

Aufgabe 1: Kurzaufgaben**10 P**

- (a) **1 P** Wie lautet der Integralsatz von Gauß?
- (b) **1 P** Wie verlaufen die elektrischen Feldlinien relativ zu den Äquipotentialflächen?
- (c) **1 P** Sind die Ladungsdichte und die Stromdichte voneinander unabhängig?
- (d) **1 P** Wie funktioniert das Prinzip der Spiegelladung?
- (e) **1 P** Was bedeutet Eichfreiheit?
- (f) **1 P** Nennen Sie zwei Postulate der speziellen Relativitätstheorie.
- (g) **1 P** Wie unterscheiden sich Lorentz- und Gallileo/-Transformation?
- (h) **1 P** Was ist der Welle-Teilchen Dualismus?
- (i) **1 P** Was besagt die Heisenbergsche Unschärferelation?
- (j) **1 P** Wie werden Observablen in der Quantenmechanik beschrieben?

Aufgabe 2: Geladene Walze, geladenes Rohr und geladene Platte**10 P**

- (a) **4 P** Ein langer Hohlzylinder mit Radius R sei homogen elektrisch geladen.
 - 1. Berechnen Sie das elektrische Potential und Feld im Innen- und Außenraum. Das Potential muss auf der Oberfläche stetig sein.
 - 2. Skizzieren Sie Potential und Feld. Wie verhält sich das Feld an der Rohrwand?
- (b) **4 P** Ein langer Vollzylinder mit Radius R sei homogen elektrisch geladen.
 - 1. Berechnen Sie das elektrische Potential und Feld im Innen- und Außenraum. Potential und Feld müssen auf der Oberfläche stetig sein.
 - 2. Skizzieren Sie Potential und Feld. Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem aus Aufgabe b.).
- (c) **2 P** Eine ausgedehnte Platte sei homogen elektrisch geladen. Berechnen Sie das elektrische Potential und Feld.

Aufgabe 3: Multipolentwicklung**10 P**

Vier Ladungen q befinden sich in einem kartesischen Koordinatensystem an den Punkten

$$(0, d, 0), (0, -d, 0), (0, 0, d), (0, 0, -d)$$

und vier Ladungen $-q$ an den Punkten

$$(-d, 0, 0), (-d/2, 0, 0), (d, 0, 0), (2d, 0, 0).$$

Berechnen Sie das Dipolmoment \vec{p} und den Quadrupoltensor Q dieser Ladungsanordnung.

Aufgabe 4: Lichtuhr

8 P

Eine Lichtuhr bestehe aus einem Blitzlicht B und einer Fotozelle F , die sehr dicht beieinander im Abstand d vor einem Spiegel S montiert sind. Die perfekte Elektronik triggert sofort einen neuen Lichtblitz, sobald die Fotozelle einen Lichtblitz vom Spiegel empfängt. In Ruhe „tickt“ die Uhr also im Abstand $T_0 = 2d/c$.

- (a) **4 P** Die Uhr bewege sich mit einer Geschwindigkeit v senkrecht zur Verbindung $BF - S$, also parallel zur Spiegeloberfläche. Zeigen Sie, dass ein ruhender Beobachter das Ticken der Uhr mit der üblichen Zeitdilatation messen würde.
- (b) **4 P** Jetzt bewege sich die Uhr mit der Geschwindigkeit v parallel zu $BF - S$, also senkrecht zur Spiegeloberfläche. Zeigen Sie, dass hier die Zeitdilatation ebenso gilt.

Aufgabe 5: Tunneleffekt

10 P

Wir betrachten die Streuung von Teilchen an einer Potentialbarriere, die durch das folgende Potential gegeben ist:

$$V(x) = \begin{cases} V_0, & \text{falls } |x| \leq a \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} .$$

Nehmen Sie an, dass die Teilchen mit der Energie E von links einlaufen, wobei $0 < E < V_0$ gelten soll.

- (a) **1 P** Was passiert im klassischen Fall?
- (b) **9 P** Bestimmen Sie die Transmissions- und Reflexionswahrscheinlichkeit.