösung	zu lösender Stoff \rightarrow Lösung	$\Delta_{\text{L}} H$
Solvatation	$X^{\pm} \rightarrow X(\text{solv})$	$\Delta_{\text{Solv}} H$
in Wasser	$X^{\pm} \rightarrow X(\text{aq})$	$\Delta_{\text{Hyd}} H$
Atomisierung	Spezies (s, l, g) \rightarrow Atome (g)	$\Delta_{\text{A}} H$
Ionisierung	$X(\text{g}) \rightarrow X^{+}(\text{g}) + e^{-}(\text{g})$	$\Delta_{\text{I}} H$
Elektronenanlagerung	$X(\text{g}) + e^{-}(\text{g}) \rightarrow X^{-}(\text{g})$	$\Delta_{\text{Ea}} H$
Reaktion	Ausgangsstoffe \rightarrow Produkte	$\Delta_{\text{R}} H$
Verbrennung	Verbindung (s, l, g) + $\text{O}_2(\text{g})$ $\rightarrow \text{CO}_2(\text{g}), \text{H}_2\text{O}(\text{l, g})$	$\Delta_{\text{C}} H$
Bildung	Elemente \rightarrow Verbindung	$\Delta_{\text{B}} H$
Aktivierung	Reaktanten \rightarrow aktivierter Komplex	$\Delta^{\ddagger} H$

**Entsprechend der IUPAC-Empfehlung. Die ältere Schreibweise (Index an H , z. B. ΔH_{R}) ist gelegentlich noch anzutreffen.