

**Übungen zur Vorlesung Theorie IV (Statistische Physik und Thermodynamik)****Blatt 1****Vorbemerkungen**

In jedem Übungsblatt finden Sie eine Reihe von **Quickies**. Sie dienen der Selbstkontrolle und werden in den Tutorien nur auf Nachfrage besprochen. Die Klausur wird mit einem Block Quickies beginnen. Bearbeiten Sie die anderen Aufgaben bitte schriftlich und geben Sie sie ab. Um zur Klausur zugelassen zu werden, müssen Sie 50 % der Punkte erreichen. Auf jedes Blatt gibt es 36 Punkte.

**Quickies:**

1. Was ist Druck? Wie kann man ihn messen?
2. Wie kann man Temperatur messen?
3. Welche Temperaturskalen kennen Sie? Wie sind sie definiert?
4. Was ist die Boltzmann-Konstante und welchen Wert hat sie?
5. Wie lautet die Zustandsgleichung idealer Gase?
6. Was ist Wärme?
7. Wie lautet der erste Hauptsatz der Thermodynamik?
8. Was versteht man unter extensiven und intensiven Zustandsgrößen? Zählen Sie einige auf.
9. Was versteht man unter dem thermischen Gleichgewicht?

**Aufgaben** (abzugeben bis spätestens 12:10 am 24. Oktober)

Abgabe: Einwurf in den roten Kasten Nr. 34 im Erdgeschoss des Physik-Gebäudes (Staudingerweg 7)

**Aufgabe 1) Thermisches Gleichgewicht** (12 Punkte)

Ein Hohlzylinder sei durch einen Kolben in zwei Kammern geteilt. In den beiden Kammern sind  $N_1$  bzw.  $N_2$  Teilchen desselben monoatomaren idealen Gases. Die beiden Außenwände des Zylinders sind vollkommen isolierend. Im Ausgangszustand sei der Kolben unbeweglich und wärmeisolierend. Die Kammern haben das Volumen  $V_1^{(0)}$ ,  $V_2^{(0)}$  und den Druck  $P_1^{(0)}$ ,  $P_2^{(0)}$ .

- (a) Welcher Gleichgewichtszustand stellt sich ein, wenn der Kolben wärmeleitend gemacht wird, also Wärmeaustausch zwischen den Kammern möglich wird? Berechnen Sie  $(P_i, T_i)$  im Gleichgewicht als Funktion von  $(P_i^{(0)}, V_i^{(0)})$ .
- (b) Welcher Gleichgewichtszustand stellt sich ein, wenn der Kolben undicht, also teilchendurchlässig wird?
- (c) Welcher Gleichgewichtszustand stellt sich ein, wenn der Kolben dicht und wärmeisolierend bleibt, aber frei beweglich gemacht wird, so dass die Kammern die Volumina anpassen können?

Hinweis: Beachten Sie, dass der bewegte Kolben Arbeit verrichtet, die in Wärme umgewandelt wird. Sie dürfen davon ausgehen, dass die Bewegung des Kolbens so langsam ist, dass zu jedem Zeitpunkt die ideale Gasgleichung gilt.

Zwischenergebnis:  $p_i^{-2/5} T_i$  bleibt während des Prozesses in den Kammern konstant.

Erinnerung: Die Zustandsgleichungen des monoatomaren idealen Gases sind  $PV = Nk_B T$  und  $U = \frac{3}{2}Nk_B T$ .

**Aufgabe 2) Statistik I** (12 Punkte)

- (a) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß man mit einem Würfel in  $n$  Würfeln nie eine 6 würfelt?
  - für  $n = 1$  und für  $n = 2$  ?
  - für allgemeine  $n$  ?
- (b) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß man in  $n$  Würfeln mindestens eine 6 würfelt?
- (c) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß man in  $n$  Würfeln genau eine 6 würfelt?
- (d) Angenommen, in einer Serie von  $n$  Würfeln ist keine 6 aufgetreten. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass der nächste Wurf eine 6 ist? Nimmt sie mit  $n$  zu oder ab?
- (e) Berechnen Sie den mittleren Abstand zwischen zwei Sechsen.

**Aufgabe 3) Statistik II** (12 Punkte)

- a) Bei einem Verbrechen in Frankfurt werden DNA Spuren am Opfer festgestellt. Die Polizei gleicht diese mit einer umfassenden Datenbasis von genetischen Fingerabdrücken ab und findet bei einem Mann einen identischen genetischen Fingerabdruck. Der DNA Test ist sehr zuverlässig: Er identifiziert positive Übereinstimmungen mit 99 % Sicherheit und kann im negativen Falle Übereinstimmungen mit 99.99 % Sicherheit ausschließen. Schätzen Sie die Wahrscheinlichkeit, dass der Mann der Täter ist.
  - 99 % ?
  - 99.99 % ?
  - circa 20 % ?
  - weniger als 1 % ?
- b) In der Zeitung lesen Sie die Schlagzeile: *”Startups beschäftigen intelligentere Mitarbeiter: Eine Studie hat den durchschnittlichen IQ aller deutschen Unternehmen ermittelt. Das Ergebnis: Startups belegen Spitzenplätze.”*  
Erklären Sie die Ursache dieser Studie.
- c) In einer Schule wird an zwei gleich große Parallelklassen, der 5a) und der 5b), ein Leistungstest durchgeführt. Von 100 möglichen Punkten erzielen die Schüler der 5a) im Schnitt 45, die Schüler der 5b) im Schnitt 55 Punkte. Um die Leistungen der Schüler zu verbessern, beschließt die Schulleitung, die Klassen neu einzuteilen in eine kleine Förderklasse und eine große Restklasse. Im nächsten Leistungstest haben sich beide Klassen verbessert: Die Schüler der 5a) haben im Schnitt 47.5 Punkte, die Schüler der 5b) sogar 57.5 Punkte.  
Beantworten Sie folgende Fragen:
  - Kann man daraus schließen, dass die Schüler besser geworden sind?
  - Welche der beiden Klassen ist die Förderklasse?
  - Kann man die Größe der Förderklasse abschätzen?

Literatur zu dieser Aufgabe:

- David Kahnemann: ”Thinking fast and slow”
- Hans-Peter Beck-Bornholdt: ”Der Hund, der Eier legt”