GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT GÖTTINGEN IN PUBLICA COMMODA SEIT 1737

Experimentalphysik II
SoSe 2025
Fakultät für Physik
Prof. Dr. Thomas Weitz
Dr. Jonas Pöhls
mit Übungsassistenten

Übungsblatt Nr. 0

Präsensübung 21.04. - 25.04.

Aufgabe 1: *Rechnen mit Nabla* ()

Zeigen Sie durch explizites Nachrechnen die folgenden Identitäten, wobei ϕ ein skalares Feld darstellt und $\vec{A}$ ein Vektorfeld. Schreiben Sie dazu alle Operationen zunächst explizit in kartesischen Koordinaten aus.

a) $\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla}\phi) = 0$ („**rot grad** = 0“)

b) $\vec{\nabla} \cdot (\vec{\nabla} \times \vec{A}) = 0$ („div **rot** = 0“)

c) $\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{A}) = \vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{A}) - \Delta\vec{A}$ („**rot rot** = **grad** div − laplace“)

Der Laplace-Operator Δ einer vektorwertigen Funktion $\vec{A}$ ist dabei komponentenweise zu interpretieren, d. h. $\Delta\vec{A} = \Delta A_x\,\hat{x} + \Delta A_y\,\hat{y} + \Delta A_z\,\hat{z}$.

Hinweis:
Die Bearbeitung der Aufgabe kann wahlweise auch unter Benutzung des Kronecker Deltas δ_{ij} und des Levi-Civita Epsilons ε_{ijk} durchgeführt werden. In dem Fall können die folgenden Identitäten nützlich sein:

$$\varepsilon_{ijk} = -\varepsilon_{ikj} = \varepsilon_{jki}$$

$$\varepsilon_{ijk}\,\varepsilon_{mnk} = \delta_{im}\,\delta_{jn} - \delta_{in}\,\delta_{jm}$$

Aufgabe 2: *Partielle Ableitung* ()

Zeigen Sie, dass für die partiellen kartesischen Ableitungen einer Funktion $f = f(r)$, die nur vom Radius r abhängt, die folgende Beziehung gilt:

$$\partial_i f(r) = \frac{x_i}{r}\frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}r}$$

Aufgabe 3: *Rechnen mit Dreierprodukten* ()

Beweisen Sie die Gleichung

$$[\vec{A} \times (\vec{B} \times \vec{C})] + [\vec{B} \times (\vec{C} \times \vec{A})] + [\vec{C} \times (\vec{A} \times \vec{B})] = 0.$$

Unter welcher Bedingung ist

$$\vec{A} \times (\vec{B} \times \vec{C}) = (\vec{A} \times \vec{B}) \times \vec{C}?$$