

## „Die schönsten Formeln“

Boltzmann's Entropiegleichung

$$S = k \cdot \log W$$

Die Boltzmann-Gleichung beschreibt den Zusammenhang zwischen der thermodynamischen Zustandsgröße Entropie  $S$  eines physikalischen Systems in einem bestimmten Makrozustand und dem natürlichen Logarithmus der statistisch bestimmten thermodynamischen Wahrscheinlichkeit  $W$  des zugehörigen Mikrozustandes. Dabei ist  $k$  die Boltzmann-Konstante ( $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ ). Die Boltzmann-Gleichung deutet somit die Entropie als ein Maß für die thermodynamische Wahrscheinlichkeit eines Zustandes oder den Grad der Unordnung.

Einfachste Gleichung

$$1 + 1 = 2$$

Diese Gleichung ist wohl die Erste, mit der die meisten Menschen im (Vor)Schulalter in Kontakt kommen. Sie eröffnet damit den Zugang zur abstrakten Welt der Zahlen.

Einstein'sche Energie-Masse-Äquivalenz

$$E = m \cdot c^2$$

Diese Gleichung ist wohl die Berühmteste aus dem Reich der Physik und zeigt, dass jede Masse einer Energie entspricht und umgekehrt.

Euler'sche Formel

$$e^{i\pi} + 1 = 0$$

Diese Gleichung ist an Schönheit kaum zu überbieten, vereint sie doch die Zahlen 0, 1,  $i$ ,  $e$  und  $\pi$  in einer einfachen Formel.

Euler'sche Zahl

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} (1 + 1/n)^n$$

Die Euler'sche Zahl ist wohl die bedeutendste mathematische Konstante, da sie in vielen physikalischen Gleichungen eine zentrale Rolle spielt. Besonders hervorzuheben ist, dass sowohl Differentiation als auch Integration der Funktion  $e^x$  wiederum zur  $e$ -Funktion selbst führt.

Heisenberg'sche Unschärferelation

$$\Delta p \cdot \Delta x \geq h \text{ bzw. } \Delta E \cdot \Delta t \geq h$$

Die Heisenberg'sche Unschärferelation ist ein wichtiger Eckpfeiler der Quantenmechanik und besagt, dass Ort und Impuls eines Teilchens, z.B. eines Elektrons nicht beide gleichzeitig beliebig genau bestimmt werden können. Will man die Energie eines Teilchens hinreichend genau messen, muss man ausreichend lange messen. Die Energieunschärfe zeigt, dass es absoluten leeren Raum nicht geben kann, d.h. es kommt zur Bildung von sogenannten virtuellen Teilchen und Feldern (Existenz der Vakuumfluktuationen).

Ideales Gasgesetz

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Die allgemeine Zustandsgleichung der Gase, das ideale Gasgesetz, gilt nur unter der Annahme, dass die Gasteilchen kein Eigenvolumen haben und dass zwischen ihnen keine Wechselwirkungen auftreten, was nur bei geringen Drücken und bei Temperaturen weit oberhalb des Kondensationspunktes näherungsweise gilt.

## Maxwell'sche Gleichungen

$$\begin{aligned}\nabla \times \mathbf{H} &= \delta \mathbf{D} / \delta t + \mathbf{j} \\ \nabla \times \mathbf{E} &= -\delta \mathbf{B} / \delta t \\ \nabla \cdot \mathbf{D} &= \rho \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0\end{aligned}$$

Die Maxwell'schen Gleichungen beschreiben den Zusammenhang von elektrischen und magnetischen Feldern mit elektrischen Ladungen und elektrischem Strom. Zusammen mit der Lorentzkraft beschreiben sie alle Phänomene der klassischen Elektrodynamik.

## Planck'sches Strahlungsgesetz

$$I(\nu) = \frac{8\pi h \nu^3}{c^3} \cdot \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

Das Plancksche Strahlungsgesetz beschreibt die Verteilung der elektromagnetischen Energie des thermischen Strahlungsfeldes eines schwarzen Körpers als Funktion der Frequenz der Strahlung. Seine Aufstellung durch Planck im Jahr 1900 gilt als Geburtsstunde der Quantenmechanik. Das Gesetz lässt sich u.a. zur Beschreibung der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung, der Spektren von thermischen Lichtquellen, wie Glüh- und Halogenglühlampen, und für die Strahlungsspektren von Himmelskörpern, wie Planeten und Sternen, nutzen.

## Relativistischer Massenzuwachs

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Diese Gleichung setzt die Masse einer bewegten Masse zu seiner Ruhemasse und Geschwindigkeit in Beziehung. Die Gleichung demonstriert, dass sich Lichtgeschwindigkeit nicht erreichen lässt, da dann die Masse unendlich groß werden würde.

## Satz von Pythagoras

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Der Satz von Pythagoras setzt die Länge der Katheten zur Länge der Hypotenuse in einem rechtwinkligen Dreieck in Beziehung. Bekannte Lösungen mit ganzen Zahlen lauten z.B. 3-4-5, 5-12-13, 8-15-17, 7-24-25, 12-35-37, 20-21-29, oder 693-1924-2045. Das erste Zahlentripel beschreibt das einzige pythagoreische Dreieck, dessen drei Seiten aufeinanderfolgende ganze Zahlen aufweisen und dessen Fläche (6) halb so groß ist, wie die Summe der Seiten (12). Das zuletzt genannte Zahlentripel beschreibt ein rechtwinkliges Dreieck, dessen Fläche 666666 lautet. 666 ist die Zahl der Bestie (Kaiser Nero) aus der Offenbarung des Johannes, Kap.13, V. 22.

## Schrödinger-Gleichung (zeitunabhängig)

$$H \Psi_n = E_n \Psi_n$$

Die Schrödinger-Gleichung ist die quantenmechanische Bewegungsgleichung, die eine den Zustand eines mikrophysikalischen Systems beschreibende Wellenfunktion erfüllen muss. Der Hamiltonoperator  $H = -\hbar^2/2m_0 + V(r)$  ist die Rechenvorschrift, die man auf die Wellenfunktion anwenden muss, um die Gesamtenergie  $E$ , d.h. der Summe aus kinetischer und potentieller Energie, zu bestimmen.

## Sommerfeld'sche Feinstrukturkonstante

$$\alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\hbar c} = 1/137$$

Die Sommerfeld'sche Feinstrukturkonstante setzt die Geschwindigkeit des Elektrons auf der 1. Bohr'schen Bahn um den Wasserstoffkern zur Lichtgeschwindigkeit in Beziehung. Sie beschreibt ganz allgemein die Stärke der elektromagnetischen Wechselwirkung.