

Formelsammlung

- Trigonometrische Funktionen

$$\cos(x) = \operatorname{Re}(e^{ix})$$

$$\sin(x) = \operatorname{Im}(e^{ix})$$

- Euler Formel

$$e^{i\alpha A t} = \cos(\alpha t)\mathbb{1} + i \sin(\alpha t)A$$

für $\alpha \in \mathbb{R}$ und $A^2 = \mathbb{1}$.

- Gauss-Integral

$$\int_{\mathbb{R}} e^{-at^2} dt = \sqrt{\frac{\pi}{a}} \quad \forall a > 0$$

- Harmonischer Oszillator

$$H = \hbar\omega\left(a^\dagger a + \frac{1}{2}\right)$$

Leiteroperatoren

$$a |n\rangle = \sqrt{n} |n-1\rangle \quad \text{für } n > 0$$

$$a^\dagger |n\rangle = \sqrt{n+1} |n+1\rangle$$

$$[a, a^\dagger] = \mathbb{1}$$

- Orts- und Impulsoperator

$$X = \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega}}(a + a^\dagger)$$

$$P = -i\sqrt{\frac{m\omega\hbar}{2}}(a - a^\dagger)$$

- Hermiteische Polynome

$$H_n(x) = (-1)^n e^{x^2} \frac{d^n}{dx^n} e^{-x^2}$$

- Störungstheorie (ohne Entartung)

$$H = H_0 + \lambda V$$

$$|n\rangle = \sum_{j=0}^{\infty} \lambda^j |n^{(j)}\rangle$$

$$E_n = \sum_{j=0}^{\infty} \lambda^j E_n^{(j)}$$

$$|n^{(1)}\rangle = \sum_{k \neq n} \frac{\langle k^{(0)} | V | n^{(0)} \rangle}{E_n^{(0)} - E_k^{(0)}} |k^{(0)}\rangle$$

$$E_n^{(k)} = \langle n^{(0)} | V | n^{(k-1)} \rangle, \quad k \in \mathbb{Z}^+$$

- Drehimpuls. Eigenwertgleichungen

$$L^2 |l, m\rangle = \hbar^2 l(l+1) |l, m\rangle$$

$$L_z |l, m\rangle = \hbar m |l, m\rangle$$

- Kommutationsrelationen

$$[L_i, L_j] = i\hbar \sum_k \epsilon_{i,j,k} L_k$$

- Leiteroperatoren

$$L_{\pm} |l, m\rangle = \sqrt{l(l+1) - m(m \pm 1)} |l, m \pm 1\rangle$$

(für $|m| < l$ bzw. $0 < |m| \leq l$)

- Drehimpuls-Kopplung

$$J^2 = (L^{(1)})^2 + (L^{(2)})^2 + 2L_3^{(1)}L_3^{(2)} + L_+^{(1)}L_-^{(2)} + L_-^{(1)}L_+^{(2)}$$

- Plancksches Strahlungsgesetz, Energiedichte

$$U(\nu, T) = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{h\nu/(k_B T)} - 1}$$

- Stefan-Boltzmann Gesetz für die Strahlungsleistung

$$P = \sigma_{SB} A T^4, \quad \sigma_{SB} = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$$

- Photoelektrischer Effekt, Photonenenergie

$$E = \hbar\omega = h\nu$$

- Compton-Effekt

$$\Delta\lambda = \lambda_C(1 - \cos(\phi)), \quad \text{mit } \lambda_C = h/(mc)$$

- Energie im elektrischen Potential $E = q \cdot U$.
- De-Broglie-Gleichung

$$\lambda = h/p \quad \text{bzw.} \quad p = \hbar k$$

- Relativistische Energie-Impuls-Beziehung

$$E^2 = (m_0 c^2)^2 + (pc)^2$$

- Coulomb-Potential

$$E_{\text{Pot}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r}$$

- Rydberg formel

$$\frac{1}{\lambda} = R_{\infty} Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

- Konstanten

$$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$R_{\infty} = 1.097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$