Fakultät für Informatik und Elektrotechnik Rostock, 14.07.2008
Institut für Allgemeine Elektrotechnik

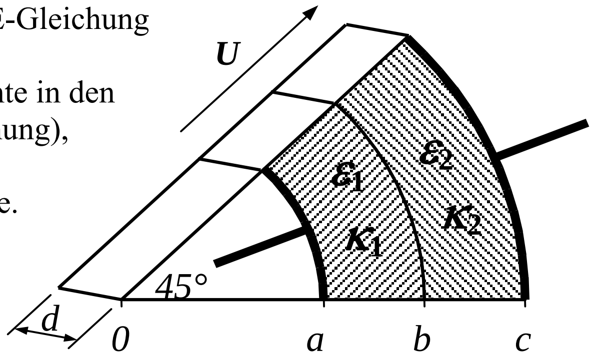
K l a u s u r
im Fach "Theoretische Elektrotechnik"
am 14.07.2008, 9.00 Uhr, Aula W'mde

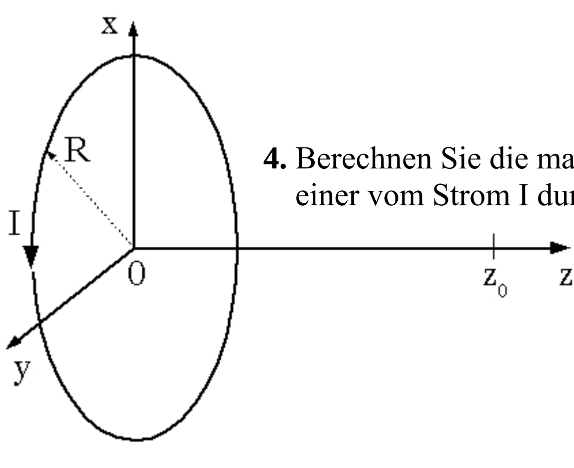
	Aufgabe (Punkte)	1 (3)	2 (8)	3 (10)	4 (4)	5 (8)	6 (5)	7 (9)	Gesamt (47)
Vorname Name	Punkte								
								Note	
Matrikel-Nr.									

1. Schreiben Sie die Maxwell-Gleichungen in integraler Form auf und überführen Sie sie mittels geeigneter Integralsätze in die differentielle Form. Schreiben Sie die Integralsätze und ihre jeweilige Bezeichnung auf.

2. Im homogenen Raum befindet sich eine kugelförmige Raumladung mit der Ladungsdichte $\rho = \rho_0 \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)$, wobei R der Kugelradius und r der Abstand eines beliebigen Punktes vom Kugelmittelpunkt ist. Berechnen Sie die Potentialverteilung und die Feldstärkeverteilung innerhalb und außerhalb der Kugel durch Integration der Potentialgleichung.

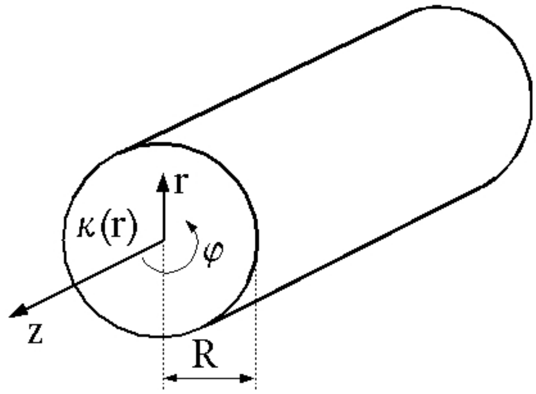
3. Der abgebildete Widerstand besteht aus zwei unterschiedlichen homogenen und isotropen Materialien. Über die ideal leitenden Stirnflächen ist er mit der Spannungsquelle U kontaktiert. Randeffekte sind zu vernachlässigen. Berechnen Sie **a)** den Potentialverlauf in beiden Materialien durch Lösen der LAPLACE-Gleichung (ohne Konstantenbestimmung),
b) die elektrische Feldstärke und die Stromdichte in den beiden Materialien (mit Konstantenbestimmung),
c) den Strom durch den Widerstand und
d) die Flächenladungsdichte an der Grenzfläche. Für welchen Fall bildet sich keine Flächenladungsdichte aus ?





