

1. Übungsblatt zur Theoretische Festkörperphysik

Abgabe: bis Montag 30.04.2007 10:15 Uhr in der Vorlesung.

Aufgabe 1 (10 Punkte): Funktionalableitung und Lagrangegleichungen

(a) Mit Hilfe der Definition der Funktionalableitung (wird in der Übung eingeführt) zeigen Sie folgende Regeln:

$$\begin{aligned} \frac{\delta\Psi(x_\alpha)}{\delta\Psi(x_\beta)} &= \delta(x_\alpha - x_\beta), \\ \frac{\delta(f(\Psi(x_\alpha)))}{\delta\Psi(x_\beta)} &= \frac{\partial(f(\Psi(x_\alpha)))}{\partial\Psi(x_\alpha)} \frac{\delta\Psi(x_\alpha)}{\delta\Psi(x_\beta)} \\ \frac{\delta}{\delta\Psi(x_\beta)} \frac{\partial}{\partial x_\alpha} \Psi(x_\alpha) &= \frac{\partial}{\partial x_\alpha} \delta(x_\alpha - x_\beta) \end{aligned}$$

(b) Leiten Sie aus dem Hamiltonschen Prinzip:

$$\delta S[\Phi^1, \dots, \Phi^N, \dot{\Phi}^1, \dots, \dot{\Phi}^N] = 0$$

die Lagrangegleichungen für bel. Felder $\Phi^\alpha(\mathbf{r})$ mit $\alpha = 1, 2, \dots, N$ her: **Entweder** für die Lagrangedichte

$$\partial_t \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial(\partial_t \Phi^\alpha)} + \partial_\mu \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial(\partial_\mu \Phi^\alpha)} = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \Phi^\alpha}, \quad \alpha = 1, 2, \dots, N$$

oder für die Lagrangefunktion

$$\frac{d}{dt} \frac{\delta L}{\delta \dot{\Phi}^\alpha} = \frac{\delta L}{\delta \Phi^\alpha}, \quad \alpha = 1, 2, \dots, N.$$

Dabei ist:

$$\mathcal{L}(t, \mathbf{r}, \Phi^\alpha, \partial_\mu \Phi^\alpha, \partial_t \Phi^\alpha), \quad \alpha = 1, 2, \dots, N \text{ und } \mu = x, y, z$$

die Lagrangedichte, die folgendermaßen mit der Lagrangefunktion zusammenhängt: $L(t) = \int \int \int dV \mathcal{L}(\mathbf{r}, t)$ und folgendermaßen mit der Wirkung: $S[\Phi^1, \dots, \Phi^N, \dot{\Phi}^1, \dots, \dot{\Phi}^N] = \int_{t_1}^{t_2} dt L(t)$, wobei die Variationen der Felder $\delta\Phi^\alpha$ für $t = t_1$ und $t = t_2$ verschwinden.

Aufgabe 2 (10 Punkte): Lagrangeformalismus für semiklassische Felder

Betrachten Sie ein System aus N elementaren Ladungsträgern (z.B. Elektronen und Ionen) die mit dem elektromagnetischen Feld wechselwirken. Dabei sei ψ_k ($k \in [1, N]$) der Zustand des k -ten Ladungsträgers (mit Ladung q_k). Leiten Sie ausgehend von der Lagrangedichte

$$\begin{aligned} \mathcal{L}(\mathcal{r}, t) = \sum_{k=1}^N \left\{ -\frac{1}{2m_k} \left(\frac{\hbar}{i} \nabla \psi_k - q_k \underline{A} \psi_k \right) \left(-\frac{\hbar}{i} \nabla \psi_k^* - q_k \underline{A} \psi_k^* \right) - \frac{\hbar}{2i} (\psi_k^* \partial_t \psi_k - (\partial_t \psi_k^*) \psi_k) - \psi_k^* V \psi_k \right\} \\ + \frac{\varepsilon_0}{2} |\underline{E}|^2 - \frac{1}{2\mu_0} |\underline{B}|^2 - \sum_{k=1}^N \{ \psi_k^* q_k \phi \psi_k \} \end{aligned}$$

die inhomogenen Maxwellgleichungen, als auch die Schrödingergleichung her.

Bitte Rückseite beachten! →

Termine:

- **Vorlesung:** Dienstag und Freitags 10 - 12 Uhr im PN 203
- **Übung:** Montag 14 - 16 Uhr vorläufig im PN 203

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der Übungspunkte (Abgabe in Dreiergruppen).
- Teilnahme an einem Projekt.
- Regelmäßige und aktive Teilnahme an der Übung und den Tutorien.

Literatur zur Lehrveranstaltung:

- Czocholl, Theoretische Festkörperphysik (Springer)
- Haken, Quantenfeldtheorie des Festkörpers (Teubner)
- Jäger, Valenta, Festkörpertheorie (Wiley)
- U. Rössler, Solid State Theory (Springer)
- Haug, Koch, Quantum Theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors, (World Scientific)
- Scherz, Quantenmechanik (Teubner)
- Scheck, Theoretische Physik (Springer), alle Bände

Hinweise:

Die **Anmeldung** für die Lehrveranstaltung erfolgt **online**: Hierzu kann der Link auf der WWW-Seite <http://www.itp.tu-berlin.de/tfp07.html> benutzt werden.

Anmeldeschluss für die Registrierung ist Freitag der **20.04.07 um 17:59 Uhr**

Die Übungsblätter werden am Freitag in der Vorlesung ausgegeben. Abgabe erfolgt dann (12 Tage später) am Dienstag in der Vorlesung. Später abgegebene Übungsblätter können nicht mehr berücksichtigt werden!! Es wird voraussichtlich insgesamt 9 bis 10 reguläre Übungsblätter geben.

Bitte schreiben Sie Ihre Namen und Ihre Matrikelnummer auf die Zettel.

Es existiert in der Abteilungsbibliothek Physik ein Semesterapparat zu dieser Vorlesung.