

Universität Bielefeld Fakultät für Physik Sommersemester	Einführung in die klassische Mechanik und Elektrodynamik 2024	Prof. Dr. Jürgen Schnack jschnack@uni-bielefeld.de 6193, E5-120
--	---	---

## Aufgabenblatt 10

### 10.1 Feld eines Plattenkondensators

Unter einem Plattenkondensator versteht man ein System von zwei zueinander parallel angeordneten Metallplatten mit dem Abstand  $d$  und der Fläche  $A$ . Damit die Effekte am Rand des Kondensators vernachlässigbar bleiben, muss  $d \ll \sqrt{A}$  sein.

Beide Platten tragen homogen verteilt jeweils die entgegengesetzt gleich große Ladung, d.h.,  $Q_1 = -Q_2 = Q$ . Definieren und verwenden Sie die Größe Flächenladungsdichte.

- Betrachten Sie zuerst eine Kondensatorplatte. In welche Richtung wird das  $\vec{E}$ -Feld aus Symmetriegründen zeigen (1 P.)?
- Nutzen Sie die integrale Formulierung der ersten Maxwell-Gleichung, legen Sie ein quaderförmiges Integrationsvolumen um einen Plattenausschnitt und leiten Sie auf diese Weise die elektrische Feldstärke ab. Wie lautet sie (2 P.)?
- Führen Sie die gleiche Prozedur für die andere Platte durch. Geben Sie das resultierende Feld der beiden Platten an (2 P.).
- Wie lautet das zugehörige Potential (2 P.)?
- Die Spannung zwischen den Kondensatorplatten ergibt sich als Potentialdifferenz der Platten. Wie groß ist sie (2 P.)?
- Es sei  $Q = C U$  die Beziehung zwischen Spannung und Ladung. Geben Sie die Kapazität  $C$  als Funktion der Systemgrößen an (1 P.).

### 10.2 Mathematische Fingerübungen III

Zeigen Sie mit ein paar Zwischenschritten, was bei den folgenden Relationen herauskommt.

a.

$$\frac{\partial}{\partial \vec{r}} \frac{1}{r} \cdot \quad (1)$$

b.

$$\frac{\partial}{\partial \vec{r}} \frac{1}{r^3} \cdot \quad (2)$$

c.

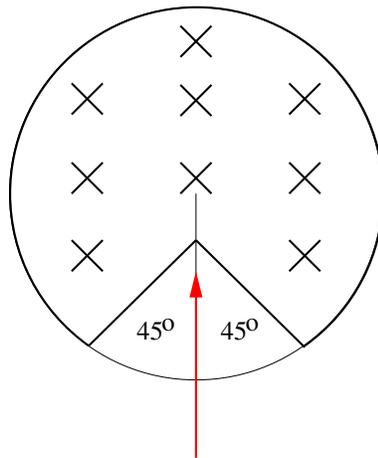
$$\vec{r}' \cdot \frac{\partial}{\partial \vec{r}} \frac{1}{r}. \quad (3)$$

d.

$$\left( \vec{r}' \cdot \frac{\partial}{\partial \vec{r}} \right) \left( \vec{r}' \cdot \frac{\partial}{\partial \vec{r}} \right) \frac{1}{r}. \quad (4)$$

### 10.3 Ungewöhnliche Teilchenbahnen

Ein geladenes Teilchen fliegt entlang des Pfeiles in ein Gebiet mit einem homogenen Magnetfeld, siehe Skizze.



Es gibt zwei qualitativ unterschiedliche Bahnformen. Beschreiben Sie beide und begründen Sie die Bahn. Eine der beiden Bahnen ist ungewöhnlich und interessant und stellt schöne Verknüpfungen zur Geometrie her.

Was passiert mit der schönen Lösung, wenn das Teilchen parallelverschoben auf die 45°-Kante trifft?