Prof. Dr. R. Verch

UNIVERSITÄT LEIPZIG

Inst. f. Theoretische Physik

Sommersemester 2015

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 punktartig 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$\cdot 10^{-11}$m. Verwenden Sie MKSA-Einheiten. (Proton und Elektron seien als punktartige Ladungen idealisiert.)

Aufgabe 1.2

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

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

Dabei sind a und R positive reelle Konstanten der Dimension einer Länge, und q ist eine reelle Konstante der Dimension einer Ladung pro $(\text{Länge})^4$ (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 (freiwillig): Bis Di., 21.4.2015, vor Beginn der Vorlesung.