

## Aufgabenblatt 4

### 4.1 Spin $s = 1$

Leiten Sie für einen Spin  $s = 1$  die Darstellungen der drei Spinkomponenten  $\underline{s}_x, \underline{s}_y, \underline{s}_z$  in der Eigenbasis von  $\underline{s}_z$  her. Verwenden Sie dabei

- die Eigenwertgleichungen für den Spin,
- den Zusammenhang zwischen  $\underline{s}_x, \underline{s}_y$  und  $\underline{s}^+, \underline{s}^-$ ,
- sowie

$$\underline{s}^\pm |s m\rangle = \hbar \sqrt{(s \mp m)(s \pm m + 1)} |s m \pm 1\rangle. \quad (1)$$

### 4.2 Zeitentwicklung von Erwartungswerten

$\underline{H}$  und  $\underline{B}$  seien nicht explizit zeitabhängige Operatoren.

- Für die Zeitentwicklung eines Erwartungswertes gilt:

$$\langle \Psi(t) | \underline{B} | \Psi(t) \rangle = \langle \Psi(t_0) | e^{\left\{ \frac{i\underline{H}(t-t_0)}{\hbar} \right\}} \underline{B} e^{\left\{ -\frac{i\underline{H}(t-t_0)}{\hbar} \right\}} | \Psi(t_0) \rangle. \quad (2)$$

Beweisen Sie ausgehend von Gleichung (2), dass der Erwartungswert erhalten bleibt, wenn  $\underline{B}$  mit  $\underline{H}$  vertauscht. Bedenken Sie dazu, wie die Funktion eines Operators definiert war.

- Diese Aussage kann man natürlich auch beweisen, wenn man die Zeitableitung von  $\langle \Psi(t) | \underline{B} | \Psi(t) \rangle$  kennt. Wie lautet diese? Begründen Sie jetzt die Erhaltung des Erwartungswertes  $\langle \Psi(t) | \underline{B} | \Psi(t) \rangle$ .

### 4.3 Zusatzaufgabe: Experiment zur Interpretation der Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelation

Lesen Sie den populärwissenschaftlichen Artikel *Der große Heisenberg irrte* von Rainer Scharf in der FAZ vom 17. 11. 2012. Ich empfehle Ihnen auch sehr, den Originalartikel Phys. Rev. Lett. **109**, 100404 (2012) zu lesen. Dies gibt Ihnen ganz nebenbei einen guten Eindruck, wie wissenschaftliche Kommunikation erfolgt.

Es ist nicht tragisch, wenn Sie die Artikel zum jetzigen Zeitpunkt nicht voll verstehen; sie sollen Ihnen zeigen, an welchen grundlegenden Fragen der Quantenmechanik man selbst heute noch arbeitet.