

**Vorlesungen:**

- Montag, 25.1.:** Magnetisierung und Suszeptibilität. Aharonov Bohm Effekt.  
**Mittwoch, 27.1.:** Keine Vorlesung  
**Montag, 1.2.:** Stationäre Störungstheorie. Variationsmethode.  
**Mittwoch, 3.2.:** Wenzel-Kramer-Brillouin (WKB) Methode,

**Lektüre:**

Kapitel über stationäre Störungstheorie. (z.B. Shankar Kap. 17)

Kapitel über Addition von Drehimpulsen und WKB (z.B. Shankar Kap. 15.1, 15.2, 16.1, 16.2)

**Abgabe der Posterdateien bis zum 4.2.2016 um 14:00 an [strassel@physik.uni-kl.de](mailto:strassel@physik.uni-kl.de)**

**Letzte Übung:** Einzureichen bis zum 1.2.2016 um 10:00.

23.) Landau Niveaus in zirkularer Eichung

Betrachte ein geladenes Teilchen in einem homogenen Magnetfeld in  $z$ -Richtung in der zirkularen Eichung  $\vec{A} = \frac{B}{2}(x\hat{e}_y - y\hat{e}_x)$ .

- Zeige, dass der Hamiltonoperator für ein geladenes Teilchen einem isotropen Oszillator in  $x$ - und  $y$ -Richtung mit einer Kopplung zum Drehimpuls  $L_z$  entspricht und einem freien Problem in der  $z$ -Richtung.
- Drücke den Hamiltonoperator mit den üblichen Auf- und Absteigeoperatoren des Oszillators in  $x$ - und  $y$ -Richtung aus (benutze auch Aufgabe 16b).
- Definiere neue Auf- und Absteigeoperatoren  $a_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}(a_x + ia_y)$  und  $a_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}(a_x - ia_y)$ . Zeige durch direktes Ausrechnen der Kommutatorregeln mit den hermitesch konjugierten Operatoren, dass dies eine kanonische Transformation darstellt.
- Drücke den Hamiltonoperator mit Hilfe von  $a_{1/2}$  und  $a_{1/2}^\dagger$  aus. Was ist das entsprechende Spektrum und die jeweilige Entartung?

# Verständnisfragen

- 112.) Wie sind die Magnetisierung und die Suszeptibilität mit Hilfe der Freien Energie definiert?
- 113.) Was versteht man unter Paramagnetismus? Wann tritt er auf und welcher Term im Hamiltonoperator für ein geladenes Teilchen ist dafür verantwortlich?
- 114.) Was versteht man unter Diamagnetismus? Welcher Term im Hamiltonoperator für ein geladenes Teilchen ist dafür verantwortlich?
- 115.) Was ist der Aharonov-Bohm-Effekt.?
- 116.) Was versteht man unter der WKB-Näherung? Erläutere kurz das Vorgehen zur approximativen Lösung der zeitunabhängigen Schrödinger-Gleichung.
- 117.) Wie lautet die WKB-Bedingung zur Gültigkeit der WKB-Näherung? Gebe eine anschauliche physikalische Erklärung dafür an.
- 118.) Wie lautet die WKB-Wellenfunktion. Welche physikalischen Fälle müssen unterschieden werden?
- 119.) Erläutere, wie sich die Tunnelamplitude aus der WKB-Näherung ergibt.
- 120.) Wie lautet die Bohr-Sommerfeld-Quantisierung? Zeige, dass sich daraus die exakten Energieeigenwerte des harmonischen Oszillators ergeben.
- 121.) Zeige, dass der Erwartungswert der Energie immer größer oder gleich der Grundzustandsenergie ist. Was ist die allgemeine Vorgehensweise bei der Variationsmethode?
- 122.) Zeige, dass eine kleine Abweichung in einem Energieeigenzustand nur zu einer quadratisch kleinen Korrektur im Erwartungswert der Energie führt.
- 123.) Welche Entwicklung der Zustände und Energien wird bei der Herleitung der stationären Störungstheorie angenommen. Wie werden die Koeffizienten allgemein bestimmt?
- 124.) Leite die Formeln für die Energie in der (nicht-entarteten) stationären Störungstheorie bis zur zweiten Ordnung her. Was ist die Korrektur des Zustands in der ersten Ordnung?
- 125.) Was muss bei der entarteten Störungstheorie beachtet werden? Argumentiere, dass im entarteten Fall das Problem mit Hilfe eines effektiven Hamiltonoperators im entarteten Hilbertraum beschrieben werden muss.