Institut für Theoretische Physik

Übungen zur Vorlesung „Elektrodynamik“

Prof. Dr. T. Gehrmann

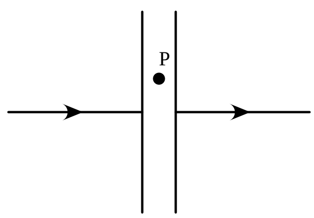
Blatt 7 –Frühjahrssemester 2013		
Abgabe:		16.04.2013
Besprechung:	ETH	17.04.2013
	UZH	18.04.2013

http://www.itp.phys.ethz.ch/education/fs13/ed

Aufgabe 1 Induktion im Magnetfeld

Gegeben sei ein homogenes Magnetfeld $\vec{B}$ parallel zur z-Achse. Im Magnetfeld befinde sich ein kreisförmiger Leiter mit Radius R, der mit der Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ rotiert. Die Rotationsachse des Leiters verläuft durch den Mittelpunkt des Leiters und durch zwei Punkte auf dem Leiter und bildet mit der Magnetfeldrichtung den Winkel ϑ. Berechnen Sie die im Leiter induzierte Spannung U als Funktion der Zeit.

Aufgabe 2 Magnetfeld im Plattenkondensator



Ein Plattenkondensator unterbricht einen nach beiden Seiten unendlich ausgedehnten stromführenden Leiter. a sei der Abstand des Aufpunktes P von der Symmetrieachse, b der Radius der kreisförmigen Kondensatorplatten, d der Abstand der Platten und $I(t)$ die Stromstärke im Leiter.

(a) Berechnen Sie den Betrag des magnetischen Feldvektors $\vec{B}$ im Punkt P. Vernachlässigen Sie dazu alle Randeffekte ($b \gg d$). Hinweis: Fallunterscheidung für $a > b$ und $a \leq b$.

(b) Bestimmen Sie die benötigte Stromstärke I, damit im Punkt P die magnetische Induktion $|\vec{B}| = 10^{-4}$ T beträgt. Der Abstand des Punktes P von der Symmetrieachse sei $a = 1$ cm, die Kondensatorplatten haben einen Radius von $b = 4$ cm und einen Abstand von $d = 1$ mm.

Aufgabe 3 Eisenrohr im Magnetfeld

Ein unendlich langer Hohlzylinder aus Eisen mit Permeabilität μ wird mit seiner Achse senkrecht zu einer ursprünglich homogenen magnetischen Flussdichte $\vec{B}$ plaziert. Es wird angenommen, dass die ursprüngliche Flussdichte $\vec{B}_0$ klein genug ist, damit das Eisen nicht saturiert wird, und dass die Permeabilität μ in dem uns interessierenden Bereich konstant ist.

(a) Skizzieren Sie die magnetischen Feldlinien im gesamten Gebiet, bevor und nachdem der Zylinder im Feld plaziert wird.

(b) Seien b und a der innere bzw. äussere Radius des Zylinders. Leiten Sie einen Ausdruck für $\vec{B}$ im Hohlraum ($r < b$) her. Hinweis: In Zylinderkoordinaten (r, θ, z) gilt:

$$\Delta = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \ . \tag{1}$$

Aufgabe 4 Rotierender Leiter im Dipolfeld

Eine kreisförmige Leiterschleife rotiert gleichförmig mit der Winkelgeschwindigkeit ω um den Durchmesser PQ (siehe Bild). In ihrem Zentrum befindet sich ein Magnet mit magnetischem Dipolmoment $\vec{M}$, welches entlang der Rotationsachse PQ ausgerichtet ist. Berechnen Sie die induzierte Spannung U_{PC} zwischen dem Punkt P und dem Punkt C, welcher sich auf der Schleife genau in der Mitte zwischen P und Q befindet (siehe Skizze).