Theoretische Physik für das Lehramt L1, SS 2012

Übungsaufgaben zur Elektrodynamik

1. Diskutieren Sie die elektrische Ladungsverteilung

$$\rho(\vec{x}) = \begin{cases} C(4r - 3R) & \text{für } r \leq R \\ 0 & \text{für } r > R \end{cases}$$

($r \equiv |\vec{x}|$) zunächst in Worten! Berechnen Sie die Gesamtladung! Was ist die Bedeutung der Konstante C?

2. Wie bewegt sich ein elektrisch geladenes Teilchen im konstanten elektrischen Feld

$$\vec{E} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \mathcal{E} \end{pmatrix}$$

(in der nichtrelativistischen Näherung)? Lösen Sie die Bewegungsgleichung!

3. Ermitteln Sie das zum elektrischen Feld der vorigen Aufgabe gehörende elektrostatische Potential ϕ! Diskutieren Sie auf der Basis Ihres Vorwissens (in der nichtrelativistischen Näherung) die Beziehung von ϕ zur potentiellen Energie des Teilchens, zur Energieerhaltung, zum Begriff der elektrischen Spannung und zur Einheit eV!

4. Illustrieren Sie durch geeignete Zahlen, um wie viel stärker die Coulombkraft als die Schwerkraft ist:

   (a) Berechnen Sie die beiden Kräfte zwischen zwei Protonen!

   (b) Schätzen Sie ab, wie viele Ladungsträger (Protonen und Elektronen) Erde und Mond besitzen! Wie viele davon müssten diesen beiden Himmelskörpern abhanden kommen, damit die dadurch bewirkte Coulombkraft in der gleichen Größenordnung wie ihre gravitative Anziehung ist?

5. Bestimmen und diskutieren Sie die Bewegung eines geladenen Teilchens in einem konstanten Magnetfeld

$$\vec{B} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ B \end{pmatrix}$$

(in der nichtrelativistischen Näherung)! Lösen Sie die Bewegungsgleichung! (Tipp: Machen Sie einen Ansatz der Form (2.103) des Elemente-Buchs!)

6. Berechnen Sie das von der in Aufgabe 1 angegebenen Ladungsverteilung erzeugte elektrostatische Feld!

7. Welches elektrische Feld herrscht im Inneren einer gleichmäßig geladenen Hohlkugel?

8. Verifizieren Sie die Formel für das von einem elektrischen Dipol erzeugte elektrische Feld! (Betrachten Sie zwei entgegengesetzte elektrische Ladungen in Punkten mit Verbindungsvektor $\vec{d}$, berechnen Sie das elektrische Feld und lassen Sie $|\vec{d}|$ klein werden!)

9. Finden Sie das Vektorpotential des von einem geraden (unendlich langen und dünnen) stromdurchflossenen Draht erzeugten Magnetfelds!

10. Für welche ω, $\vec{k}$, $\vec{n}$ und $\vec{E}_0$ erfüllen

$$\vec{E}(\vec{x},t) = \vec{E}_0 \cos(\vec{k}\cdot\vec{x} - \omega t) \tag{0.1}$$
$$\vec{B}(\vec{x},t) = \vec{n} \times \vec{E}_0 \cos(\vec{k}\cdot\vec{x} - \omega t) \tag{0.2}$$

die Maxwellgleichungen im Vakuum? Was beschreiben diese Felder physikalisch?