

K l a u s u r

im Fach "Theoretische Elektrotechnik"

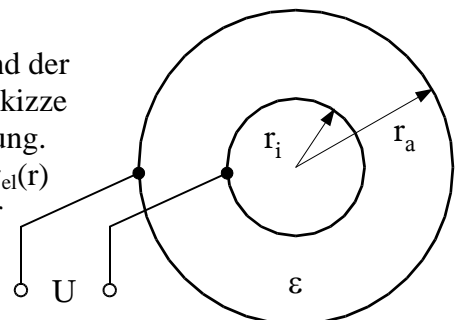
am 09.01.2006 von 14.⁰⁰ Uhr bis 17.⁰⁰ Uhr, Raum 1128 W'mde

| | Aufgabe (Punkte) | 1 (3) | 2 (7) | 3 (7) | 4 (7) | 5 (5) | 6 (6) | 7 (6) | Gesamt (41) |
|--------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|
| 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 ist der abgebildete Kugelkondensator.

Berechnen Sie den Verlauf des elektrischen Potentials und der elektrischen Feldstärke in Abhängigkeit von den in der Skizze gegebenen Größen durch Integration der Potentialgleichung. Berechnen Sie außerdem die elektrische Energiedichte $w_{el}(r)$ zwischen den beiden Elektroden und die im Kondensator gespeicherte elektrische Energie W_{el} !



3. Die Stromdichte in einem leitenden Medium mit der Leitfähigkeit κ ist in

Zylinderkoordinaten mit $\vec{J} = J_0 e^{-\frac{r}{a}} \vec{e}_z$ gegeben.

a) Bestimmen Sie den Strom I , der durch eine in der xy -Ebene ($z = 0$) liegende kreisförmige Fläche mit dem Radius R und dem Mittelpunkt auf der z -Achse fließt.

$$\int x e^{mx} dx = \frac{e^{mx}}{m^2} (mx - 1)$$

b) Bestimmen Sie die magnetische Feldstärke in Zylinderkoordinaten an der Stelle $r = R$.

c) Bestimmen Sie Betrag und Richtung des Poynting-Vektors.

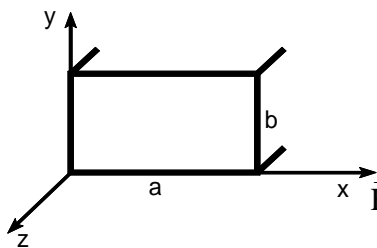
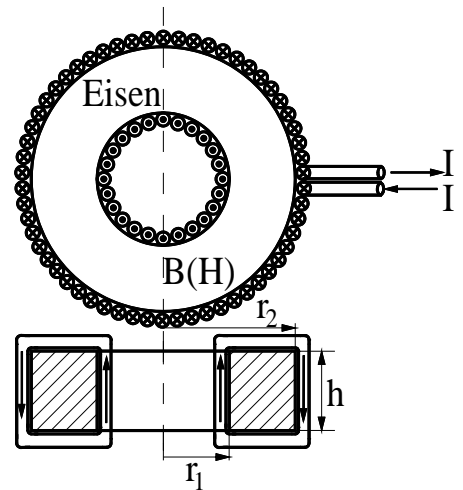
Zu Aufgabe 4. :
$$\int \frac{dx}{mx+1} = \frac{1}{m} \ln(mx+1)$$

Zu Aufgabe 5. :
$$\int \sin^2 ax dx = \frac{x}{2} - \frac{1}{4a} \sin 2ax$$

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. Berechnen Sie die Energieflußdichte einer elektromagnetischen Welle in einem Rechteck-Hohlleiter am Beispiel der transversalelektrische Welle TE_{01} mit den Feldkomponenten

$$\vec{E} = \left(A \sin \frac{\pi}{b} y, 0, 0 \right) ; \quad \vec{H} = \left(0, \frac{k_z}{\mu\omega} A \sin \frac{\pi}{b} y, \frac{1}{j\omega\mu} A \frac{\pi}{b} \cos \frac{\pi}{b} y \right)$$

In welche Richtung findet der Transport von Wirkenergie bei dieser Welle statt ?

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. Gegeben ist ein Plattenkondensator mit geschichtetem Dielektrikum. Auf der Platte bei $x = 0$ befindet sich die Ladung $+Q$. Für das Potential gelte $\varphi(x=0) = 0$. Randeffekte sind zu vernachlässigen.

- Berechnen Sie die elektrische Flußdichte, die elektrische Feldstärke und das Potential als Funktion des Ortes.
- Skizzieren Sie die unter a) berechneten Größen im Bereich $[0, d]$ für den Fall $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$.
- Berechnen Sie die im Kondensator gespeicherte Energie und die Kapazität des Kondensators.

