

Moderne Theoretische Physik für Lehramtskandidaten

Vorlesung: PD Dr. S. Gieseke – Übung: Dr. M. Kerner

Übungsblatt 3

Abgabe: 19.11.2025

Besprechung: 21.11.2025

Aufgabe 1: Wegintegrale (4 P)

Das skalare elektrische Potential einer Ladungsdichte $\rho(\mathbf{r}')$ ist gegeben durch

$$\phi(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int d^3\mathbf{r}' \frac{\rho(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|}.$$

Betrachten Sie das Zentralpotential einer Punktladung Q im Ursprung, d.h.

$$\phi(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r},$$

wobei $r = |\mathbf{r}|$. In diesem Potential wird eine Punktladung q von einem Punkt P_1 zu einem Punkt P_2 bewegt. P_1 und P_2 liegen auf einem Kreis um die Ladung Q . Berechnen Sie für zwei verschiedene Wege im Kraftfeld die dabei verrichtete Arbeit.

- (a) **(2 P)** Der Weg wird geradlinig von P_1 nach P_2 zurückgelegt.
- (b) **(2 P)** Der Weg wird dem Kreisstück von P_1 nach P_2 folgend zurückgelegt.

Aufgabe 2: Elektrische Feldstärken (16 P)

Berechnen Sie das Potential ϕ und die elektrische Feldstärke $\mathbf{E}$ der folgenden Körper:

- (a) **(4 P)** Eine homogen geladene Kugel mit Radius R .
- (b) **(3 P)** Eine homogen geladene dünne Kugelschale mit Radius R . Führen Sie hierfür die Flächenladungsdichte σ ein und benutzen Sie $\rho = \sigma\delta(r - R)$.
- (c) **(3 P)** Eine homogen geladene, unendlich dünne, unendlich lange Gerade. Führen Sie hierfür eine Linienladungsdichte λ ein.
- (d) **(3 P)** Ein homogen geladener, unendlich langer Zylinder mit Radius R .
- (e) **(3 P)** Eine homogen geladene, unendlich ausgedehnte Platte. Führen Sie hierfür eine Flächenladungsdichte σ ein.