

9. Übung (Abgabe Di. 23. Juni spätestens bis 14:00 Uhr zu Beginn der Vorlesung)

41. Aufgabe ME9 (nur für Lehramtsstudierende!)

(4 Punkte)

Es sei $\vec{f}(\vec{r}) = \begin{pmatrix} -y \\ x \\ z \end{pmatrix}$ und KS eine in der Höhe h „schwebende“, zur x - y -Ebene parallele Kreisscheibe mit Radius R

$$KS = \left\{ \vec{r}(\rho, \varphi) = \begin{pmatrix} \rho \cdot \cos \varphi \\ \rho \cdot \sin \varphi \\ h \end{pmatrix} \mid 0 \leq \rho \leq R \wedge 0 \leq \varphi < 2\pi \wedge h \in \mathbb{R} \text{ konst.} \right\}.$$

Verifiziere den Satz von Stokes, d.h. zeige, dass $\iint_{KS} \text{rot } \vec{f} \cdot d\vec{F} = \oint_{\partial KS} \vec{f} \cdot d\vec{r}$!

42. Magnetische Ordnung

(4 Punkte)

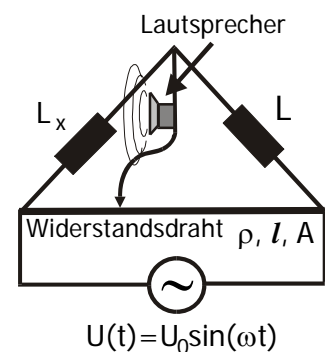
Wenn die magnetische Ordnung in Ferromagneten durch die magnetische Wechselwirkungsenergie der Dipolmomente der Atome zustande käme, dann würde die Ordnungstemperatur T_C grob dadurch gegeben sein, dass die thermische Energie kT_C gleich der magnetischen Wechselwirkungsenergie ist. Nehmen Sie dazu die potentielle Energie E_{pot} zweier magn. Momente μ_m der Größe eines Bohr-Magnetons im Abstand 1 \AA und berechnen Sie T_C . Vergleichen Sie mit der Curie-Temperatur von Eisen!

Hinweis: E_{pot} erhalten Sie, indem Sie ein magn. Moment μ_m im Magnetfeld $B(z)$ des anderen betrachten. $B(z)$ entlang der Achse eines magn. Dipols μ_m können Sie aus dem Magnetfeld auf der Achse einer Kreisschleife für Abstand $z \gg$ Radius R herleiten, indem Sie die Definition des magnetischen Moments eines Kreisstromes benutzen.

43. Wheatstone'sche Brückenschaltung

(4 Punkte)

Mit der in der Abbildung gezeigten Schaltung lässt sich eine unbekannte Induktivität L_x sehr genau bestimmen, wenn die Induktivität L bekannt ist. Dazu wird die Schaltung mit einer Wechselspannung betrieben, deren Frequenz ω im Hörbereich ist. Auf dem Widerstandsdraht (Länge l , Querschnitt A und spez. Widerstand ρ) wird ein Kontakt (Pfeil) so lange verschoben, bis im Lautsprecher kein Ton mehr zu hören ist. Aus der Position des Kontakts auf dem Draht kann nun L_x berechnet werden. Bestimmen Sie die Abhängigkeit von L_x von der Position auf dem Widerstandsdraht.

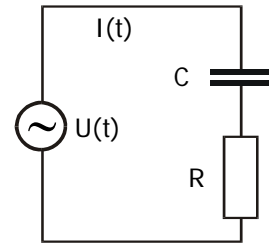


9. Übung (Abgabe Di. 23. Juni spätestens bis 14:00 Uhr zu Beginn der Vorlesung)

44. Zeigerdiagramm

(4 Punkte)

Mit Hilfe der Impedanz $Z = R + iX$ können auch komplizierte Schaltungen einfach beschrieben werden. Es gelten die vom Ohm'schen Widerstand bekannten Gesetze für Parallel- und Reihenschaltung von Widerständen. Es sei $U(t) = U_0 \cos(\omega t + \delta)$, wobei $U_0 = 10 \text{ V}$, $\omega = 1 \text{ MHz}$ und $\delta = \pi/4$. Weiter sei $R = 170 \Omega$, $C = 10.2 \text{ nF}$. Berechnen Sie die Spannung am Kondensator $U_C(t)$ sowie den Gesamtstrom $I(t)$. Zeichnen Sie diese Werte zusammen mit $U(t)$ als komplexe Zahlen in einem Zeigerdiagramm zur Zeit $t_0 = \pi/4 \mu\text{s}$. Bei welcher Frequenz ω' wäre die Phasenverschiebung zwischen $I(t)$ und $U(t)$ genau $\pi/4$?



45. Magnetischer Druck einer langen Spule (nur für Monobachelor Physik!)

(4 Punkte)

Gegeben sei eine lange Spule (Länge l mit N Windungen), in der der Strom I fließt. Zeigen Sie, dass die Energiedichte des magnetischen Feldes $w_m = B^2/2\mu_0$ als Druck p interpretiert werden kann. In den Labors des Fachbereichs gibt es supraleitende Magnete mit Feldern von 14 Tesla. Berechnen Sie den zugehörigen Druck. Vergleichen Sie mit dem Atmosphärendruck. Welche Längenänderung würde der Druck bei einem Eisenstab von 1 m Länge hervorrufen (Elastizitätsmodul $E_{Fe} = 21800 \text{ kp/mm}^2$)?

Hinweis: Um den Druck zu berechnen, überlegen Sie sich, welche Kraft dF aufgewendet werden muss, um die Spule bei konstantem Strom I um eine Strecke dx zu verlängern. Dazu benutzen Sie einen allgemein gültigen Zusammenhang zwischen Kraft und Energie. Aus der Kraft lässt sich dann der Druck ableiten.