

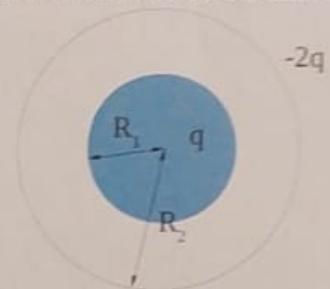
Theoretische Elektrodynamik, UE  
 Wintersemester 2024/2025  
 1. Nachtest  
 21.03.2025  
 Bearbeitungszeit: 90 Minuten

Nachname: \_\_\_\_\_  
 Vorname: \_\_\_\_\_  
 Matrikelnummer: \_\_\_\_\_  
 Gruppe: \_\_\_\_\_



**Aufgabe 1: Homogen geladene Kugel mit Kugelschale** ..... 5 Punkte

Betrachten Sie eine homogen geladene Kugel mit Ladung  $q$  und Radius  $R_1$  im Vakuum. Diese Kugel ist von einer metallischen Kugelschale mit dem Radius  $R_2$  und der freien Gesamtladung  $-2q$  umgeben. Berechnen Sie das elektrische Feld  $\mathbf{E}(\mathbf{r})$  im gesamten Raum mit Hilfe des Satzes von Gauss.



**Aufgabe 2: Potential einer Kugeloberfläche** ..... 5 Punkte

Das Potential an einer Kugeloberfläche (Radius  $R$ ) ist gegeben durch

$$V(R, \Theta) = 1 + \cos \Theta - 3 \cos^2 \Theta.$$

- i. Bestimmen Sie die Potentiale innerhalb und außerhalb der Kugel. Benutzen Sie, dass das Potential am Ursprung endlich ist und im Unendlichen verschwindet.
- ii. Bestimmen Sie die Oberflächenladung der Kugel.

*Hinweis:* Die ersten Legendrepolynome lauten  $P_0(x) = 1$ ,  $P_1(x) = x$ , und  $P_2(x) = \frac{1}{2}(3x^2 - 1)$ . Benutzen Sie die Potentialentwicklung

$$V(r, \Theta) = \sum_{l=0}^{\infty} \left( A_l r^l + \frac{B_l}{r^{l+1}} \right) P_l(\cos \Theta).$$

**Aufgabe 3: Elektromagnetische Wellen** ..... 5 Punkte

Das elektrische Feld einer elektromagnetischen Welle im Vakuum ist gegeben durch

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = E_0(\mathbf{e}_x + \mathbf{e}_y)e^{i(kz - \omega t)}, \quad E_0 \in \mathbb{R}.$$

- i. Berechnen Sie aus den Maxwellgleichungen das zugehörige Magnetfeld  $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$ .
- ii. Schreiben Sie  $\mathbf{E}$  und  $\mathbf{B}$  in reeller Notation.
- iii. Bestimmen Sie den zeitlichen Mittelwert des Poynting-Vektors.