

2. Hausübungen zur Quantenphysik SS 09

Dr. J. Henn Dr. O.M. Kind Prof. Th. Lohse Prof. J. Plefka Dr. U. Schwanke

Ausgabe: 29.04.09 Abgabe: 06.05.09 in der Vorlesung Besprechung: 13./14.05.09

H1 - Anwendung des Ehrenfestschen Theorems

Man berechne die Erwartungswerte $\langle x \rangle(t)$ und $\langle p \rangle(t)$ für ein eindimensionales Teilchen in einem

a) konstantem, homogenen Gravitationsfeld mit Potenzial $V(x) = -m g x$,

b) harmonischen Oszillatorpotenzial $V(x) = \frac{m}{2} \omega^2 x^2$,

für gegebene Anfangswerte $\langle x \rangle(t_0)$ und $\langle p \rangle(t_0)$!

Wie vergleicht sich Ihr Resultat zu den analogen Problemen in der klassischen Mechanik?

H2 - Kosmische Hintergrundstrahlung

Als Relikt des Urknalls beobachtet man heute eine fast isotrope Infrarotstrahlung mit einer Strahlungstemperatur von $T = 2,735$ K, welche das ganze Universum ausfüllt. Diese Strahlung stellt die beste bekannte Annäherung an die Abstrahlung eines idealen schwarzen Körpers dar.

a) Berechnen Sie, wieviele Photonen der kosmischen Hintergrundstrahlung sich im Mittel in einer Streichholzsachtel befinden.

b) Wieviel Energie (in keV) tragen diese Photonen zusammen?

H3 - Debye-Modell

Entwickeln Sie eine Theorie der spezifischen Wärme C_V eines eindimensionalen Kristalls bestehend aus identischen Atomen im Rahmen des Debye-Modells, und zeigen Sie, dass C_V für tiefe Temperaturen ($T \ll \Theta_D$) proportional zu T/Θ_D ist. Zeigen Sie weiterhin, dass für $T \gg \Theta_D$ das Äquipartitionsgesetz für Festkörper gilt. Es ist

$$\Theta_D = \frac{\hbar \omega_D}{k} = \frac{\hbar \pi \bar{v}}{k \cdot a}$$

die für den eindimensionalen Fall gültige Debye-Temperatur, k ist die Boltzmann-Konstante, a bezeichnet den Abstand benachbarter Gitteratome, und \bar{v} ist die effektive Schallgeschwindigkeit.