

Frankfurt, 23. Oktober 2015

Übungen zur Vorlesung  
Theoretische Physik III - Elektrodynamik  
Wintersemester 2015/16

**Blatt 2**

(Abgabetermin: Freitag, 30. 10. 2015, 12:00 Uhr in der Vorlesung)

Name(n)	
Übungsgruppe	
Punkte	

**Aufgabe 8 (Diracsche Deltafunktion) (7 Punkte)**

Die definierende Eigenschaft der Diracschen Deltafunktion  $\delta(x)$  ist

$$(1) \quad \int_{-\infty}^{\infty} dx f(x)\delta(x) = f(0)$$

für beliebige nicht pathologische Funktionen  $f(x)$ .

a) Zeigen Sie, dass

$$(2) \quad \delta_n(x) = \begin{cases} 0, & x < -\frac{1}{2n} \\ n, & -\frac{1}{2n} < x < \frac{1}{2n} \\ 0, & x > \frac{1}{2n} \end{cases}$$

eine Sequenz von normalisierten Funktionen darstellt, für die im Limes  $n \rightarrow \infty$  gilt

$$(3) \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \int_{-\infty}^{\infty} dx f(x)\delta_n(x) = f(0)$$

Darf man erst den Limes, dann das Integral ausführen?

b) Zeigen Sie, dass

$$(4) \quad \delta(g(x)) = \sum_i \frac{1}{|g'(x_i)|} \delta(x - x_i) \quad \text{mit Nullstellen } x_i \text{ von } g, \forall i : g(x_i) = 0$$

c) Zeigen Sie, dass  $\delta(-x) = \delta(x)$ , aber  $x \frac{d}{dx}(\delta(x)) = -\delta(x)$ .

**Aufgabe 9 (Elektrische Leiter im Gleichgewichtszustand und Spiegelladungsmethode)** (7 Punkte)

In die Nähe einer geerdeten, leitenden Kugel (Potential gleich Null) mit Radius  $a$  wird eine Ladung  $q$  gebracht. Die Ladung befindet sich in einem Abstand  $d > a$  vom Zentrum der Kugel.

- Bestimmen Sie das elektrische Potential außerhalb der Kugel. Hinweis: Fügen Sie eine Punkt-Spiegelladung  $q'$  innerhalb der Kugel hinzu, am besten gleich auf der Geraden, die das Zentrum der Kugel mit  $q$  verbindet. Überprüfen Sie die Stetigkeit des Potentials.
- Bestimmen Sie das elektrische Feld innerhalb der Kugel. Gilt dasselbe Ergebnis für alle elektrischen Leiter?
- Welche Komponente des elektrischen Feldes verschwindet unmittelbar auf einer metallischen Oberfläche? Berechnen Sie das Feld auf der Außenseite der Kugel.

**Aufgabe 10 (Multipolmomente)** (6 Punkte)

Gegeben seien die abgebildeten Anordnungen von Punktladungen: (i) lineare Anordnung, (ii) Quadrat, und (iii) gleichseitiges Dreieck. Berechnen Sie die niedrigsten Multipolmomente dieser Ladungsverteilungen bis hin zum Quadrupolmoment.

