

Übungen zur klassischen Elektrodynamik

WS 2014/2015

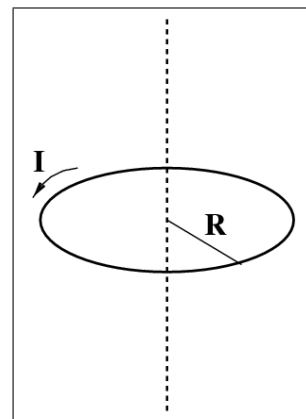
7. Übungsblatt: Abgabe bis zum 09.12.2014

Aufgabe 7.1:

In dieser Aufgabe wird das in der Vorlesung vorgestellte Gesetz von Biot-Savart auf ein einfaches Beispiel angewandt. Das Gesetz lautet speziell für einen Linienstrom

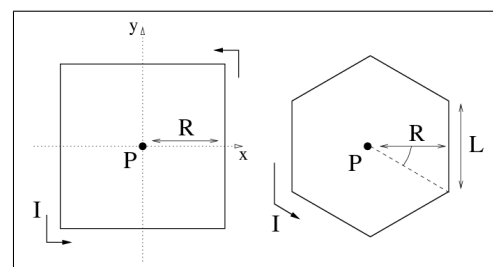
$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{I}{c} \oint \frac{d\vec{r}' \times (\vec{r} - \vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3}.$$

Bestimmen Sie das Magnetfeld auf einer Geraden G , die durch den Mittelpunkt eines Kreises mit Radius R verläuft, der von einem Strom I durchflossen wird. Der Kreis möge in einer Ebene senkrecht zu G liegen (siehe Skizze). [2P]



Aufgabe 7.2:

a) Berechnen Sie das Magnetfeld im Zentrum P des abgebildeten quadratischen Leiters, der von einem Strom I durchflossen ist. Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem für das Zentrum der Kreisschleife aus Aufgabe 7.1 und begründen Sie den Unterschied. [1P]



b) Wie lautet das Magnetfeld im entsprechenden Punkt eines symmetrischen n -Ecks mit n gleich langen Seiten?

Hinweis: Eine einzelne Kante L eines n -Ecks erfüllt die Gleichung $L = 2R \tan(\pi/n)$ (siehe Skizze für $n = 6$). [3P]

c) Bilden Sie den Grenzwert $n \rightarrow \infty$ und vergleichen Sie das Ergebnis mit dem von Aufgabe 7.1. [1P]

Aufgabe 7.3:

a) Zeigen Sie ausgehend von der Lorentz-Kraft, dass ein geladenes Teilchen in einem konstanten Magnetfeld mit Richtung \vec{e}_z eine Kreisbewegung in der x, y -Ebene vollführt. Geben sie die Kreisfrequenz ω_c und den Gyrationradius r_L an. [1P]

b) In dem Fall, dass es zusätzlich ein konstantes elektrisches Feld mit Richtung \vec{e}_x gibt führt das Teilchen zusätzlich eine Driftbewegung in y -Richtung aus. Zeigen Sie, dass die Driftgeschwindigkeit folgender Gleichung genügt

$$\vec{v}_d = c \frac{\vec{E} \times \vec{B}}{B^2}.$$

Hinweis: Setzen Sie dazu die Driftgeschwindigkeit in die Formel für die Lorentz-Kraft ein, wobei gilt $\dot{\vec{v}}_d = 0$. Multiplizieren Sie diese Gleichung von links mit $\vec{B} \times$. [2P]