Physik II und Einführung in die theoretische Physik II

Übungsaufgaben

Manuel Hohmann

18. Juni 2012

1. Betrachten Sie die Grenzfläche aus zwei Medien mit Permittivitäten ϵ_1, ϵ_2 und Permeabilitäten μ_1, μ_2 , d.h. ϵ und μ sind keine Konstanten, sondern vom Ort abhängig. Nehmen Sie weiter an, dass keine freien Ladungen ρ und Ströme $\vec{j}$ vorhanden sind, und dass $\vec{E}$ und $\vec{B}$ in jedem der beiden Medien einen konstanten Wert $\vec{E}_1, \vec{E}_2$ bzw. $\vec{B}_1, \vec{B}_2$ haben. Nutzen Sie die Maxwell-Gleichungen für ortsabhängiges ϵ und μ wie folgt, um die Randbedingungen für $\vec{E}$ und $\vec{B}$ an der Grenzfläche herzuleiten:

- Für die Komponenten $E_{\perp,1}$ und $E_{\perp,2}$ von $\vec{E}$ senkrecht zur Oberfläche nutzen Sie $\nabla \cdot (\epsilon \vec{E}) = 0$.
- Für die Komponenten $E_{\parallel,1}$ und $E_{\parallel,2}$ von $\vec{E}$ parallel zur Oberfläche nutzen Sie $\nabla \times \vec{E} = -\partial \vec{B} / \partial t$.
- Für die Komponenten $B_{\perp,1}$ und $B_{\perp,2}$ von $\vec{B}$ senkrecht zur Oberfläche nutzen Sie $\nabla \cdot \vec{B} = 0$.
- Für die Komponenten $B_{\parallel,1}$ und $B_{\parallel,2}$ von $\vec{B}$ parallel zur Oberfläche nutzen Sie $\nabla \times (\mu^{-1} \vec{B}) = \partial(\epsilon \vec{E}) / \partial t$.

Dabei können Ihnen die Sätze von Gauss und Stokes helfen:

- Wenn Sie eine Divergenz sehen, betrachten Sie ein quaderförmiges Volumen, das die Grenzfläche einschließt.
- Wenn Sie eine Rotation sehen, betrachten Sie einen rechteckigen geschlossenen Pfad, der die Grenzfläche passiert.

2. Nutzen Sie den Satz von Stokes um zu zeigen, dass für ein Skalarfeld $\phi(\vec{r})$ und eine geschlossene Kurve C , die den Rand einer Fläche bildet, gilt:

$$\oint_C (\vec{\nabla} \phi) \cdot d\vec{s} = 0.$$