

11. Übungsblatt – Theoretische Physik IV – Statistik/Thermodynamik**Abgabe: Mittwoch** 23.01.2008 bis 15:00 in den Briefkasten (Altbau)**Aufgabe 28 (8 Punkte):** *Ideales Gas mit strukturierten Teilchen*

Betrachten Sie ein ideales Gas, dessen Moleküle strukturiert sind und dadurch innere Freiheitsgrade besitzen. Der Phasenraum des i -ten Moleküls (Gesamtmasse M) wird durch die Schwerpunktskoordinaten $\mathbf{Q}_i, \mathbf{P}_i$, sowie durch die Koordinaten der inneren Freiheitsgrade $q_i^1, \dots, q_i^r; p_i^1, \dots, p_i^r$ im $R^{(6+2r)}$ aufgespannt. In der harmonischen Näherung lautet die Hamiltonfunktion des idealen Gases mit N Molekülen (einer Sorte):

$$H \equiv \sum_{i=1}^N \frac{1}{2M} \mathbf{P}_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^r \left(a_j p_i^{j2} + b_j q_i^{j2} \right) \quad a_j, b_j > 0, \quad 1 \leq j \leq r.$$

Zeigen Sie, dass im Großkanonischen Ensemble für die kalorische Zustandsgleichung des Gases gilt:

$$U(T) = \frac{3 + 2r}{2} kT \langle N \rangle$$

Aufgabe 29 (8 Punkte): *Virialkoeffizient*

In der Virialentwicklung realer Gase geringer Dichten lautet die Zustandsgleichung (für molare Größen)

$$\frac{pv}{RT} \approx 1 - B_2 \frac{N_A}{v}.$$

Hierin ist $B_2(T)$ der zweite Virialkoeffizient für ein vorgegebenes Potential $\varphi(\mathbf{r})$

$$B_2(T) = -\frac{1}{2} \int d^3r (\exp(-\beta\varphi(\mathbf{r})) - 1).$$

(a) Berechnen Sie $B_2(T)$ für das intermolekulare Potential (SUTHERLAND-Potential)

$$\varphi(r) = \begin{cases} +\infty & 0 < r < R_0, \\ -\varphi_0 \left(\frac{R_0}{r}\right)^m & R_0 \leq r < +\infty, \varphi_0 > 0, m > 3 \end{cases}$$

exakt (in Form einer Reihe), und im Hochtemperaturlimes $\beta\varphi_0 \ll 1$

(b) Bringen Sie die Zustandsgleichung in die Form der VAN DER WAALS-Gleichung für geringe Dichten und bestimmen sie das Eigenvolumen b und den Binnendruck a in Abhängigkeit von den Parametern φ_0 und R_0 .

Aufgabe 30 (4 Punkte): *Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung*

Berechnen Sie ausgehend von der Maxwellverteilung der Geschwindigkeiten \mathbf{v} (s. Aufgabe 4)

$$w(\mathbf{v}) = \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} \exp\left(-\frac{m\mathbf{v}^2}{2kT} \right)$$

die Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung des Geschwindigkeitsbetrages $W(v)$. Ermitteln Sie daraus den wahrscheinlichsten, den mittleren und den mittleren quadratischen Geschwindigkeitsbetrag, also v_{max} , $\langle v \rangle$ und $\langle v^2 \rangle$.

Bitte Rückseite beachten! →

Vorlesung

- Dienstag 10:15 Uhr – 11:45 Uhr im PN 203
- Donnerstag 8:30 – 10:00 im PN 203

Klausur: Donnerstag den 07.02.2008 von 09:00 – 11:00 Uhr im EW 201

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der Übungspunkte (Abgabe in Dreiergruppen).
- Bestandene Klausur.
- Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien.

Sprechzeiten:

- Prof. Dr. Eckehard Schöll, PhD: Mittwoch: 14.30-15.30 im PN 735
- Dr. Kathy Lüdge: Donnerstag, 14–15 Uhr im PN 741, Tel: 23002
- Dipl.-Phys. Stefan Fruhner: Dienstag, 14–15 Uhr im EW 627/628, Tel: 27681
- Dipl.-Phys. Hartmut Lentz: Montag, 14–15 Uhr im EW 627/628, Tel: 27681

Tutorien:

- Mo 10:15-11:45 EW 731 Hartmut Lentz
- Di 8:30-10:00 EW 731 Hartmut Lentz
- Di 12:15-13:45 EW 229 Kathy Lüdge
- Mi 10:15-11:45 EW 184 Stefan Fruhner