# Übungsblatt 1

Ausgabe: 22.10.2024
Abgabe: 29.10.2024, vor 10:00 Uhr (Ilias)
Besprechung: 31.10.2024 (Tutorien)

- *Bitte versehen Sie Ihre Abgabe mit einem Deckblatt mit Übungsblattnummer, Namen und Tutoriumsnummer.*
- *Geben Sie eine einzelne pdf-Datei ab und benennen sie diese mit allen Namen der Lerngruppenmitglieder (z.B. Einstein_Rosen_Podolsky.pdf).*

**Aufgabe 1**

a) In der Elektrodynamik haben Sie die Felder $\vec{E}$, $\vec{D}$, $\vec{H}$ und $\vec{B}$ kennengelernt. Benennen Sie diese und erklären Sie jeweils mit einem Satz ihre physikalische Bedeutung.
b) In der Optik ist das Verhalten der genannten Felder in Materie von grundlegender Bedeutung. Durch welche Größen gehen die optischen Eigenschaften eines Materials in die Berechnung der Felder ein?
c) Wir betrachten eine ebene Grenzfläche zwischen zwei unterschiedlichen isotropen dielektrischen Materialien. Leiten Sie die Stetigkeitsbedingungen für die Normal- und Tangentialkomponenten her für:
i) das Feld $\vec{E}$
ii) das Feld $\vec{D}$.

**Aufgabe 2**

Die Fourier-Analyse (auch klassische harmonische Analyse) wird verwendet, um zeitliche Signale in ihre Frequenzanteile zu zerlegen. Sie ist in der Optik von großer praktischer Bedeutung.

Im Folgenden soll eine diskrete Fourier-Transformation der Funktion $x(t) = \begin{cases} 1\,, 0 \leq t < \pi \\ -1\,, \pi \leq t < 2\pi \end{cases}$ durchgeführt werden. Außerhalb des angegebenen Bereichs wiederhole sich die Funktion periodisch.

a) Entwickeln Sie $x(t)$ als komplexe Fourier-Reihe in fünfter Näherung. Berechnen Sie dazu die komplexen Fourier-Koeffizienten der Ordnungen *n* = {-5; -4; … ; 4; 5}. Entnehmen Sie die benötigten Formeln einer Formelsammlung.
b) Zeichnen Sie die Originalfunktion $x(t)$ sowie ihre Fourier-Reihen erster bis fünfter Näherung.
c) Zeichnen Sie das zugehörige Frequenzspektrum.

**Aufgabe 3**

In der Thermodynamik werden Systeme beschrieben, die aus einer sehr großen Anzahl von Teilchen bestehen. Daher spielen statistische Aussagen eine wichtige Rolle.

a) Sie haben einen Behälter mit zwei identischen Kammern, die durch eine Öffnung verbunden sind. Der Behälter ist gefüllt mit einer Anzahl von $N$ Gasteilchen, die sich mit zufälligen Geschwindigkeiten (Betrag und Richtung) bewegen. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit $p$, dass sich ein bestimmtes Teilchen zu einem zufälligen Zeitpunkt in Kammer 1 befindet?

b) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit $\rho_N(n)$, dass sich zu einem zufälligen Zeitpunkt eine Anzahl $n$ der insgesamt $N$ Teilchen ($n \leq N$) in Kammer 1 befindet?

c) Skizzieren Sie die Funktion $\rho_N(n)$ über die Koordinate $n/N$ für die Werte $N$ = 10, 100, 1000. Benutzen Sie dazu eine geeignete Näherung von $\rho_N(n)$ für sehr große Werte von $N$ (Herleitung der Näherung nicht nötig).

d) Beschreiben Sie, was mit $\rho_N(n)$ für $N \to \infty$ passiert. Was geschieht mit dem Erwartungswert und der Streuung um den Erwartungswert? Benutzen Sie dabei weiterhin die Koordinate $n/N$.

e) Welche Schlussfolgerung ziehen Sie für die Verteilung von Gasteilchen in einem Behälter der genannten Art?