

K l a u s u r
im Fach "Theoretische Elektrotechnik"
am 18.07.2005 von 09.⁰⁰ Uhr bis 12.⁰⁰ Uhr, Aula W'mde

	Aufgabe (Punkte)	1 (3)	2 (6)	3 (6)	4 (7)	5 (3)	6 (6)	7 (5)	Gesamt (36)
Vorname Name	Punkte								
Matrikel-Nr.								Note	

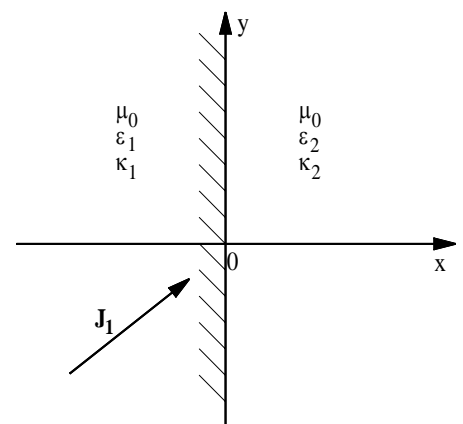
1. Schreiben Sie die Maxwell-Gleichungen in Differentialform auf. Leiten Sie für den Fall linearer, isotroper und homogener Medien die Poisson-Gleichung für elektrostatische Felder ab.

2. Gegeben sind zwei leitende Ebenen bei $x_1 = 0$ und bei x_2 mit den Potentialen $\varphi_1 = 0$ und φ_2 . Zwischen den beiden Ebenen befindet sich ein Medium mit $\varepsilon = \varepsilon_0$ und einer Ladungsdichte von $\rho(x) = a \cdot x$.

- a) Bestimmen Sie die Potentialverteilung zwischen den beiden Platten durch Integration der Poisson-Gleichung.
- b) Berechnen Sie für $x_2 = 300 \mu\text{m}$, $\varphi_2 = 10 \text{ V}$ und $a = 4.425 \cdot 10^1 \text{ As} / \text{m}^4$ den Ort maximalen Potentials x_{ext} .
- c) Wie groß ist die elektrische Feldstärke am Ort x_{ext} ?

3. Gegeben seien zwei Halbräume mit unterschiedlichen Leitfähigkeiten. Im Raumteil 1 sei das Strömungsfeld vorgegeben $\mathbf{J}_1 = a\mathbf{e}_x + b\mathbf{e}_y$.

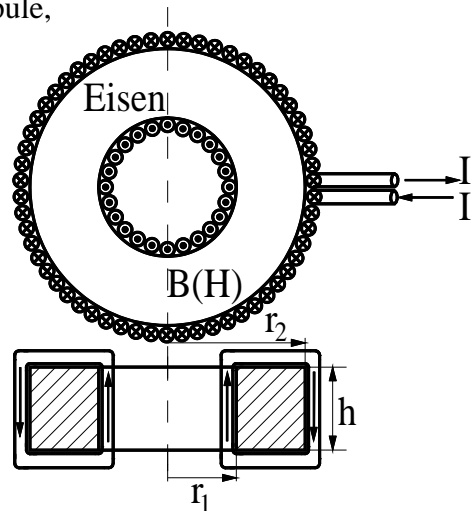
- a) Bestimmen Sie das Strömungsfeld, die elektrische Feldstärke und die Verschiebungsflußdichte in beiden Halbräumen.
- b) Leiten Sie die Grenzbedingung der Normalkomponente der Verschiebungsflußdichte an der Grenzfläche zwischen zwei Medien mit unterschiedlichen Dielektrizitätskonstanten aus einer geeigneten Maxwell-Gleichung (in Integralform) ab.
- c) Berechnen Sie die Flächenladungsdichte an der Trennfläche $x = 0$.



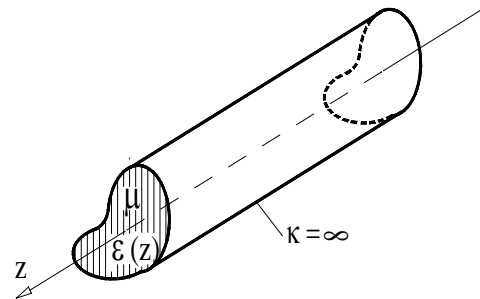
4. Gegeben ist die nebenstehend abgebildete Ringkernspule, die gleichmäßig mit w Windungen eng umwickelt ist. Durch die Spule fließt der Strom I . Die Abhängigkeit der magnetischen Flußdichte von der magnetischen Feldstärke ist durch die folgende Funktion gegeben:

$$B(H) = B_0 \frac{H}{H_0 + |H|}.$$

- Berechnen Sie die magnetische Feldstärke im Ringkern ohne Näherung.
- Berechnen Sie die in der Anordnung gespeicherte magnetische Feldenergie.
- Berechnen Sie die Induktivität der Ringkernspule.
- Wie verhält sich die Induktivität für sehr große und sehr kleine Stromstärken ?



5. In einem homogenen, ideal leitenden Hohlleiter mit beliebigem Querschnitt breiten sich TE-Wellen aus. Der Hohlleiter sei ladungsfrei und mit einem Material gefüllt, dessen Permittivität ϵ nur von z abhängt. Prüfen Sie, ob das elektrische Feld quellenfrei ist.



6. Ein elektrischer Elementardipol befindet sich im Koordinatenursprung und ist in z -Richtung ausgerichtet. Für das Feld des elektrischen Elementardipols gilt allgemein:

$$\underline{E}_\varphi = \underline{H}_r = \underline{H}_\vartheta = 0 \quad ; \quad \underline{H}_\varphi = jk C_E \sin \vartheta \frac{e^{-jkr}}{r} \left(1 + \frac{1}{jkr} \right)$$

$$\underline{E}_r = 2 jk C_E Z \cos \vartheta \frac{e^{-jkr}}{r} \left[\frac{1}{jkr} + \left(\frac{1}{jkr} \right)^2 \right] \quad ; \quad \underline{E}_\vartheta = jk C_E Z \sin \vartheta \frac{e^{-jkr}}{r} \left[1 + \frac{1}{jkr} + \left(\frac{1}{jkr} \right)^2 \right]$$

Entscheiden Sie (mit Begründung), ob folgende Aussagen zutreffen:

- Der Elementardipol strahlt in seinem Fernfeld in alle Raumrichtungen ab (1P).
- Das Feld des Elementardipols ist nicht rotationssymmetrisch zur z -Achse (1P).
- Der maximale Wirkleistungstransport im Fernfeld erfolgt in der Ebene des Dipols und senkrecht zur z -Achse (3P).
- Im Fernfeld stehen elektrisches und magnetisches Feld senkrecht zueinander (1P).

7. Eine monochromatische ebene Welle breitet sich im Vakuum mit der Geschwindigkeit $c_0 = (\epsilon_0 \mu_0)^{-1/2}$ in positive x - Richtung aus. Ihre magnetische Feldstärke ist gegeben durch

$$\vec{H}(\vec{r}, t) = H_0 e^{-j(k_0 x - \omega_0 t)} \vec{e}_y \quad \text{mit} \quad k_0 = \frac{\omega_0}{c_0}.$$

- Zeigen Sie, daß diese Welle die homogene Wellengleichung

$$\Delta \vec{H}(\vec{r}, t) - \frac{1}{c_0^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \vec{H}(\vec{r}, t) = 0 \quad \text{erfüllt.}$$

- Bestimmen Sie die Richtung des zugehörigen elektrischen Feldes $\vec{E}(\vec{r}, t)$ aus den Maxwell'schen Gleichungen.