Institut für Theoretische Physik
der Universität zu Köln

Rochus Klesse

Theoretische Physik I (Lehramt) – Blatt 12

Wintersemester 2022/23

Webpage: *http://www.thp.uni-koeln.de/~rk/tp1_22.html/*

Abgabe: bis **Mittwoch, 25.01.23, 10:00** in elektronischer Form per ILIAS unter https://www.ilias.uni-koeln.de/ilias/goto_uk_crs_4872329.html

51. Zur Diskussion

0 Punkte

a) Zeigen Sie, dass in einer stationären Leiterschleife die Spannung $U_{ind} = -\frac{d}{dt}\Phi$ induziert wird, wobei Φ der magnetische Fluss durch die Schleife ist. Wie berechnen Sie die Induktionsspannung im Falle einer zeitlich veränderlichen Leiterschleife?

b) Was ist das Vektorpotenzial des Magnetfelds? Wie kann es berechnet werden?

52. Lange Spule

10 Punkte

Wir betrachten eine lange, gerade Spule mit kreisförmingen Querschnitt von Durchmesser D, einer Länge $L \gg D$ und insgesamt N Windungen. Die Spule wird von einem Strom der Stärke I durchflossen. Die Spule erzeugt eine Mangnetfeld, das unter Vernachlässigung von Randeffekten und Berücksichtigung der vorliegenden Symmetrie durch den Ansatz

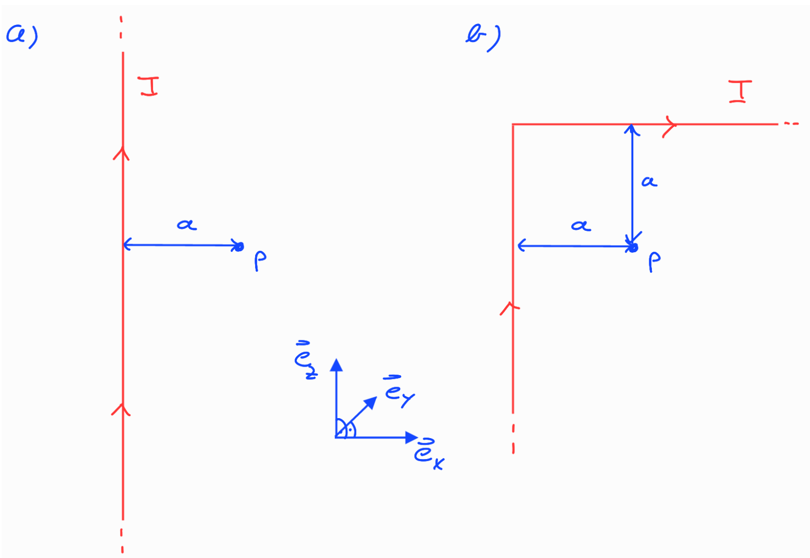
$$\vec{B}(r, \varphi, z) \;=\; B_r(r)\vec{e}_r \;+\; B_\varphi(r)\vec{e}_\varphi \;+\; B_z(r)\vec{e}_z$$

beschrieben werden kann. Bestimmen Sie (ebenfalls unter Vernachlässigung von Randeffekten) mit diesem Ansatz das Magnetfeld innerhalb und außerhalb der Spule. Gehen Sie dabei davon aus, dass im Grenzfall großer Abstände r das Magnetfeld verschwindet.

53. Biot-Savart

5+5=10 Punkte

Die Skizzen a) und b) zeigen jeweils einen unendlichen langen Draht, der einen Strom I führt. Berechnen Sie in beiden Fällen das Magnetfeld im Punkt p mit Hilfe des Biot-Savartschen Gesetzes.



[Hinweis: $\frac{d}{dt}\frac{t}{\sqrt{1+t^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+t^2}^{\,3}}$.]

54. Eindimensionale Wellen

1+3+6=10 Punkte

a) Wie lautet die eindimensionale Wellengleichung mit Ausbreitungsgeschwindigkeit c für eine Größe $p(x,t)$?

b) $f(x)$ und $g(x)$ seien zwei beliebige zweimal differenzierbare Funktionen. Zeigen Sie, dass

$$p_1(x,t) = f(x-ct), \qquad p_2(x,t) = g(x+ct), \qquad p_3(x,t) = f(x-ct) + g(x+ct)$$

Lösungen der Wellengleichungen sind.

c) Nun sein konkret $c = 1$ und

$$f(x) = e^{-(x+10)^2}, \qquad g(x) = -e^{-(x-10)^2}\ .$$

Skizzieren Sie die für diesen Fall die Lösung $p_3(x,t)$ aus **b)** als Funktion von x für Zeiten $t = 0, 5, 10$ und 15.