

1. Übungsblatt – Theoretische Physik IV: Thermodynamik und Statistik 2009

Abgabe: Di. 28.04.2009 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude oder online über ISIS

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Bitte das Tutorium und den Namen des Tutors auf dem Aufgabenzettel angeben! Die Abgabe soll in Dreiergruppen erfolgen.

Aufgabe 1 (7 Punkte): Würfelspiele

Man stelle sich zwei Würfel vor, die geworfen werden.

1. Bestimmen Sie die Wahrscheinlichkeit, dass bei einem der Würfel eine 2 oben liegt.
2. Bestimmen Sie unter der Hypothese, dass die Augensumme 6 ist, die Wahrscheinlichkeit dafür, dass eine 2 oben liegt.

Man nehme nun an, dass einer von denen gezinkt ist ($p_1 = \dots = p_5 = 1/10$ und $p_6 = 1/2$) und der andere ordnungsgemäß funktioniert ($p_1 = \dots = p_6 = 1/6$). Dabei bezeichnet p_i jeweils die Wahrscheinlichkeit, dass nach einem Wurf die Zahl i oben liegt.

3. Sie greifen sich einen der Würfel und werfen ihn zweimal, wobei jeweils die 6 erscheint. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass beim dritten Wurf wieder die 6 oben liegt?

Aufgabe 2 (10 Punkte): Tunneln durch Barriere, Poissontheorem, Kumulanten

Betrachten Sie Elektronen, die mit der Wahrscheinlichkeit $T \in [0, 1]$ durch eine Barriere tunneln. Die Anzahl von transmittierten Elektronen n für eine vorgegebene Anzahl von Bernoulli-Versuchen N gehorcht einer Binomialverteilung (BV):

$$p_{BV}(n) = \binom{N}{n} T^n (1 - T)^{N-n}.$$

1. Zeigen Sie, dass die zugehörige Kumulantenerzeugende gegeben ist durch

$$\Gamma_{BV}(\alpha) = N \ln [1 + T (e^\alpha - 1)].$$

2. Berechnen Sie die ersten drei Kumulanten $\langle n \rangle_C$, $\langle n^2 \rangle_C$ und $\langle n^3 \rangle_C$ und interpretieren Sie das Ergebnis.
3. Zeigen Sie für $T \ll 1$ und $NT \rightarrow \langle n \rangle$, dass die Binomialverteilung in eine Poissonverteilung (PV) mit folgender der Kumulantenerzeugenden übergeht:

$$\Gamma_{PV}(\alpha) = \langle n \rangle (e^\alpha - 1).$$

Aufgabe 3 (3 Punkte): Momente

Das Moment ν -ter Ordnung ist gegeben durch $M_\nu = \langle x^\nu \rangle$. Zeigen Sie folgende Relation für die um den Mittelwert verschobenen Momente $\langle (x - \langle x \rangle)^\nu \rangle$:

1. $\langle (x - \langle x \rangle)^2 \rangle = M_2 - M_1^2$
2. $\langle (x - \langle x \rangle)^3 \rangle = M_3 - 3M_1M_2 + 2M_1^3$
3. $\langle (x - \langle x \rangle)^4 \rangle = M_4 - 4M_1M_3 + 6M_1^2M_2 - 3M_1^4$

- Vorlesung:**
- Donnerstags 10:15 Uhr – 11:45 Uhr im EW 203.
 - Freitags 8:30 Uhr – 10:00 Uhr im EW 203.

- Tutorien:**
- Di. 12–14 Uhr im ER 164 (Martin Kliesch).
 - Di. 14–16 Uhr im ER 226 (Martin Kliesch).
 - Mi. 8–10 Uhr im EW 731 (wechselnd).
 - Mi. 12–14 Uhr im ER 229 (wechselnd).
 - Do. 12–14 Uhr im ER 731 (wechselnd).

Die Anmeldung muss bis zum 17.04.2009 15:00 Uhr unter
https://www.itp.physik.tu-berlin.de/cgi-bin/lv/anmeldung.py?id=ss09_tp4
erfolgen.

- Klausur:**
- Freitag, den 03.07.2009, von 08:00 – 10:00 Uhr im ER 270.

- Scheinkriterien:**
- Mindestens 50% der Übungspunkte.
 - Bestandene Klausur.
 - Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien.

Literatur zur Lehrveranstaltung:

Siehe auch Semesterapparat in der Physikbibliothek.

- Friedrich Schögl: Probability and Heat (Vieweg 1989)
- Franz Schwabl: Statistische Mechanik (Springer 2000)
- Frederick Reif, Wolfgang Muschik: Statistische Physik und Theorie der Wärme
- Wolfgang Nolting: Grundkurs Theoretische Physik Bd. 4 und 6 (Springer)
- Harald Stumpf, Alfred Rieckers: Thermodynamik Bd. I (Vieweg 1976)
- Peter Theodore Landsberg: Thermodynamics and Statistical Mechanics (Paperback 1990)
- Peter Theodore Landsberg (ed.): Problems in Thermodynamics and Statistical Physics
- Jürgen Schnakenberg: Thermodynamik und Statistische Physik (VCH 2000)
- Lew D. Landau, Jewgeni M. Lifschitz: Bd V, Statistische Physik
- Charles Kittel: Physik der Wärme
- Herbert B. Callen: Thermodynamics
- Richard Becker: Theorie der Wärme
- Wolfgang Weidlich: Thermodynamik u. Statistische Mechanik
- Kerson Huang: Statistische Physik

Sprechzeiten:

Name	Tag	Zeit	Raum	Tel.
Prof. Dr. E. Schöll, PhD	Mi.	14:30–15:30 Uhr	EW 735	23500
Stefan Fruhner	Di.	14:00–15:00 Uhr	EW 627	27681
Philipp Hövel	Mi	10:00–11:00 Uhr	EW 633	27658
Peter Kolski	Mi	15:00–16:00 Uhr	EW 627	79863
Martin Kliesch		(folgt)	EW 060	26232