4. Berechnen Sie die magnetische Feldstärke am Punkt z_0 auf der Achse einer vom Strom I durchflossenen Leiterschleife mit dem Radius R.

5. Ein unendlich ausgedehnter Zylinder mit dem Radius R besteht aus einem Material mit ortsabhängiger Leitfähigkeit: $\kappa(r) = \dfrac{\kappa_0}{\dfrac{r}{2} + \dfrac{r^2}{3R}}$.



Der Zylinder wird von einem Magnetfeld
$\underline{\vec{B}} = \dfrac{B_0}{2}\left(1 + \dfrac{r}{R}\right)\vec{e}_z \cdot e^{j\omega t}$ durchsetzt.

a) Leiten Sie aus dem Durchflutungsgesetz in differentieller Form eine Abschätzung her, wann die Verschiebungsströme vernachlässigt werden können. Bei allen Feldern ist von harmonischer Zeitabhängigkeit auszugehen.

b) Berechnen Sie mit dem Induktionsgesetz in integraler Form die Wirbelstromdichte im Leiter unter Vernachlässigung der Rückwirkung der Wirbelströme auf das vorgegebene Magnetfeld. Die Abschätzung unter a) soll ebenfalls zutreffen.

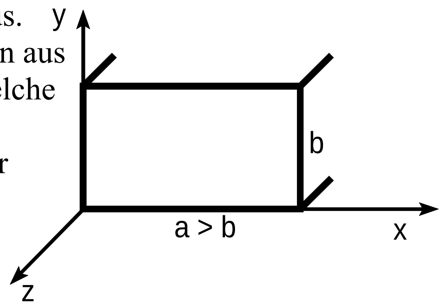
6. Eine monochromatische ebene Welle breitet sich im Vakuum mit der Geschwindigkeit c_0 in positive x – Richtung aus. Ihre magnetische Feldstärke ist gegeben durch
$\vec{H}(\vec{r},t) = H_0\, e^{-j(k_0 x - \omega_0 t)}\,\vec{e}_y$.

a) Zeigen Sie, daß diese Welle die homogene Wellengleichung

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

b) Bestimmen Sie die Richtung des zugehörigen elektrischen Feldes $\vec{E}(\vec{r},t)$ aus den Maxwellschen Gleichungen.

7. Gegeben sei ein Rechteckhohlleiter mit ideal leitender Berandung. Im Inneren des Hohlleiters breiten sich TE – Wellen in positive z-Richtung aus.



a) Leiten Sie die Beziehung für die <u>Grenzfrequenz</u> dieser Moden aus der <u>Separationsgleichung</u> ab! Welches ist der <u>Grundmode</u>, welche <u>Grenzfrequenz</u> besitzt er?

b) Für die Komponenten des elektrischen Feldes der in positiver z-Richtung laufenden TE-Moden gilt allgemein:

$$\left.\begin{aligned} E_x &= A\cdot\cos k_x x \cdot \sin k_y y \\ E_y &= B\cdot\sin k_x x \cdot \cos k_y y \end{aligned}\right\} \cdot e^{j(\omega t - k_z z)}\ ;\ E_z = 0$$

Berechnen Sie die Komponenten der magnetischen Feldstärke des <u>Grundmodes</u> mit Hilfe der Maxwellschen Gleichungen!

c) Schreiben Sie den Ausdruck für die elektrische Feldstärke für die sich in negative z-Richtung ausbreitenden Moden auf. Eine hin- und eine rücklaufenden Welle des gleichen TE-Modes überlagern sich. Berechnen Sie die resultierende elektrische Feldstärke und erläutern Sie den physikalischen Sachverhalt des Ergebnisses!