

11. Übungsblatt zur Quantenphysik Sommersemester 2012

Abgabe: bis Mittwoch, 4. Juli 2012, 12:00 Uhr in der Holzbox vor dem Institut für Theoretische Physik

Übung 29 (8 Punkte): *Mesonen*

Mesonen lassen sich approximativ als gebundene Zustände eines Quarks und eines Antiquarks beschreiben. Man versucht, die Massen der beobachteten Mesonen ($2 \times$ Quarkmasse – Bindungsenergie) durch einen geeigneten Ansatz für das Quark-Antiquark-Potential zu erklären. Dies funktioniert hinreichend gut mit dem Potential $V(r) = \lambda r^\alpha$, wobei λ und α reelle Parameter sind. Die zu lösende Schrödinger-Gleichung lautet:

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2\mu} \Delta + \lambda r^\alpha \right) \psi = E \psi,$$

wobei mit $\mu = \frac{m_q}{2}$ die reduzierte Masse bezeichnet wird.

Führen Sie die Gleichung durch Einführen geeigneter neuer Variablen in eine parameterfreie Form über und lesen Sie daraus ab, wie sich die Energieeigenwerte sowie $\langle r^\nu \rangle$ und $\langle p^\nu \rangle$, $p := \sqrt{\vec{p}^2}$, $\nu \in \mathbb{N}$, verhalten.

Was bedeutet der Limes $\alpha \rightarrow 0$?

Übung 30 (6 Punkte): *Teilchen im elektromagnetischen Feld*

Zeigen Sie, dass die kanonischen Gleichungen zur Hamilton-Funktion

$$H = \frac{1}{2m} \left(\vec{p} - \frac{e}{c} \vec{A}(\vec{x}, t) \right)^2 + e \phi(\vec{x}, t),$$

wobei \vec{A} das Vektorpotential und ϕ das skalare Potential bezeichnet, die richtigen Bewegungsgleichungen für ein geladenes Teilchen im elektromagnetischen Feld liefern.

Historische Zitate zur Quantenmechanik

If the theory is to apply to anything but highly idealised laboratory operations, are we not obliged to admit that more or less 'measurement-like' processes are going on more or less all the time, more or less everywhere? [...]

The aim remains: to understand the world. To restrict quantum mechanics to be exclusively about piddling laboratory operations is to betray the great enterprise. A serious formulation will not exclude the big world outside the laboratory.

aus: John S. Bell, *Speakable and Unsayable in Quantum Mechanics*, 2nd ed., CUP 2004.

Lieber Born!

Deine Auffassung ist ganz unhaltbar. Es ist mit den Prinzipien der Quantentheorie unvereinbar zu fordern, daß die ψ -Funktion eines „Makro“-Systems bezüglich der Makro-Koordinaten und -Impulse „eng“ sein soll. Eine solche Forderung ist unvereinbar mit dem Superpositionsprinzip für ψ -Funktionen. Demgegenüber ist der ebenfalls in fast allen Fällen gültige Einwand nur von sekundärer Bedeutung: daß die Schrödinger-Gleichung zu einer Zerstreung der „Enge“ mit der Zeit führt.

aus: Albert Einstein, Max Born, *Briefwechsel 1916 – 1955*, Herbig 1969.