

Prof. Dr. Tobias Brandes
 Arash Azhand
 Wassilij Kopylov
 Christian Fräßdorf

5. Übungsblatt – Theoretischen Physik IV

Abgabe: Fr. 17. 05. 2013 bis 17:00 Uhr im Briefkasten am Ausgang des ER-Gebäudes

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Die Abgabe soll in 3er-Gruppen erfolgen. Bitte geben Sie Ihre Namen, Matrikelnummer und das Tutorium an!

Aufgabe 13 (7 Punkte): Zustandsdichte

Berechnen Sie die Einteilchen-Zustandsdichte $\nu_D(E)$ eines freien Teilchens mit Dispersion $E = |\mathbf{k}|^2 = k_1^2 + \dots + k_D^2$ ($\hbar = 2m = 1$) im D -dimensionalen Volumen L^D ($D = 1, 2, 3, \dots, 2736, \dots$ beliebig). Geben Sie mit Hilfe des hergeleiteten Resultates auch die N -Teilchen-Zustandsdichte für N nicht-wechselwirkende Teilchen an, von denen jedes die Dispersion $E = |\mathbf{k}|^2 = k_1^2 + \dots + k_d^2$ ($\hbar = 2m = 1$) in d Dimensionen hat.

Aufgabe 14 (6 Punkte): Rotation eines zweiatomigen Gases

Betrachten Sie ein Gas aus zweiatomigen Molekülen, wobei Vibrationen zwischen den beiden Atomen vernachlässigt werden. Die Rotation soll mit Hilfe des quantenmechanischen Rotators diskutiert werden, dessen Energieeigenwerte bekannt sind:

$$E_l = l(l+1) \frac{\hbar^2}{2I} \quad l = 0, 1, \dots$$

Dabei ist I das Trägheitsmoment. Die Energieeigenwerte hängen nicht von der Quantenzahl m ($-l \leq m \leq l$) ab, jedes Energieniveau ist aber $(2l+1)$ -fach entartet.

- (a) Bestimmen Sie die Zustandssumme der Rotation eines Moleküls (kanonisches Ensemble).
- (b) Berechnen Sie diese Zustandssumme, indem Sie sie in ein Integral überführen. (Hinweis: Die Rechnung vereinfacht sich durch die Substitution $x = \frac{l(l+1)\hbar^2}{2Ik_B T}$)
- (c) Berechnen Sie die mittlere Energie \bar{E} und die Wärmekapazität C_V der Rotation.

Aufgabe 15 (7 Punkte): Entropie eines Paramagneten

Betrachten Sie ein System aus N nicht-wechselwirkenden Spins ($s = \frac{1}{2}$) in einem externen magnetischen Feld \mathbf{H} . Der Hamiltonian ist gegeben durch $H = -h \sum_{i=1}^N \sigma_i$ mit $\sigma_i = \pm 1$ und $h = -\mu_B |\mathbf{H}|$. Berechnen Sie die Zahl der Zustände mit fester Gesamtenergie E nach der Relation

$$\Omega = \sum_{\{\sigma\}} \delta(E - H),$$

wobei $\sum_{\{\sigma\}}$ die Summe über alle Spin-Konfigurationen ist. Wie groß ist nun die Entropie des Paramagneten?

Hinweis: Benutzen Sie die Integraldarstellung der Deltafunktion. Der resultierende Integrand kann geschrieben werden in der Form $\exp[Nf(k)]$. Entwickeln Sie $f(k)$ bis zur zweiten Ordnung in k und bestimmen sie das Integral.

5. Übung TP IV SS 2013

Vorlesung: Mi. um 12 Uhr – 14 Uhr in EW 203,
Fr. um 8 Uhr – 10 Uhr in EW 203.

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der schriftlichen Übungspunkte.
- Bestandene Klausur
- Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien

Sprechzeiten:

Name	Tag	Zeit	Raum	Tel.
Prof. Dr. Tobias Brandes	Mo	13:00 – 14:00 Uhr	EW 744	23034
Arash Azhand	Do	15:00 – 16:00 Uhr	EW 627	27681
Wassilij Kopylov	Mi	15:00–16:00 Uhr	EW 705	22741
Christian Fräßdorf			EW 060	