

1 Prüfungsprotokoll Diplomprüfung Theoretische Physik

Datum: 14. August 2007

Prüfling: J. Donges (Fragen: donges@uni-potsdam.de)

Prüfer: A. Pikovski, C. Henkel

Themen: Thermodynamik, Statistische Physik, Streutheorie, Relativistische Quantenmechanik, Quantenfeldtheorie

Ergebnis: 1.0

1.1 Inhalt

1.1.1 Thermodynamik - Pikovsky

Hauptsätze der Thermodynamik, Entropie, freie Energie ($dF \leq 0$), Gibbs Potential, chemisches Potential, Gibbs-Durhem Relation, Zusammenhang mit Phasengleichgewicht

1.1.2 Statistische Physik - Pikovsky

Pikovsky lässt mir die Wahl zwischen klassischem und quantenmechanischem mikrokanonischen Ensemble. Ich wähle das erste:

Klassisches mikrokanonisches Ensemble, Ergodenhypothese, Louvillesatz für Wahrscheinlichkeitsdichte, besondere Eigenschaften des mk Ensembles (keine gleichverteilte Wahrscheinlichkeitsdichte auf der Oberfläche $H(q, p) = E$), Wahrscheinlichkeitsmass $d\sigma_E = \frac{dA_E}{|\nabla H|}$, Einführung der Entropie, Übergang zur Thermodynamik

Grosskanonisches Ensemble, grosskanonische Zustandssumme (Partionsfunktion *g*), Besetzungszahldarstellung, grosskanonische bosonische Erwartungswerte für Besetzungszahlen, Bedingung für chemisches Potential ($\mu \leq E_0$ da Besetzungszahl immer positiv sein muss), klassischer Limes für ideales, wechselwirkungsfreies Bosonengas (wichtig ist effektive Anziehung zwischen Bosonen durch Statistik!), exakte Behandlung von idealem Bosonengas für niedrige Temperaturen, Abhängigkeit des chemischen Potentials von der Temperatur, Bose-Einstein Kondensation

1.1.3 Streutheorie - Henkel

Physikalische Situation, Idealisierungen (elastische Streuung, Vernachlässigung von Resonanzen/Interferenzen von gestreuten Wellenpaketen/Teilchen, Beschreibung durch einfallende ebene Welle e^{ikz} statt kompakten Wellenpaketen, keine Mehrfachstreuungen, ...), Definition des differentiellen Streuquerschnitts $\frac{d\sigma}{d\Omega}$, Beschreibung von stationären Streuzuständen durch Schrödinger Theorie, Asymptotik der Wellenfunktion für $r \rightarrow \infty$, Lippman-Schwinger Gleichung, Bornsche Reihe, Darstellung der Streuamplitude $f(\Omega)$, Bornsche Näherung, Gültigkeit für hohe Energie, Wie muss z.B. die Energie von Elektronen gewählt werden, um ein gegebenes Streupotential zu untersuchen? (Effektive Reichweite des Potentials \approx de Broglie Wellenlänge der Elektronen)

1.1.4 Relativistische Quantenmechanik - Henkel

Dirac Gleichung, Motivation, Diracmatrizen γ^μ aus relativistischer Dispersionsrelation, Clifford Algebra der γ^μ , Hermitizität von γ_0 und $\gamma_0\gamma_i = \alpha_i$ aus Hermitizität

des Dirac Hamiltonians, kleinste Darstellung der Clifford Algebra für vierdimensionale Matrizen (höherdimensionale Darstellungen entsprechen höheren Spins)

Lokale Phaseninvarianz des Dirac Lagrangians/ lokale $U(1)$ Invarianz ergibt minimale Kopplung des elektromagnetischen Feldes an die Dirac Gleichung, elektrische Ladung als Eichparameter, Dirac 3-er Stromdichte $\bar{\Psi}\alpha^i\Psi$ soll wie ein Vektor transformieren, Spinor transformiert unter Spin 1/2 Darstellung der $SU(2)$, Dirac Gleichung beschreibt Spin 1/2 Teilchen, Welche Elementarteilchen ausser dem Elektron werden beschrieben? (Quarks) Wie sieht es mit Neutrinos, Protonen, Neutronen aus? (Henkel legt allgemein Wert auf die Phänomenologie der Elementarteilchen), Interpretation des Dirac Spinors, Teilchen/Antiteilchenlösungen, nichtrelativistischer Limes

Basics der Gruppentheorie (Darstellungen etc.), Lie Algebren, Welche Symmetrien kennen Sie noch? $SU(3)$ Invarianz in der Quantenchromodynamik, Verbindung mit drei Farbladungen der Quarks, $SU(3)$ hat 8 Generatoren \rightarrow es gibt acht Eichbosonen/Gluonen

1.1.5 Quantenfeldtheorie - Henkel

Motivation, Kanonische Quantisierung, Wie würde man die allgemeine Relativitätstheorie quantisieren?, behandle Metrik $g^{\mu\nu}$ als Tensoroperatorfeld, Entwicklung in orthogonales, vollständiges Funktionensystem, Einführung der Vernichtungs- und Erzeugungsoperatoren als Entwicklungskoeffizienten, (Anti)kommutatorrelation der Vernichter/Erzeuger, Gravitonen

1.1.6 Fazit

Henkel und Pikovski arbeiten harmonisch zusammen, jeder stellt Fragen aus seiner Vorlesung, qualitative physikalische Argumente reichen fast immer, keine Herleitungen oder Beweise! Aufgeschriebene Formeln müssen nur ungefähr stimmen, die beiden helfen bei kleinen Aussetzern auch gerne mal weiter.