**10. Übung Theoretische Physik II** Institut für theoretische Physik, JKU Linz
SS 2010 Übungstermin: 28.5.2010

37. **Wasserstoffatom im E-Feld**
Berechnen Sie für ein Wasserstoffatom im Grundzustand im elektrischen Feld $\mathbf{E} = E_0 \mathbf{e}_z$ den Energiekorrekturterm bis 2. Ordnung Störungstheorie.

Was erhält man für die Polarisierbarkeit $\alpha$, definiert durch den Erwartungswert des Dipoloperators $\langle \hat{\mu} \rangle = \langle e\hat{\mathbf{r}} \rangle = \alpha \mathbf{E}$

38. **Entartete Störungstheorie**
An einen 3D harmonischen Oszillator wirkt eine Störung $\hat{\mathrm{H}}_1 = \hat{\mathrm{x}}\hat{\mathrm{y}}\hat{\mathrm{z}}$.

(a) Zeigen Sie zuerst, dass die Matrixelemente $\langle m_x, m_y, m_z | \hat{\mathrm{H}}_1 | n_x, n_y, n_z \rangle$ innerhalb jedes Energieeigenwertmultipletts des ungestörten Problems verschwinden, d.h. die $|n_x, n_y, n_z\rangle$ sind schon die "richtigen ungestörten Zustände" und man kann nichtentartete Störungstheorie anwenden.

(b) Bestimme die Energieverschiebung inklusive 2. Ordnung Störungstheorie für folgende Zustände: $|1,0,0\rangle$, $|2,0,0\rangle$, $|1,1,0\rangle$, $|3,0,0\rangle$, $|1,1,1\rangle$. Für welche Zustände hebt die Störung die Entartung auf?

39. **Spin im Magentfeld**
Zeigen Sie, dass die Zeitentwicklung des Erwartungswertes $\langle \hat{\mathbf{S}} \rangle$ für ein Spin $\frac{1}{2}$-Teilchen im konstanten Magnetfeld $\mathbf{B}$ für einen beliebigen Zustand $|\psi\rangle = c_1 |\uparrow\rangle + c_2 |\downarrow\rangle$, der klassischen Bewegungsgleichung, also

$$\frac{d}{dt}\langle \hat{\mathbf{S}} \rangle = -\gamma_s \left[ \langle \hat{\mathbf{S}} \rangle \times \mathbf{B} \right] ,$$

genügt. Diese Ausage ist ein Spezialfall des Ehrenfest'schen Theorem. Welcher Zusammenhang besteht mit Aufgabe 31?

40. **Landé-Faktor**
Der Operator für das magnetische Moment eines Elektrons ist durch

$$\hat{\mathbf{M}} = \frac{e}{2mc}(\hat{\mathbf{L}} + 2\hat{\mathbf{S}}) \tag{1}$$

gegeben. Der Erwartungswert von $\hat{\mathrm{M}}_z$ im Zustand $|j, j_z\rangle$ läßt sich schreiben als

$$\langle \hat{\mathbf{M}} \rangle = \frac{e\hbar}{2mc} g_L j_z \ . \tag{2}$$

Diese Bezeichnung definiert den Landé-Faktor $g_L$. Berechne $g_L$ für die Zustände $\left|\frac{5}{2}, \frac{3}{2}\right\rangle$ und $\left|\frac{3}{2}, \frac{3}{2}\right\rangle$ mit $l = 2,\ s = \frac{1}{2}$.