

## Übungsaufgaben zur Elektrodynamik<sup>2</sup>

**25 Punkte**

### 1. Dipol und $\delta$ -Funktion

**9 Punkte**

Zeigen Sie auf drei verschiedenen Wegen, dass die Ladungsverteilung  $\rho(\vec{r}) = -(\vec{p} \cdot \nabla) \delta(\vec{r})$  einen elektrischen Dipol mit dem Moment  $\vec{p}$  beschreibt, der sich im Koordinatenursprung befindet:

- Berechnen Sie das elektrische Potential unmittelbar aus der gegebenen Ladungsverteilung.
- Verwenden Sie die Poisson-Gleichung und das Potential des elektrischen Dipols.
- Gehen Sie von der Multipolentwicklung in kartesischen Koordinaten aus. Dabei ist insbesondere zu zeigen, dass alle vom Dipol-Moment verschiedenen Momente verschwinden.

### 2. Quadrupol

**3 Punkte**

Berechnen Sie

$$\frac{\partial}{\partial x_i} \frac{\partial}{\partial x_j} \frac{1}{r}.$$

### 3. Linearer Quadrupol

**9 Punkte**

- Bestimmen Sie das Potential  $\varphi$  des linearen Quadrupols in großen Abständen. Die Ladungen  $q$ ,  $-2q$ ,  $q$  sind in den Abständen  $a$  auf der  $z$ -Achse angeordnet.
- Bestimmen Sie die Gleichung der Feldlinien eines linearen Quadrupols und zeichnen Sie den genäherten Verlauf der Feldlinien.
- Bestimmen Sie beim ebenen Quadrupol: die Ladungen  $\pm q$  sind so auf den Ecken eines Quadrates der Seitenlänge  $a$  angeordnet, dass benachbarte Ladungen verschiedene Vorzeichen haben und sich im Koordinatenursprung die Ladung  $+q$  befindet. Die Seiten des Quadrates sollen der  $x$ - bzw.  $y$ -Achse parallel sein.

<sup>1</sup>Fred.Albrecht@uni-potsdam.de, udo.schwarz@uni-potsdam.de

<sup>2</sup>**Aufgaben:** <https://udohschwarz.github.io/Lehre/lehrangebot/2020WSEdynamik/2020WSEdynamik.html>,  
**Punktliste:** <http://theosolid.physik.uni-potsdam.de/tpphp/index.php?tpii/ws2021>

4.

### Sprungbedingung

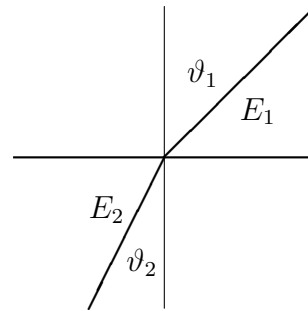
4 Punkte

An der Fläche zwischen zwei linearen Dielektrika hat das elektrische Feld einen Knick.

a) Zeigen sie, dass

$$\frac{\tan \vartheta_1}{\tan \vartheta_2} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}.$$

b) Wie lautete die Randbedingung für  $\varepsilon_2 \rightarrow \infty$ ?



Hinweis: Nutzen Sie den Gauß'schen- und Stokes'schen Satz zur Begründung der Sprungbedingungen.