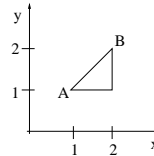


**5. Übungsblatt – Theoretische Physik IV – Statistik/Thermodynamik****Abgabe: Mittwoch** 28.11.2007 bis 15:00 in den Briefkasten (Altbau)**Aufgabe 10 (4 Punkte): Differenzialformen**

Betrachten Sie die beiden Differenzialformen

$$\begin{aligned}\omega_1(x, y) &= y \, dx - x \, dy \\ \omega_2(x, y) &= (x^2 + y^2) \, dx + 2xy \, dy.\end{aligned}$$



- (a) Zeigen Sie durch Integration von  $\omega_1$  längs der beiden gezeichneten Wege von A nach B, dass  $\omega_1$  kein totales Differenzial sein kann. Rechnen Sie nach, dass  $1/x^2$  ein integrierender Faktor für  $\omega_1$  ist und geben Sie die Funktion  $f_1(x, y)$  an, für die gilt  $1/x^2 \omega_1(x, y) = df_1(x, y)$ .
- (b) Zeigen Sie, dass  $\omega_2$  ein totales Differenzial ist und berechnen Sie zur Probe auch hier die Wegintegrale. Geben Sie ferner die Funktion  $f_2(x, y)$  an, für die gilt  $\omega_2(x, y) = df_2(x, y)$ .

**Aufgabe 11 (9 Punkte): Mischungsentropie**Betrachten Sie zwei einatomige ideale Gase aus  $N_1 \gg 1$  bzw.  $N_2 \gg 1$  jeweils ununterscheidbaren Teilchen im Volumen  $V_1$  bzw.  $V_2$ . Beide Gase sind in Kontakt mit einem Wärmebad der Temperatur  $T$ . Zwischen ihnen befindet sich eine Trennwand.

- (a) Zeigen Sie, dass die Entropie der Gassorte
- $j \in \{1, 2\}$
- gegeben ist durch

$$S_j(N_j, V_j, T) = N_j \left( f_j(T) + k \ln \left( \frac{V_j}{N_j} \right) \right),$$

wobei  $f_j(T)$  eine geeignete Funktion ist. Bestimmen Sie diese Funktion, indem Sie zunächst die kanonische Zustandssumme  $Z_j$  und daraus die innere Energie  $U_j$  berechnen. Die Entropie erhält man dann aus der Freien Energie  $F = -kT \ln Z = U - TS$  unter Verwendung der Stirling-Formel  $\ln N! \approx N(\ln N - 1)$ .

- (b) Die Teilchensorten 1 und 2 seien für uns unterscheidbar. Die Trennwand wird jetzt entfernt, so dass die Teilchen ineinander diffundieren und das Gesamtvolumen  $V = V_1 + V_2$  gemeinsam einnehmen. Dabei bleiben die Gase im Kontakt mit dem Wärmebad. Berechnen Sie die bei der Durchmischung erzeugte Entropie des Gesamtsystems in Abhängigkeit von den Teilchenzahlen  $N_1$ ,  $N_2$  und  $N = N_1 + N_2$  sowie den Drücken  $p_1 := N_1 kT/V_1$ ,  $p_2 := N_2 kT/V_2$  und  $p := (N_1 + N_2)kT/(V_1 + V_2)$ . Das Ergebnis kann mit Hilfe der Stirling-Formel vereinfacht werden. Ist die Durchmischung ein reversibler oder ein irreversibler Prozess?
- (c) Wiederholen Sie den vorangehenden Aufgabenteil unter der Annahme, dass die Teilchensorten 1 und 2 nicht unterscheidbar sind. Ist dieser Prozess reversibel?

**Aufgabe 12 (7 Punkte): LANGEVIN Paramagnetismus – Magnetfeld Ensemble**

Aufbauend auf Aufgabe 9 betrachten wir  $N$  ununterscheidbare, wechselwirkungsfreie Teilchen mit Spin  $1/2$  in einem äußeren Magnetfeld  $B$  und einem Wärmebad der Temperatur  $T$  (keine weiteren Freiheitsgrade). Berechnen Sie die Zustandssumme, die Gibbs'sche Freie Energie  $G(T, B)$ , die intensiven Variablen Entropie  $S(T, B)$  und Magnetisierung  $M(T, B)$  sowie die Innere Energie  $U$  und die Suszeptibilität  $\chi$ .

**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