

**30. Quantenmechanische Bilder****(10 Punkte)**

Wir betrachten die eindimensionale Bewegung eines Teilchens unter dem Einfluss einer konstanten Kraft in Bewegungsrichtung. Die Dynamik des Teilchens soll in den drei aus der Vorlesung bekannten Bildern diskutiert werden.

- (a) Geben Sie für das Schrödinger-, Heisenberg- und Dirac-Bild jeweils die Bewegungsgleichungen für alle vorkommenden Operatoren (auch für den Hamilton-Operator $\hat{H}$) und die Kets an. Wie lauten die benötigten Zeittranslationsoperatoren?
- (b) Geben Sie jeweils die allgemeinen Lösungen der Bewegungsgleichungen für die Operatoren an.

31. Störungstheorie: Harmonischer Oszillator im elektrischen Feld (10 Punkte)

Auf einen harmonischen Oszillator (z.B. ein Ion der Ladung q) wirke ein schwaches, konstantes elektrisches Feld E parallel zur Bewegungsrichtung. Somit lautet der Hamilton-Operator

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2} m \omega^2 x^2 - qEx \quad . \quad (1)$$

Wir wollen nun die Energieniveaus dieses Systems mit Hilfe der stationären Störungstheorie ermitteln.

- (a) Skizzieren Sie zunächst kurz die Grundidee der Rayleigh-Schrödinger-Methode
- (b) Bestimmen Sie in erster Ordnung Störungsrechnung die Eigenzustände des Oszillators.
- (c) Berechnen Sie mittels Störungstheorie erster und zweiter Ordnung die Energiekorrekturen, indem Sie den zusätzlichen Potentialterm, der aus dem elektrischen Feld resultiert, als Störung auffassen.
- (d) Bestimmen Sie die exakten Energieeigenwerte nun ohne Störungsrechnung, indem sie eine geeignete quadratische Ergänzung in H einfügen. Verschwindet die Energiekorrektur dritter Ordnung?