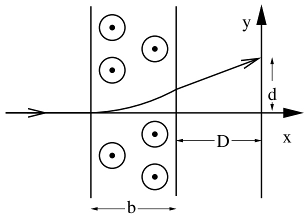
Universität Bielefeld	Theoretische Physik I	Prof. Dr. Jürgen Schnack
Fakultät für Physik	WS 2021/2022	jschnack@uni-bielefeld.de

Aufgabenblatt 9

9.1 Homogenes Magnetfeld



Ein Antiproton fliegt durch ein räumlich begrenztes homogenes Magnetfeld, welches in z-Richtung zeigt. Anschließend trifft das Antiproton auf einen Detektor.

a. Welche Bahn beschreibt ein geladenes Teilchen im homogenen Magnetfeld, auf das nur die Lorentz-Kraft wirkt? Begründen Sie (3 P.)!

b. In welchem Abstand d vom Ursprung trifft das Antiproton auf den Schirm, wenn $B = 1$ T (T $\equiv$ Tesla), $b = 0.1$ m, $D = 10$ m und $v = 3 \cdot 10^7$ m/s (4 P.)?

c. In welchem Abstand d vom Ursprung trifft das Antiproton auf den Schirm, wenn $B = 10$ T (T $\equiv$ Tesla), $b = 0.1$ m, $D = 10$ m und $v = 3 \cdot 10^7$ m/s (3 P.)?

9.2 Lorentzkraft

Es seien $\vec{E}, \vec{B}$ konstante Felder mit $\vec{E} \times \vec{B} \neq 0$. Man untersuche, ob bzw. wann eine geradlinige Bewegung

$$\vec{v}(t) = f(t) \cdot \vec{v}_0 \tag{1}$$

als Lösung der Bewegungsgleichung

$$m\dot{\vec{v}} = q\left(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}\right) \tag{2}$$

möglich ist. Wie sehen gegebenenfalls $f(t)$ und $\vec{v}_0$ aus?

9.3 Mathematische Fingerübungen I

Die folgenden Relationen sind oft wichtige Hilfsmittel.

a. Zeigen Sie

$$\frac{\partial}{\partial \vec{r}} f(r) = \frac{\vec{r}}{r} \frac{\partial}{\partial r} f(r) \; . \tag{3}$$

b. Zeigen Sie

$$\frac{\partial^2}{\partial \vec{r}^2} \frac{1}{r} = -4\pi\delta(\vec{r}) \; . \tag{4}$$

Gehen Sie dabei so vor, dass Sie zum einen zeigen, dass das Volumenintegral von $\Delta\frac{1}{r}$ gleich -4π ist und dass zum anderen $\Delta\frac{1}{r}$ gleich Null ist für $r \neq 0$.

9.4 Mathematische Fingerübungen II

Die folgenden Rechnungen werden Sie bei der Behandlung von Feldern immer wieder brauchen.

a. Es sei

$$f(x,a) = g(x-a) \; . \tag{5}$$

Zeigen Sie, dass

$$\frac{\partial}{\partial x} f(x,a) = -\frac{\partial}{\partial a} f(x,a) \; . \tag{6}$$

b. Geben Sie die Taylorreihe für die Entwicklung einer beliebigen Funktion $f(x)$ um $x = x_0$ an.

c. Es sei jetzt wieder

$$f(x,a) = g(x-a) \; . \tag{7}$$

Geben Sie die Taylorreihe für die Entwicklung von $f(x,a)$ um $a = 0$ an. Schreiben Sie am Ende die Ableitungen nach a in Ableitungen nach x um.