

---

**Gerhard Kahl & Florian Libisch**  
**STATISTISCHE PHYSIK 1 (VU – 136.020)**  
**2. Tutoriumstermin (8.4.2016)**

---

**T5.** Eine diskrete Zufallsvariable nimmt mit Wahrscheinlichkeit  $p$  das Ergebnis 1 und mit Wahrscheinlichkeit  $q = 1 - p$  das Ergebnis 0 an. Die Wahrscheinlichkeit  $P(k)$ , bei  $n$  Versuchen  $k$ -mal das Ergebnis 1 für diese Zufallsvariable zu erhalten, ist durch die Binomialverteilung gegeben:

$$P(k) = \binom{n}{k} p^k q^{n-k}.$$

(a) Betrachten Sie  $P(k)$  im Grenzwert  $p \rightarrow 0$  und  $n \rightarrow \infty$ , wobei  $pn = \lambda = \text{const.}$  Zeigen Sie, daß  $P(k)$  dabei in die Poisson-Verteilung

$$P^{\text{Poisson}}(k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda} \quad k = 0, 1, \dots$$

übergeht;

(b) zeigen Sie, daß  $P^{\text{Poisson}}(k)$  auf eins normiert ist;

(c) berechnen Sie den Erwartungswert und die Varianz der Poisson-Verteilung.

**T6.** Die Entropie eines Systems ist gegeben durch:

$$S_a(E, V, N) = k_B N \ln \left[ \frac{V}{N} \left( \frac{E}{N} \right)^{3/2} \right]$$

Berechnen Sie die Temperatur und den Druck des Systems. Um welches System handelt es sich?

Wenn nun die Entropie eines Systems durch

$$S_b(E, V, N) = k_B N \ln \left[ \frac{V}{N} \frac{E}{N} \right]$$

gegeben ist; um welches System handelt es sich dann?

**T7.** In der Folge sind jeweils thermische und kalorische Zustandsgleichungen angegeben. Untersuchen Sie, ob diese mit der Grundgleichung der Thermodynamik kompatibel sind ( $a$  und  $b$  sind dabei Konstanten):

(a)  $PV = Nk_B T$  und  $E = bT^2$ ;

(b)  $PV = Nk_B T$  und  $E = bT + V$ ;

(c)  $PV = Nk_{\text{B}}T + aT^2/V$  und  $E = bT$ ;

(d)  $PV = Nk_{\text{B}}T + aT^2/V$  und  $E = bT - aT^2/V$ .

**T8.** Für ein System sei die Entropie gegeben durch  $S = S(E, V) = c(E^3V)^{1/4}$ , wobei  $c$  eine Konstante ist. Berechnen Sie daraus

(a) die kalorische Zustandsgleichung.

(b) die thermische Zustandsgleichung.

**Zu kreuzen: 5a, 5b, 5c, 6, 7a, 7b, 7c, 7d, 8a, 8b**