INSTITUT FÜR THEORETISCHE PHYSIK
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

Prof. Dr. U. Motschmann
Dipl.-Phys. T. Bagdonat

THERMODYNAMIK UND STATISTIK WS 1999/2000

12. Übungsblatt Abgabe: Donnerstag, 27.1.2000, bis 11^{25} Uhr

---

Sprechstunde: T. Bagdonat, A317, Dienstag ab 14^{00} Uhr, Tel.: 391-5187
Ein Link zu dieser Vorlesung: `http://www.tu-bs.de/institute/theophys/edu.html`

---

32. **Nochmal Photonengas.** Gegeben sei ein an ein Reservoir gekoppeltes Photonengas des Volumens V. Es soll hier auf zwei Wegen gezeigt werden, wie die Bosonendarstellung verwenden kann, um Aussagen über den Spezialfall *Photonengas* machen zu können.

    (a) "Herleitung" aus dem funktionalen Zusammenhang: Welche Extremaleigenschaft hat die freie Energie F? Begründen Sie mit Hilfe des chemischen Potentials μ, warum die Photonenzahl im Unterschied zu materiellen Bosonen nicht frei vorgebbar ist.

    (b) Herleitung direkt aus der großkanonischen Zustandssumme: In der Vorlesung wurde die *Große Zustandssumme* Z_G für ein 1-Niveausystem abgeleitet. Verallgemeinern Sie diesen Ausdruck für bel. Niveaus. Schreiben Sie nun diesen geschickt um. [1]
    Berechnen Sie das *Große Potential* $J = -\tau \ln Z_G$! Bestimmen Sie nun unter Zurhilfenahme der MAXWELL-Relationen [2] die Teilchenzahl. Von welchen Größen ist N abhängig? Vergleichen Sie das Ergebnis mit Aufgabenteil (a).

33. **Die Wärmekapazität von Festkörpern.** In der Vorlesung wurde die Wärmekapazität im DEBYE-Modell für den Fall $T \ll \Theta$ abgeleitet. Berechnen Sie c_v für den anderen Grenzfall $T \gg \Theta$.

34. **Die Verdampfungswärmen von H_2O.**

    (a) Der Druck von Wasserdampf über Eis ist bei $T = -2°C$ gleich 3.88 mm Hg und bei $T = 0°C$ gleich 4.58 mm Hg. Schätzen Sie die Verdampfungswärme von Eis ab bei $T = -1°C$ in $J\ mol^{-1}$ und $J\ g^{-1}$.

    (b) Berechnen Sie aus der Dampfdruckgleichung $\frac{dT}{dp}$ nahe $p = 1\ bar$ für das Gleichgewicht *flüssig-dampfförmig.* Die Verdampfungswärme bei $T = 100°C$ ist 2260 $J\ g^{-1}$. Drücken Sie das Ergebnis in K/bar aus.[3]

---

[1] Rezept:Schreiben Sie die Zustandssumme in ein Produkt um und nutzen Sie die Eigenschaft der Bosonen für die Besetzungszahlen aus ($n_i = 0, 1, 2, \ldots$). Jetzt sollte Z_G faktorisierbar und summenfrei sein!

[2] Ein einfacher Weg ist es, J nach der Fugazität $z = \exp \frac{\mu}{\tau}$ zu differenzieren.

[3] LaTeXed by (o)lli