Department Physik
Universität Paderborn

Paderborn, den 28. November 2016

Übungen zur Vorlesung

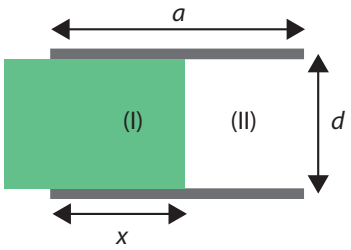
Theoretische Physik B: Elektrodynamik (WS 2016/2017)

BLATT VII

18. **Kugelflächenfunktionen**
Verifizieren Sie explizit am Beispiel der Kugelflächenfunktionen $Y_{l=1,m=1}$ und $Y_{l=2,m=1}$ die Orthonormalitätsrelation $\int Y^{\star}_{l',m'} Y_{l,m} \mathrm{d}A = \delta_{l',l}\delta_{m',m}$. Hinweis: Es müssen drei verschiedene Integrale berechnet werden.

19. **Radialsymmetrisches Randwertproblem**
Wir betrachten zwei konzentrische Kugelschalen der Radien $R_1 < R_2$. Auf der inneren Schale sei das Potential $\Phi(R_1, \theta, \phi) = \Phi_1 \cos^2\theta$ vorgegeben, wobei θ den bekannten Polwinkel in Kugelkoordinaten bezeichne. Die äußere Schale sei metallisch und ungeladen, d.h. sie trage die Gesamtladung $Q_2 = 0$. Bestimmen Sie das Potential $\Phi(\vec{r})$ im gesamten Raum.

20. **Kraft auf ein Dielektrikum**



In einem Plattenkondensator (Fläche $F = a \cdot b$, Plattenabstand d) sei ein Dielektrikum der Dielektrizitätskonstanten $\varepsilon_\mathrm{r} > 1$ (Bereich (I), siehe Skizze) um eine Strecke x eingeschoben. Der restliche Raum (II) zwischen den Platten sei leer. Die Ladungen auf der unteren (oberen) Platte sei $+Q$ ($-Q$). Randeffekte sollen im Folgenden vernachlässigt werden.

a) Welche Beziehnungen bestehen zwischen dem elektrischen Feld $\vec{E}$ und der dielektrischen Verschiebung $\vec{D}$ in (I) und (II)?

b) Was lässt sich über die Tangentialkomponenten $D_\mathrm{I}/D_\mathrm{II}$ und $E_\mathrm{I}/E_\mathrm{II}$ aussagen?

c) Welcher Zusammenhang besteht zwischen D_I, D_II und den Flächenladungsdichten σ_I, σ_II?

d) Berechnen Sie $\vec{E}$ und $\vec{D}$ für den gesamten Raum zwischen den Platten.

e) Berechnen Sie die elektrostatische Feldenergie $W = \frac{1}{2}\int \mathrm{d}^3 r \vec{E} \cdot \vec{D}$.

f) Bestimmen Sie die auf das Dielektrikum wirkende Kraft aus der Energieänderung bei dessen Verschiebung um $\mathrm{d}x$.