
Theoretische Physik II (Lehramt, Nebenfach, Geophysik) Blatt 3

Sommersemester 2024

Webpage: http://www.thp.uni-koeln.de/~rk/tpII_24.html/

Abgabe: bis **Mittwoch, 8.05.24, 23:59** in elektronischer Form per ILIAS unter
https://www.ilias.uni-koeln.de/ilias/goto_uk_crs_5693591.html

11. Zur Diskussion

0 Punkte

- a) Wozu benötigt die QM eine Schrödingergleichung? Wie lautet sie?
- b) Was versteht man unter der *stationären* Schrödingergleichung?
- c) Wie lauten Hamiltonoperator H und Zeitentwicklungsoperator $e^{-\frac{i}{\hbar}Ht}$ in Energiedarstellung?
- d) Zur Zeit $t = 0$ sei ein System in einem Energieeigenzustand $|\varphi_k\rangle$ zur Eigenenergie E_k , $|\psi_0\rangle = |\varphi_k\rangle$. Was ist dann der Zustand $|\psi(t)\rangle$ zur Zeit t ?
- e) Wie berechnet man $\frac{d}{dt}\langle A \rangle_{\psi(t)}$?
- f) Wie kann man überprüfen, ob eine Observable A eine Erhaltungsgröße eines Systems ist? Ist die Energie immer eine Erhaltungsgröße?

12. Energieeigenzustände sind stationäre Zustände

4 Punkte

Zur Zeit $t = 0$ sei ein System in einem Energieeigenzustand $|\varphi_k\rangle$ zur Eigenenergie E_k . Der Zustand zur Zeit t ist dann $|\psi(t)\rangle = e^{-\frac{i}{\hbar}Ht}|\varphi_k\rangle$. Zeigen Sie, dass der Erwartungswert einer beliebigen Observablen A im zeitentwickelten Zustand $|\psi(t)\rangle$ nicht von t abhängt, d.h. *stationär* ist.

13. Larmorpräzession

10 Punkte

Silberatome werden in positive $\hat{z}$ -Richtung polarisiert, durchlaufen dann innerhalb einer Zeitspanne $[0, t]$ ein Magnetfeld $B\hat{x}$ und werden dann durch einen Stern-Gerlach-Magneten geführt, der längs $\hat{z}$ ausgerichtet ist. Mit welcher Wahrscheinlichkeit werden die Atome in diesem Magneten in positive $\hat{z}$ -Richtung abgelenkt? Bestimmen Sie ebenso die Erwartungswerte von μ_x und μ_z zur Zeit t .

Hinweis: Der Hamiltonoperator lautet $H = -B\mu_x$ mit $\mu_x = \frac{\mu_0}{2}(|x+\rangle\langle x+| - |x-\rangle\langle x-|)$.

14. Kommutatoren

1+1+2+4=8 Punkte

Verifizieren Sie folgende Relationen:

- (i) $[A + B, C] = [A, C] + [B, C]$,
- (ii) $[\lambda A, B] = \lambda[A, B] = [A, \lambda B]$, $\lambda \in \mathbb{C}$,
- (iii) $[AB, C] = A[B, C] + [A, C]B$,
- (iv) $[A, [B, C]] + [C, [A, B]] + [B, [C, A]] = 0$.