
Übungen zu TP2-Elektrodynamik (Staatsexamen Lehramt)
Aufgabenblatt 1

Aufgabe 1.1

(a) Ein vollständig ionisiertes Platin-Atom sei am Koordinatenursprung eines Inertialsystems lokalisiert. Berechnen die dadurch hervorgerufene elektrische Feldstärke in 1 cm Abstand vom Koordinatenursprung (i) in MKSA-Einheiten, (ii) in cgs-Einheiten. (Das Ion im Koordinatenursprung sei idealisiert punktförmig beschrieben.)

(b) Berechnen Sie die Kraft auf das Elektron im elektrischen Feld des Protons im Grundzustand des Wasserstoff-Atoms, d.h. für einen mittleren Abstand zwischen Proton und Elektron von $5,29 \cdot 10^{-11} \text{ m}$. Verwenden Sie MKSA-Einheiten. (Proton und Elektron seien als punktförmige Ladungen idealisiert.)

Aufgabe 1.2

Eine statische Ladungsverteilung $\rho(\vec{x})$ sei gegeben durch:

$$\rho(x_1, x_2, x_3) = \begin{cases} qx_3, & \text{falls } 0 \leq x_3 \leq a \text{ und } x_1^2 + x_2^2 \leq R^2 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Dabei sind a und R positive reelle Konstanten der Dimension einer Länge, und q ist eine reelle Konstante der Dimension einer Ladung pro (Länge)⁴ (in MKSA-Einheiten).

(a) Berechnen Sie die Gesamtladung Q der Ladungsverteilung (in Abhängigkeit von a , R und q).

(b) Berechnen Sie das von der Ladungsverteilung hervorgerufene elektrische Feld am Ort

$$\vec{x}(r) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ r \end{pmatrix}, \quad r > R$$

in Abhängigkeit von a , R , q und r .

/...2

Aufgabe 1.3

Die Vektorfelder $\vec{V}_n(\vec{x})$ sind für $n \in \mathbb{N}$ definiert durch

$$\vec{V}_n(\vec{x}) = \begin{pmatrix} x_1^n \\ x_2^n \\ x_3^n \end{pmatrix}, \quad \vec{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$$

- (a) Skizzieren Sie den Verlauf der Vektorfelder \vec{V}_1 und \vec{V}_2 in der $\{x_3 = 0\}$ -Ebene.
- (b) Berechnen Sie für jedes $n \in \mathbb{N}$ das Integral von $(\vec{\nabla} \bullet \vec{V}_n)$ über die im Koordinatenursprung zentrierte Kugel vom Radius R .
- (c) "Die Divergenz eines Vektorfeldes ist ein Maß für seine Quellstärke". Erläutern Sie dies anhand der Ergebnisse von (a) und (b). Geben Sie ein Beispiel für ein nicht-konstantes Vektorfeld, dessen Divergenz überall gleich 0 ist. Skizzieren Sie den Verlauf des Vektorfeldes.

Wert jeder Aufgabe: 12 Punkte.

Abgabe: Bis Di., 22.4.2014, vor Beginn des Übungsseminars.