

Prof. Dr. Gernot Schaller

Dr. Dirk Kulawiak, Dr. Jérôme Burelbach, Alexander Kraft, Philip Knospe, Philipp Stammer

5. Übungsblatt – Theoretische Physik III: Elektrodynamik**Abgabe: Mo. 26.11.2018 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude****Aufgabe 13 (5 Punkte):** *Biot-Savart'sches Gesetz, Magnetfeld eines geraden Leiters*

Verwenden Sie das BIOT-SAVART'SCHE Gesetz,

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = I' \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{L'} \frac{d\mathbf{r}' \times (\mathbf{r} - \mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|^3}$$

um die magnetische Induktion eines unendlich langen geraden Leiters L' zu berechnen. Der Leiter werde von einem zeitlich konstanten Strom I' durchflossen. Berechnen Sie die Rotation dieses Feldes außerhalb des Leiters explizit und erklären Sie, warum sich kein *skalares* Potential für dieses Feld definieren lässt.

Aufgabe 14 (7 Punkte): *Magnetischer Dipol*Die Stromdichte in einem Kreisleiter mit Radius R (Umfang $L \equiv 2\pi R$) sei in Kugelkoordinaten gegeben als

$$\mathbf{j}(\mathbf{r}) = j_\varphi(\mathbf{r})\mathbf{e}_\varphi(\mathbf{r}) = J \delta(\cos\theta) \delta(r - R) \mathbf{e}_\varphi.$$

- (a) Bestimmen Sie die Größe J aus der Stromstärke $I = \frac{1}{L} \int j_\varphi(\mathbf{r}) d^3\mathbf{r}$. Verwenden und beweisen Sie dazu

$$\delta(f(x)) = \sum_{x_0} |f'(x_0)|^{-1} \delta(x - x_0) \quad \text{mit} \quad f \in C^1, f(x_0) = 0, f'(x_0) \neq 0.$$

- (b) Berechnen Sie das Vektorpotential $\mathbf{A}(\mathbf{r})$, das Magnetfeld $\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}$ und das magnetische Dipolmoment \mathbf{m} aus den Gleichungen

$$\mathbf{A}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\mathbf{m} \times \mathbf{r}}{r^3} \quad \text{mit} \quad \mathbf{m} \equiv \frac{1}{2} \int_V d^3r' \mathbf{r}' \times \mathbf{j}(\mathbf{r}')$$

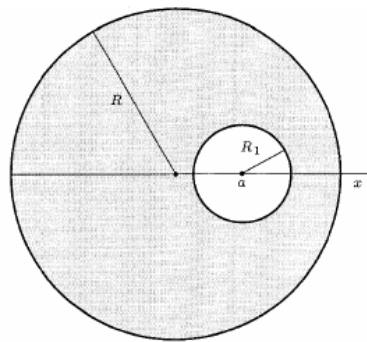
indem Sie die vorgegebene Stromdichte $\mathbf{j}(\mathbf{r})$ einsetzen.**Bitte Rückseite beachten! →**

5. Übung TPIII WS 18/19

Aufgabe 15 (5 Punkte): *Magnetfeld eines zylindrischen Leiters*

Ein (unendlich) langer zylindrischer Leiter (Radius R) werde homogen vom Strom I durchflossen.

- (a) Berechnen Sie das Magnetfeld $\mathbf{B}(\mathbf{r})$ im ganzen Raum (inner- und außerhalb des Leiters).
- (b) In dem Leiter befinde sich nun ein zylindrischer Hohlraum (Radius R_1), dessen Achse im Abstand a parallel zur Leiterachse verläuft (siehe Abbildung). Die homogene Stromdichte habe denselben Wert wie in (a). Berechnen Sie $\mathbf{B}(\mathbf{r})$ im ganzen Raum, indem Sie das Superpositionsprinzip benutzen.



Aufgabe 16 (3 Punkte): *Eichfreiheit des Vektorpotentials*

Zeigen Sie, dass die beiden Vektorpotentiale $\mathbf{A}_1 = (ay^2, bx + 2axy, 0)$ und $\mathbf{A}_2 = \frac{1}{2}(b\mathbf{e}_z \times \mathbf{r})$ zum gleichen Magnetfeld gehören (a und b sind Konstanten). Wie groß ist die Divergenz des jeweiligen Vektorpotentials? Bestimmen und diskutieren Sie die Umeichung zwischen den beiden Vektorpotentialen.

Können Sie weitere divergenzfreie Vektorpotentiale angeben, die zum gleichen \mathbf{B} gehören?

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der Übungspunkte (Abgabe in 3er Gruppen).
Ab dem zweiten Übungsblatt werden Einzel- und Zweierabgaben nicht mehr akzeptiert!
- Regelmäßige, aktive Teilnahme an den Tutorien.
- Bestandene Klausur.

Sprechstunden		
Prof. Dr. Gernot Schaller	EW 744	Di, 13-14 Uhr
Dr. Dirk Kulawiak	EW 627	Di, 14-15 Uhr
Dr. Jérôme Burelbach	EW 708	Mi, 14-15 Uhr
Alexander Kraft	EW 269	Mi, 15-16 Uhr
Philip Knospe	EW 060	Mi, 16-17 Uhr
Philipp Stammer	EW 060	Fr, 14-15 Uhr