

Übungen zu T3p Elektrodynamik im SoSe 2023 Blatt 4

Aufgabe 1: Impulserhaltung

Leiten Sie den Impulserhaltungssatz

$$\frac{d}{dt}(g_i + g_{kin,i}) = \partial_j T_{ij} \quad (1)$$

für ein System aus geladenen Teilchen und Feldern her, wobei

$$T_{ij} = \frac{1}{4\pi} \left[E_i E_j + B_i B_j - \frac{1}{2} \delta_{ij} (\mathbf{E}^2 + \mathbf{B}^2) \right], \quad \mathbf{P}_{kin} = \int d^3x \mathbf{g}_{kin}, \quad (2)$$
$$\mathbf{g} = \frac{1}{4\pi c} (\mathbf{E} \times \mathbf{B}).$$

Aufgabe 2: Potentiale und Eichtransformation

Gegeben seien die folgenden Potentiale:

$$V(\mathbf{r}, t) = 0 \quad \text{und} \quad \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = -\frac{qct}{r^2} \hat{\mathbf{r}}. \quad (3)$$

- a) Berechnen Sie das elektrische und magnetische Feld sowie die Ladungs- und Stromdichte, die sich aus diesen Potentialen ergeben.
- b) Führen Sie nun eine Eichtransformation der Potentiale mit der Eichfunktion $\lambda = -\frac{qct}{r}$ durch. Was findet man?

Aufgabe 3: Satz von Gauß

Überprüfen Sie explizit den Satz von Gauß für das Vektorfeld

$$\mathbf{v}(\mathbf{r}) = y^2 \mathbf{e}_x + (2xy + z^2) \mathbf{e}_y + (2yz) \mathbf{e}_z. \quad (4)$$

Verwenden Sie als Integrationsbereich den Einheitswürfel, wobei eine Ecke im Koordinatenursprung liegt und alle Kanten parallel zu den Koordinatenachsen in positiver Richtung sind.