UNI KASSEL VERSITÄT

Theoretische Elektrotechnik

Übungen zur Vorlesung Elektromagnetische Feldtheorie I
(EFT I)
SS 2003

Universität Kassel
Fachbereich Elektrotechnik
Fachgebiet Theoretische Elektrotechnik

Übung 1

Aufgabe 1 (Vektoren)

Gegeben sind die Vektoren

$$\underline{\mathbf{A}} = \underline{\mathbf{e}}_x + 2\underline{\mathbf{e}}_y + 3\underline{\mathbf{e}}_z \qquad \text{and} \qquad \underline{\mathbf{B}} = 2\underline{\mathbf{e}}_x - \underline{\mathbf{e}}_y + \underline{\mathbf{e}}_z .$$

Bestimmen Sie

a) $\underline{\mathbf{A}} - \underline{\mathbf{B}}$, $\underline{\mathbf{A}} + \underline{\mathbf{B}}$, A, B, $\hat{\underline{\mathbf{A}}}$, $\hat{\underline{\mathbf{B}}}$, $\underline{\mathbf{A}} \cdot \underline{\mathbf{B}}$, $\underline{\mathbf{A}} \times \underline{\mathbf{B}}$,

b) den Winkel zwischen $\underline{\mathbf{A}}$ und $\underline{\mathbf{B}}$,

c) den Winkel zwischen $\underline{\mathbf{A}}$ und der x-Achse.

Aufgabe 2 (Zylinderkoordinaten)

Zeigen Sie durch explizite Transformation der Koordinaten und der Komponenten, dass ein Ortsvektor, der in Kartesischen Koordinaten durch $\underline{\mathbf{R}} = x\underline{\mathbf{e}}_x + y\underline{\mathbf{e}}_y + z\underline{\mathbf{e}}_z$ dargestellt wird, in Zylinderkoordinaten durch $\underline{\mathbf{R}} = r\underline{\mathbf{e}}_r + z\underline{\mathbf{e}}_z$ beschrieben werden kann.

Aufgabe 3 (Kugelkoordinaten)

Zeigen Sie durch explizite Transformation der Koordinaten und der Komponenten, dass ein Ortsvektor, der in Kartesischen Koordinaten durch $\underline{\mathbf{R}} = x\underline{\mathbf{e}}_x + y\underline{\mathbf{e}}_y + z\underline{\mathbf{e}}_z$ dargestellt wird, in Kugelkoordinaten durch $\underline{\mathbf{R}} = R\underline{\mathbf{e}}_R$ beschrieben werden kann.

Aufgabe 4 (Zylinderkoordinaten)

Ein Vektorfeld $\underline{\mathbf{F}}$ sei mathematisch beschrieben durch:

$$\underline{\mathbf{F}} = -\frac{y}{x^2 + y^2}\,\underline{\mathbf{e}}_x + \frac{x}{x^2 + y^2}\,\underline{\mathbf{e}}_y + c\underline{\mathbf{e}}_z \ .$$

Führen Sie eine Transformation des Vektorfeldes aus dem Kartesischen Koordinatensystem in das Zylinderkoordinatensystem durch.

Aufgabe 5 (Kugelkoordinaten)

Beschreiben Sie das Vektorfeld $\underline{\mathbf{A}}(\underline{\mathbf{R}}) = (x+1)\underline{\mathbf{e}}_x + \underline{\mathbf{e}}_y + y\underline{\mathbf{e}}_z$ in Kugelkoordinaten.

Aufgabe 6

Ein elektrostatischer Dipol liege im Ursprung des Koordinatensystems. Das elektrische Feld des Dipols ist gegeben durch:

$$\underline{\mathbf{E}}(\underline{\mathbf{R}}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\,\frac{1}{R^3}\left[3(\underline{\mathbf{p}}\cdot\underline{\mathbf{R}})\frac{\underline{\mathbf{R}}}{R^2} - \underline{\mathbf{p}}\right] \quad .$$

Dabei sei das Dipolmoment $\underline{\mathbf{p}} = p\underline{\mathbf{e}}_z$.
Bestimmen Sie die Komponenten des elektrischen Feldes im

a) Kartesischen Koordinatensystem

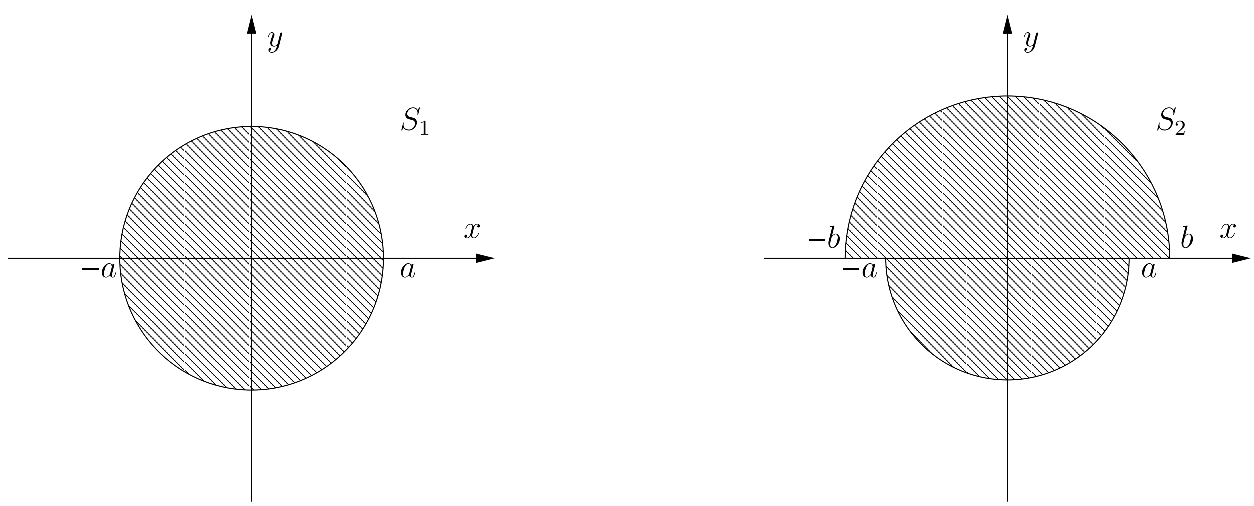
b) Kugelkoordinatensystem.

Aufgabe 7

Gegeben ist die elektrische Flußdichte

$$\underline{\mathbf{D}}(\underline{\mathbf{R}}) = D_0(z\cos\varphi\underline{\mathbf{e}}_r + z\sin\varphi\underline{\mathbf{e}}_\varphi + r\underline{\mathbf{e}}_z)$$

Berechnen Sie den in negative z-Richtung fließenden Fluß durch die in der Abbildung vorgegebenen, schraffierten Flächen S_1 und S_2, welche in der xy-Ebene liegen ($z = 0$).



Hinweis: Verwenden Sie Zylinderkoordinaten.