

### Übungen Theoretische Physik III LAG, SS.2010, Schuster

23. Gegeben ist ein System dessen Wellenzahlen  $k_\alpha$  gemäß

$$k_\alpha = \frac{2\pi}{L} n_\alpha \text{ mit } n_\alpha = 0, \pm 1, \pm 2, \dots,$$

$$\alpha = x, y, z$$

quantisiert sind. Berechnen Sie die Zustandsdichte  $\rho(\omega)$  für  $\omega = c |\vec{k}|$  in drei Dimensionen.

(3 Punkte)

24. Berechnen Sie für einen harmonischen Oszillator mit den Energiestufen

$$E_n = \left(n + \frac{1}{2}\right) \hbar\omega$$

der sich in einem Wärmebad der Temperatur  $T$  befindet die mittlere Energie  $\langle E \rangle$

( 2 Punkte)

25. (a) Berechnen Sie für ein ideales Gas aus freien Teilchen im Wärmebad der Temperatur  $T$  die großkanonische Zustandssumme

$$Z = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{\vec{p}_1, \dots, \vec{p}_n} \frac{1}{n!} \exp \left[ -\beta \left( \sum_{i=1}^n \frac{(\vec{p}_i)^2}{2m} \right) - \lambda_2 n \right]$$

( Resultat:  $Z = \exp \left[ \frac{L^3}{\lambda^3} e^{-\lambda_2} \right]$  mit  $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2\pi m k_B T}}$  und  $L^3 = \text{Volumen des Systems}$ )

(4 Punkte)

(b) Zeigen Sie, indem Sie 25 (a) verwenden, dass für das chemische Potential  $\mu = \frac{\lambda_2}{\beta}$  gilt :

$$\mu = -k_B T \log \left( \frac{V}{N \lambda^3} \right)$$

wobei  $N$  die mittlere Teilchenzahl des Systems ist.

(1 Punkt)