Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Übungsblatt 3 Statistische Physik und Thermodynamik WS 05/06

Abgabetermin: 18.11.

Aufgabe 1 (3 Punkte)

Berechnen Sie $\Omega(E)$, die Entropie S und die Temperatur T für ein System aus N 1-dimensionalen, harmonischen klassischen Oszillatoren $H = \sum_{i=1}^{N}(\frac{p_i^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 q_i^2)$ im mikrokanonischen Ensemble für große N. Diskutieren Sie das Ergebnis im Hinblick auf das Äquipartitionstheorem.

Aufgabe 2 (3 Punkte)

Gegeben sei ein ideales Gas bei Temperatur T das sich in einem äußeren Potential $U = \sum_{i=1}^{N} u(\vec{x}_i)$ befindet.

a) Berechnen Sie die Teilchendichte

$$n(\vec{x}) = \langle \sum_{i=1}^{N} \delta(\vec{x} - \vec{x}_i) \rangle$$

mit Hilfe der kanonischen Verteilungsfunktion als Funktion von u.

b) Zeigen Sie, daß für das Schwerefeld der Erde $u(\vec{x}_i) = mgz$ der Druck des Gases durch

$$P(z) = P(0)\, e^{-\frac{mgz}{kT}}$$

gegeben ist. *Hinweis*: Benutzen Sie die thermische Zustandsgleichung und $n = N/V$.

Aufgabe 3 (4 Punkte)

Gegeben sei ein Gas aus N zwei-atomigen, nicht miteinander wechselwirkenden Molekülen. Die Hamiltonfunktion für ein Molekül lautet

$$H = \frac{1}{2m}(\vec{p}_1^{\,2} + \vec{p}_2^{\,2}) + \alpha|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^2 , \quad \alpha > 0 .$$

a) Berechnen Sie die kanonische Zustandssumme.

Hinweis: Zur Berechnung der Ortsintegrale ist es günstig Relativ- und Schwerpunktskoordinaten $\vec{R} = \frac{1}{2}(\vec{r}_1 + \vec{r}_2)$, $\vec{r} = \frac{1}{2}(\vec{r}_1 - \vec{r}_2)$ einzuführen.

b) Berechen Sie die Energie E, die freie Energie F und den Druck P.