

1. Magnetische Ordnung

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 wäre. Nehmen Sie dazu die potentielle Energie E_{pot} zweier magnetischer Momente μ_m der Größe eines Bohr-Magneton 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 magnetisches Moment μ_m im Magnetfeld $B(z)$ des anderen betrachten. $B(z)$ entlang der Achse eines magnetischen Dipols μ_m können Sie aus dem Magnetfeld auf der Achse einer Kreisschleife für den Abstand $z \gg$ Radius R herleiten, indem Sie die Definition des magnetischen Moments eines Kreisstromes benutzen.

(2 Punkte)

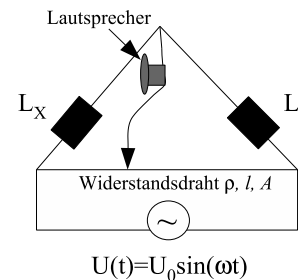
2. Magnetischer Druck einer langen Spule

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 Laboren des Fachbereiches gibt es supraleitende Magnete mit Feldern von bis zu 14 Tesla. Berechnen Sie damit den zugehörigen Druck p . Vergleichen Sie diesen mit dem Standard-Atmosphärendruck. Welche Längenänderung würde dieser Druck bei einem Eisenstab von 1 m Länge hervorrufen (Elastizitätsmodul $E_{Fe} = 21800 \text{ kp/mm}^2$)?

(2 Punkte)

3. Wheatstone'sche Brückenschaltung

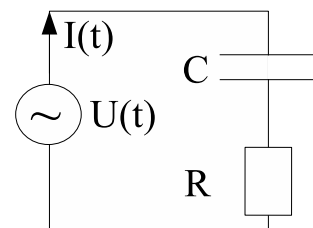
Mit der in der Abbildung gezeigten Schaltung lässt sich eine unbekannte Induktivität L_x sehr genau bestimmen, wenn die Induktivität L bekannt ist. Dazu wird die Schaltung mit einer Wechselspannung betrieben, deren Frequenz ω im Hörbereich liegt. Auf dem Widerstandsdraht (Länge l , Querschnitt A und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



(2 Punkte)

4. Zeigerdiagramm

Mit Hilfe der Impedanz $Z = R + iX$ können auch komplizierte Schaltungen einfach beschrieben werden. Es gelten die vom Ohm'schen Widerstand bekannten Gesetze für die 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 $R = 170 \text{ \Omega}$, $C = 10.2 \text{ nF}$. 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 $t_0 = \pi/4 \text{ \mu s}$ ein. Bei welcher Frequenz ω' wäre die Phasenverschiebung zwischen $I(t)$ und $U(t)$ genau $\pi/4$?



(2 Punkte)