Prof. Dr. Tobias Brandes
Dr. Clive Emary

3. Übungsblatt – Theoretische Festkörperphysik I,II

Abgabe: Fr. 07.05.2010 bis 12:00 Uhr, EW705.
Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Die Abgabe soll in Dreiergruppen erfolgen.

Aufgabe 7 (12 Punkte): *Elastic media*

The Lagrange density of an isotropic elastic medium reads

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2}\rho_M \dot{\mathbf{u}}^2 - \frac{1}{2}\sum_{ij} \lambda_L \epsilon_{ii}\epsilon_{jj} + 2\mu_L \epsilon_{ij}^2,$$

with definitions as in VL-Skript 3.1.3.

- Starting from the appropriate Euler-Lagrange equations, show that this Lagrange density gives rise to the equations of motion

$$\rho_M \ddot{u}_k = \sum_{l=1}^{3} \frac{\partial}{\partial r_l}\sigma_{kl},$$

  and derive an expression for the stress tensor σ.

- Show that these equations can be written in the equivalent form

$$\ddot{\mathbf{u}} = c_t^2 \nabla^2 \mathbf{u} + (c_l^2 - c_t^2)\nabla(\nabla\cdot\mathbf{u}),$$

  with transverse and longitudinal speeds of sounds c_t and c_l.

- Show that the Ansatz $\mathbf{u}(\mathbf{r},t) = \nabla\phi(\mathbf{r},t) + \nabla\times\boldsymbol{\psi}(\mathbf{r},t)$, with scalar and vector potentials $\phi(\mathbf{r},t)$ and $\boldsymbol{\psi}(\mathbf{r},t)$ respectively, satisfies the above equation when the potentials obey the wave equations

$$\ddot{\phi} - c_l^2\nabla^2\phi = 0; \qquad \ddot{\boldsymbol{\psi}} - c_t^2\nabla^2\boldsymbol{\psi} = 0,$$

  with $\nabla\cdot\boldsymbol{\psi} = 0$.

Aufgabe 8 (8 Punkte): *Thermodynamik von Fraktalen*
Wir betrachten folgendes Energiespektrum als Approximation eines fraktalen Energiespektrums (Cantor-Menge):

$$E_n = c_1/3 + c_2/3^2 + c_3/3^3 + \ldots + c_n/3^n,$$

wobei c_k die Werte 0 oder 2 annehmen soll. Ein Mikrozustand ist dann durch Angabe von $c_1, c_2, \ldots, c_n$ definiert.

- Berechnen Sie für dieses System einen Ausdruck für die kanonische Zustandssumme und die spezifische Wärme C_v bei der Temperatur T.
- Berechnen Sie damit $C_v(T)$ numerisch für $n = 1$, $n = 5$, $n = 10$ und zeigen Sie so, dass $C_v(T \to 0)$ für grosse n um die Haussdorff-Dimension der Cantor-Menge oszilliert.

Bitte Rückseite beachten!⟶

Vorlesung:

- Dienstags 10–12 Uhr im EW 203
- Mittwochs 10–12 Uhr im EW 203

Übungen:

- Mi 14–16 Uhr im EW 229
- Do 12–14 Uhr im EW 731

Anmeldung:

Die Übungseinteilung, Punkteverteilung und Scheinvergabe zur Vorlesung erfolgt über das Moseskontosystem: https://moseskonto.tu-berlin.de/moseskonto.

Scheinkriterien:

- Mindestens 60% der Übungspunkte
- Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Übungen

Literatur zur Lehrveranstaltung:

- Ashcroft, Mermin, *Festkörperphysik* (Oldenbourg)
- Kittel, *Quantentheorie der Festkörper* (Oldenbourg)
- Czycholl, *Theoretische Festkörperphysik* (Springer)
- Ibach, Lüth, *Festkörperphysik* (Springer)
- Jäger, Valenta, *Festkörpertheorie* (Wiley)
- U. Rössler, *Solid State Theory* (Springer)
- Haug, Koch, *Quantum Theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors* (World Scientific)
- Haken, *Quantenfeldtheorie des Festkörpers* (Teubner)
- Scherz, *Quantenmechanik* (Teubner)

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

Hinweise:

Die Übungsblätter werden in der Regel am Dienstag in der Vorlesung ausgegeben. Die Abgabe erfolgt dann (10 Tage später) am Freitag. Abgabezeit und -ort: bis 12:00 Uhr, EW705.

Weitere Informationen können auf der Vorlesungshomepage http://www.itp.tu-berlin.de/itp/menue/lehre/lv/ss10/wahlpflichtveranstaltungen/tfp gefunden werden.