

12. Übungsblatt

Abgabe: Do, 05.07.2018 bis 09:45 Uhr, Kasten neben A316

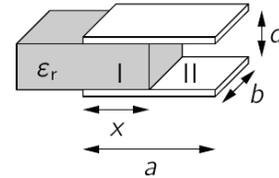
Übungsblätter gibt es unter <https://www.tu-bs.de/theophys/edu/sose18/edyn>.

51. Wissenfragen (4 Punkte)

- (a) Leiten Sie die Randbedingungen für das elektrische Feld \vec{E} und das magnetische Feld \vec{B} an einer Grenzfläche zwischen zwei Medien mit Permittivitäten ϵ_1, ϵ_2 und Permeabilitäten μ_1, μ_2 ohne Oberflächenladung σ und ohne Oberflächenströme \vec{j} her. Gehen Sie dabei von den Maxwell-Gleichungen aus.

52. Plattenkondensator (8 Punkte)

Ein Plattenkondensator der Fläche $F = a \cdot b$ sei zum Teil mit einem Dielektrikum der Dielektrizitätskonstanten ϵ_r gefüllt. Die beiden Platten tragen die Ladungen Q und $-Q$.



- (a) Welche Beziehungen bestehen zwischen dem elektrischen Feld \vec{E} und der dielektrischen Verschiebung \vec{D} in den beiden Teilräumen I und II?
- (b) Was lässt sich über D_I/D_{II} und E_I/E_{II} aussagen?
- (c) Welcher Zusammenhang besteht zwischen den Beträgen der dielektrischen Verschiebungen $\vec{D}_{I,II}$ und den Flächenladungsdichten $\sigma_{I,II}$?
- (d) Berechnen Sie das elektrische Feld \vec{E} und die dielektrische Verschiebung \vec{D} für den gesamten Raum zwischen den Platten. Wie groß ist die Kapazität des Kondensators?
- (e) Berechnen Sie die elektrostatische Feldenergie W .
- (f) Bestimmen Sie die Kraft, die auf das Dielektrikum wirkt, aus der Energieänderung beim Verschieben des Dielektrikums um dx .

Bitte wenden! →

53. **Vergütungsschicht (8 Punkte)**

Eine dielektrische Schicht mit der Dielektrizitätskonstanten ϵ_2 ist durch die Ebenen $x_3 = 0$ und $x_3 = d$ begrenzt und befindet sich zwischen zwei Medien mit ϵ_1 für $x_3 < 0$ und ϵ_3 für $x_3 > d$. Alle drei Medien seien ungeladen und nicht-magnetisch. Eine ebene, elektromagnetische Welle falle vom Gebiet $x_3 < 0$ kommend senkrecht auf die Schicht ein.

- (a) Welche Randbedingungen müssen die Felder bei $x_3 = 0$ bzw. $x_3 = d$ erfüllen?
- (b) Berechnen Sie die Amplituden der Felder für die reflektierte A_{ges}^R und die transmittierte Welle A_{ges}^T für diese Anordnung. Dabei müssen Mehrfachreflexionen berücksichtigt werden. Führen Sie die folgenden Abkürzungen für die Verhältnisse der Amplituden bei der *einfachen* Reflexion und Brechung an einer Grenzfläche ein:
- r_{12} : Licht fällt aus dem Medium 1 auf das Medium 2 ein und wird reflektiert;
 - r_{21} : Licht fällt aus dem Medium 2 auf das Medium 1 ein und wird reflektiert.

Die Koeffizienten r_{23} , t_{12} und t_{21} seien analog definiert. Zeigen Sie:

$$A_{\text{ges}}^R = \left(r_{12} + \frac{t_{21} r_{23} t_{12} e^{i2k_2 d}}{1 - r_{23} r_{21} e^{i2k_2 d}} \right) A_0. \quad (1)$$

k_2 ist der Wellenvektor im Medium 2; A_0 ist die Amplitude der einfallenden Welle.

- (c) Zeigen Sie, dass für einen senkrechten Einfall ebener Wellen auf eine ebene Grenzfläche folgende Beziehung gilt:

$$r_{ij} = \frac{k_i - k_j}{k_i + k_j} \quad \text{und} \quad t_{ij} = \frac{2k_i}{k_i + k_j}$$

- (d) Sei $\epsilon_1 = 1$ (Luft) und $\epsilon_3 = n^2$ (Glas). Zeigen Sie, dass für $\epsilon_2 = n$ die Reflexion verschwindet (Vergütung). Wie muss man d wählen?
Zeigen Sie zunächst:

$$r_{ij} = \frac{\sqrt{\epsilon_i} - \sqrt{\epsilon_j}}{\sqrt{\epsilon_i} + \sqrt{\epsilon_j}}; \quad \text{und} \quad t_{ij} = \frac{2\sqrt{\epsilon_i}}{\sqrt{\epsilon_i} + \sqrt{\epsilon_j}}.$$

Drücken Sie alle auftretenden Koeffizienten durch n aus und setzen Sie diese in Gleichung (1) ein.

- (e) Berechnen Sie mit einem typischen Brechungsindex $n = 1.6$ und der Wellenlänge von sichtbarem Licht in Luft $\lambda = 0.5 \mu\text{m}$ die benötigte Dicke d der Vergütungsschicht.