INSTITUT FÜR THEORETISCHE PHYSIK
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

Prof. Dr. U. Motschmann
Dipl.-Phys. S. Simon

THERMODYNAMIK UND STATISTISCHE MECHANIK — WS 2004/2005

3. Übungsblatt — Abgabe: keine

Fragen zu den Übungsaufgaben: S. Simon, Raum A225, Tel. 391-5183, sven.simon@tu-bs.de

---

9. **Quantenzustände, Entartungsfunktion**
   Ein paar einfache Fragen zum Einüben der Grundbegriffe:
   (a) Wie viele "Quantenzustände" existieren bei einem System, das aus zwei Würfeln besteht?
   (b) Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, mit den zwei Würfeln zusammen 2 Augen zu würfeln?
   (c) Wie hoch ist der Entartungsgrad, mit den zwei Würfeln zusammen 4 Augen zu würfeln?

10. **Kombinatorik**
    Betrachten Sie folgende Probleme:
    (a) A wettet gegen B, daß er aus 40 Spielkarten, von denen je 10 die gleiche Farbe haben, vier verschiedenfarbige Karten *ohne* Zurücklegen ziehen wird. Wie verhalten sich die Gewinnchancen von A und B zueinander?
    (b) Man hat 12 Steine, 4 weiße und 8 schwarze. A wettet gegen B, daß unter 7 Steinen, die er mit einem Griff blindlings herausziehen wird, 3 weiße sein werden. Wie verhalten sich die Gewinnchancen von A und B zueinander?
    (c) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß in einem Seminar mit n Teilnehmern ($n < 365$) mindestens zwei am gleichen Tag Geburtstag haben?

11. **Eine nützliche Abschätzung**
    Außerordentlich hilfreich in der Statistischen Physik ist die Abschätzung

$$\boxed{\ln(n!) \approx n \ln n - n \quad ; \quad n \in \mathbb{N}, \quad n \gg 1} \quad . \tag{1}$$

    (a) Finden Sie für diese Näherung eine einfache Begründung.
    (b) Zeigen Sie, daß sich Gl. (1) auch aus der Stirlingschen Formel ergibt, die Sie aus der Vorlesung kennen.

12. **Boltzmann-Verteilung**
    Ein Kristall mit N Gitterplätzen hat n_A Fehlstellen mit der Aktivierungsenergie ϵ_A und n_B Fehlstellen mit ϵ_B.
    (a) Bestimmen Sie den Entartungsfaktor $g(N, n_A, n_B)$ für die Anordnung der Fehlstellen.
    (b) Bestimmen Sie das Maximum der Entropie σ unter der Nebenbedingung, daß die Gesamtenergie U konstant ist. Wie ist das Verhältnis von n_A zu n_B?
    (c) Berechnen Sie die Fehlstellendichten n_A/N und n_B/N als Funktion der Temperatur τ.

    Hinweis: Es soll gelten: $1 \ll n_A, n_B \ll N$. Verwenden Sie dementsprechend geeignete Näherungen.