

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 11

### 11.1 Homogen geladene Kugel

Eine Kugel vom Radius  $R$  sei homogen geladen, d.h., die Ladungsdichte ist im Inneren konstant. Die Gesamtladung betrage  $Q$ . Das Koordinatensystem sei so gewählt, dass der Ursprung im Mittelpunkt der Kugel liegt.

- Verwenden Sie einschlägige Bücher (0 P.).
- Berechnen Sie das elektrostatische Potential der Kugel. Stellen Sie die radiale Abhängigkeit graphisch dar.  
Hinweis: Im Integral kommen zwei Koordinaten  $\vec{r}$  für  $\phi(\vec{r})$  und  $\vec{r}'$  für  $\rho(\vec{r}')$  vor. Arbeiten Sie in Kugelkoordinaten und legen Sie die  $z$ -Achse entlang  $\vec{r}$ . Es ist günstig, wenn Sie nicht über  $d\vartheta$ , sondern über  $d\cos(\vartheta)$  integrieren. Unterscheiden Sie weiterhin zwischen Innen- und Außenbereich und führen Sie eine Fallunterscheidung bezüglich des Betrages durch (8 P.).
- Berechnen Sie die elektrische Feldstärke und stellen Sie deren Betrag als Funktion des Abstandes graphisch dar (2 P.).

### 11.2 Spaßaufgabe

Ersetzen und vervollständigen Sie die Aufgaben so, dass Sie stimmen. Die Symbole haben in allen Teilaufgaben die gleiche Bedeutung, bis auf das Fragezeichen; das ist immer etwas anderes.

a.

$$\frac{\partial}{\partial \star} \frac{1}{\star} = ? \quad (1)$$

b.

$$\frac{\partial}{\partial \star} \frac{1}{\star^3} = ? \quad (2)$$

c.

$$\frac{\partial}{\partial \star} \cdot \frac{\partial}{\partial \star} \frac{1}{\star} = ? \quad (3)$$

d.

$$\frac{1}{4\pi \otimes} \int d^3|\star| \frac{\rho(\star)}{|\star - \star|} = ? \quad (4)$$

## 11.3 Überprüfung Ihres Lernstandes

Beantworten Sie die folgenden Fragen ohne Hilfsmittel.

- a. Wie lauten die Newtonschen Axiome?
- b. Wie ist der Zusammenhang zwischen Kraft und Potential für konservative Systeme?
- c. Wie lautet die Lagrangefunktion für konservative Systeme?
- d. Wie lautet die kinetische Energie eines Teilchens in kartesischen und wie in Zylinderkoordinaten?
- e. Wie lauten die Euler-Lagrange-Gleichungen?
- f. Welche Differentialgleichung definiert den harmonischen Oszillator?
- g. Mit welchem Ansatz kann man alle Differentialgleichungen der Form

$$\ddot{x} + \gamma\dot{x} + \omega^2 x = 0 \tag{5}$$

lösen und welche Gleichung erhält man aus dem Ansatz?

- h. Wie lautet der Gaußsche Satz?
- i. Wie lautet der Stokessche Satz?
- j. Wie lauten die Maxwellschen Gleichungen?