

Übungen zur Vorlesung  
Theoretische Physik B: Elektrodynamik (WS2016/2017)  
BLATT IV

24. **Rechnen**

Zeigen Sie für ein Vektorfeld  $\vec{F}$  die Identität

$$\nabla \times (\nabla \times \vec{F}) = \nabla (\nabla \cdot \vec{F}) - \Delta \vec{F}.$$

Hinweis: Es empfiehlt sich die Verwendung des Levi-Civita-Symbols  $\varepsilon_{i,j,k}$ , um die Doppelrotation aufzulösen. Verwenden Sie an gegebener Stelle den Zusammenhang  $\sum_n \varepsilon_{l,m,n} \varepsilon_{n,j,k} = \delta_{l,j} \delta_{m,k} - \delta_{l,k} \delta_{m,j}$ .

25. **Coulombbeziehung**

Gegeben sei ein Vektorpotential  $\vec{A}(\vec{r})$  mit

$$\nabla \cdot \vec{A}(\vec{r}) = b(\vec{r}),$$

wobei  $b(\vec{r})$  ein von Null verschiedenes Skalarfeld bezeichne. Konstruieren Sie die Eichtransformation  $\vec{A} \rightarrow \vec{A}'$ , sodass  $\vec{A}'$  die Coulombbeziehung erfüllt,  $\nabla \cdot \vec{A}'(\vec{r}) = 0$ . Erläutern Sie nochmals, warum für das Magnetfeld  $\vec{B}(\vec{r}) = \vec{B}'(\vec{r})$  gilt, obwohl  $\vec{A}(\vec{r}) \neq \vec{A}'(\vec{r})$  ist.

26. **Stromdurchflossener Hohlzylinder**

Gegeben sei ein unendlich langer Hohlzylinder mit Innenradius  $R_1$  und Außenradius  $R_2$ , der von einem homogenen Strom  $I$  durchflossen wird.

- Führen Sie Symmetrieüberlegungen bezüglich des Vektorpotentials  $\vec{A}$  durch. In welche Richtung zeigt es und wovon hängt es ab? Was folgt daraus für  $\vec{B}$ ?
- Berechnen Sie unter Verwendung des Ampèreschen Durchflutungsgesetzes die magnetische Induktion  $\vec{B}$  und bestimmen Sie im Anschluss die Form des Vektorpotentials  $\vec{A}$  (Bestimmung der Integrationskonstanten nicht erforderlich), jeweils für alle drei Raumbereiche.
- Stellen Sie anschließend die Poissongleichung für das Vektorpotential unter Ausnutzung der Symmetrie in geeigneten Koordinaten auf. Zeigen Sie, dass das gefundene Vektorpotential die Poissongleichung erfüllt.

27. **Moment mal**

Gegeben sei eine Kreisscheibe (Radius  $R$ ) mit Flächenladungsdichte  $\sigma$ , die um ihre senkrechte Achse durch den Mittelpunkt mit der Kreisfrequenz  $\omega$  rotiert:

- Wie lautet die Stromdichte  $\vec{j}(\vec{r})$  bzw. die Flächenstromdichte  $\vec{j}_S(\vec{r})$  für dieses Problem?
- Berechnen Sie das magnetische Moment der rotierenden Kreisscheibe.
- Wie groß ist das magnetische Feld im Mittelpunkt der Scheibe?
- Wie groß ist das magnetische Feld weit weg von der Scheibe?

