

# Physik II

## Übungsaufgaben, Blatt 6

Die Übungen finden für beide Gruppen am 20.06.08 statt

27. Zur Beschreibung eines Magnetfeldes soll eine Kreiszyinderspule (Länge  $l$ , Radius  $r$ , Wicklungsanzahl  $N$ ) untersucht werden:

(a) Zeigen Sie, daß das magnetische Feld einer Leiterschleife (Ring-Spule mit  $N=1$ ) mit Radius  $r$  auf der Zylinderachse durch  $B(z) = \mu_0 \frac{I \cdot r^2}{2(z^2 + r^2)^{3/2}}$  gegeben ist. Die Leiterschleife liege in der  $x$ - $y$ -Ebene mit Kreismittelpunkt bei  $(0,0,0)$ . Dann ist die Zylinderachse die  $z$ -Achse und der zu betrachtene Punkt liegt bei  $(0,0,z)$ .

(b) Zeigen Sie mit Hilfe von a), daß das Magnetfeld (für die näherungsweise homogene Feldstärke) einer Kreiszyinderspule auf der Zylinderachse im Punkt  $(0,0,z)$  durch  $B(z) = \mu_0 \frac{I \cdot N}{2l} \left[ \frac{z}{\sqrt{r^2 + z^2}} - \frac{z-l}{\sqrt{r^2 + (z-l)^2}} \right]$  gegeben ist (die Spule beginne auf der  $z$ -Achse bei 0 und ende bei  $l$ ). Zeigen Sie ferner, daß die Feldstärke im Mittelpunkt der Spule durch  $B(z=l/2) = \mu_0 \frac{I \cdot N}{\sqrt{l^2 + 4 \cdot r^2}}$  dargestellt werden kann.

(c) Durch die Spule b) fließt ein Strom von  $I=0.8A$ . Die Länge und der Radius der Spule seien 10cm. Bestimmen Sie das Magnetfeld im Zentrum der Spule, wenn diese sich aus  $N=5000$  Windungen zusammensetzt.

(d) Betrachten Sie noch einmal die Kreiszyinderspule aus b). Berechnen Sie ihre Induktivität: Ermitteln Sie zuerst die mittlere magnetische Feldstärke der Spule ( $\bar{B} = \frac{1}{l} \int_0^l B(z) dz$ ) und berechnen Sie mit dieser Näherung (die „reale“ magnetische Feldstärke wird durch  $\bar{B}$  ersetzt) den magnetischen Fluß der gesamten Spule.

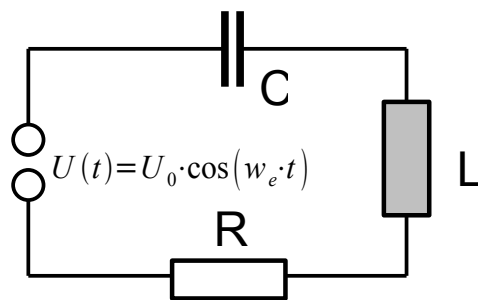
Hinweis: Die Induktivität einer Kreiszyinderspule ist  $L = \mu_0 \cdot N^2 (\sqrt{l^2 + r^2} - r) \cdot A / l^2$  mit  $N$ =Windungszahl,  $l$ =Spulenlänge,  $A$ =Querschnittsfläche,  $r$ =Radius).

(e) Wieviel Energie ist im Magnetfeld dieser Spule gespeichert (benutzen Sie die Parameter aus Aufgabe c)? Welcher Anteil dieser Energie ist im Magnetfeld im Spuleninneren gespeichert, welcher Anteil im Magnetfeld des Spulenaußenraums?

28. Betrachten Sie eine Scheibe mit dem Radius  $R$ , welche eine homogene Ladungsträgerdichte  $\sigma$  trage und mit einer Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  um ihren Mittelpunkt rotiere. Bestimmen Sie die Magnetfeldstärke  $|\vec{B}(\vec{r})|$  für jeden Punkt entlang der Rotationsachse.

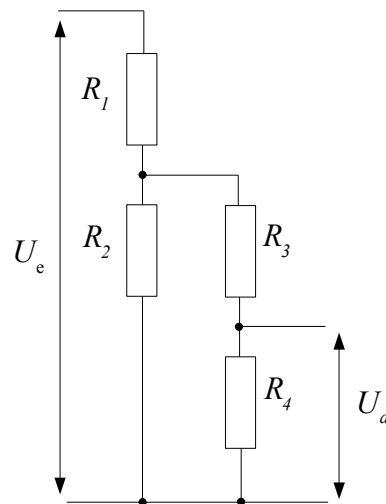
29. Ein Schwingkreis wird durch ein harmonisches Eingangssignal  $U(t)$  permanent angeregt. Numerische Vorgaben:  $U_0 = 12\text{V}$ , sowie  $C = 1\mu\text{F}$ ,  $L = 10\text{mH}$  und  $R = 70\Omega$ .

- (a) Bei welcher Frequenz des Eingangssignal nimmt die Spannung am Widerstand ein Maximum an?
- (b) Bestimmen Sie zusätzlich den maximal möglichen Strom in dieser Masche.



30. Berechnen Sie die Übertragungsfunktion  $G = \frac{U_a}{U_e}$  für den rechts abgebildeten zweifachen Spannungsteiler als Funktion der Widerstände  $R_1$  bis  $R_4$ .

- (a) Vereinfachen Sie Ihr Ergebnis, indem Sie  $R_3 = R_1$  und  $R_4 = R_2$  setzen, d.h. eine Nacheinanderschaltung von zwei gleichen Spannungsteilern betrachten.
- (b) Betrachten Sie nun das Nacheinanderschalten von zwei identischen Tiefpässen. Berechnen Sie hierfür die Übertragungsfunktion  $G$  für den Fall  $R_1 = R_3 = R$  und  $R_2 = R_4 = \frac{1}{i\omega C}$  und zeichnen



Sie die Phase (logarithmisch bzgl. der Frequenz) und den Betrag von  $G$  (doppeltlogarithmisch) als Funktion der Frequenz  $\omega$ . Bei welcher Frequenz liegt die Grenzfrequenz, d.h. bei welchem  $\omega$  beträgt die Phasenverschiebung  $45^\circ$ ?

31. Um frequenzgangabhängige Verluste bei Messungen von Wechselströmen zu minimieren, werden Tastköpfe eingesetzt. Ein Ersatzschaltbild ist rechts skizziert.

- (a) Berechnen Sie die Übertragungsfunktion analog zu Aufg.30
- (b) Wie groß muß man  $C_T$  wählen, damit  $G(i\omega)$  frequenzunabhängig wird.
- (c) Bestimmen Sie die Amplitude und die Phasenverschiebung der Übertragungsfunktion für  $R_S = 1\text{M}\Omega$ ,  $R_T = 9\text{M}\Omega$ ,  $C_S = 27\text{pF}$  und  $C_K = 45\text{pF}$ .

