

Aufgabe 1 – Einfache Ströme

24 Punkte

- (a) Skizzieren Sie einen (stromdurchflossenen) Draht, in welchem die Stromdichte in Zylinderkoordinaten folgende Form annehmen kann

$$\vec{j}(\rho, \varphi, z) = \frac{I}{2\pi R} \delta(\rho - R) \delta(z) \hat{e}_\varphi,$$

wobei $I, R > 0$.

- (b) Bestimmen Sie das Magnetfeld $\vec{B}(z)$ auf der z -Achse mit Hilfe des Biot-Savart-Gesetzes, $\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int d^3r' \vec{j}(\vec{r}') \times \frac{\vec{r} - \vec{r}'}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3}$.

- (c) Skizzieren Sie einen oder mehrere Drähte, in welchem/n die Stromdichte in Zylinderkoordinaten folgende Form besitzt

$$\vec{j}(\rho, \varphi, z) = \frac{I}{2\pi R} (\delta(\rho - R) \delta(z - a) + \delta(\rho - R) \delta(z + a)) \hat{e}_\varphi,$$

wobei $I, R > 0$.

- (d) Berechnen Sie das Magnetfeld $\vec{B}(z)$ auf der z -Achse für die Stromverteilung aus c).

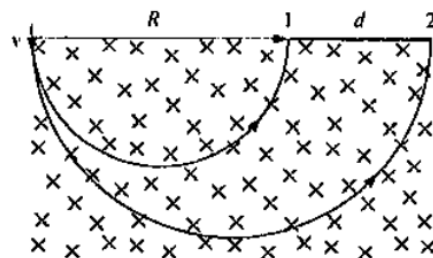
Zeigen Sie, dass $\forall a : \left. \frac{\partial |\vec{B}|}{\partial z} \right|_{z=0} = 0$ und bestimmen Sie a , sodass $\left. \frac{\partial^2 |\vec{B}|}{\partial z^2} \right|_{z=0} = 0$. Warum

könnte solch ein Verhalten des \vec{B} -Feldes in der Praxis nützlich sein?

Aufgabe 2 – Subatomare Geschwindigkeitsmessung

18 Punkte

Ein Protonenstrahl durchdringt ein gleichmäßiges Magnetfeld der Stärke B , welches senkrecht zur Strahlebene steht. Ein Detektor der Länge d wird, wie in der Abbildung gezeigt, im Abstand R des Strahleintritts platziert. Welcher Geschwindigkeitsbereich der Protonen kann mit diesem Aufbau gemessen werden? Für den Fall, dass die Protonen durch eine Potenzialdifferenz V_0 beschleunigt wurden: Welche Potenzialdifferenzen können gemessen werden?



Aufgabe 3 – Geladener Kreisel

18 Punkte

Betrachten Sie eine Kugel mit Radius R , welche gleichförmig mit der Ladungsdichte ρ_0 geladen ist. Die Kugel rotiert um eine ihrer Symmetrieachsen mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω_0 . Bestimmen Sie ...

- (a) ... das magnetische Feld \vec{B} und das Vektorpotenzial \vec{A} am Kugelmittelpunkt.

- (b) ... das magnetische Moment \vec{m} der Kugel.