2. Übungsblatt zur Vorlesung Theoretische Physik II (Elektrodynamik)

Abgabe der Lösungen: in den Übungen am 2.5.07

Aufgabe 1: (3 Punkte)

Ein Teilchen mit Masse m und Ladung q wird zunächst aus der Ruhe heraus durch ein konstantes Feld $\vec{E} = E_0\vec{e}_1$ auf einer Strecke der Länge l beschleunigt. Nach dem Austritt aus dem E-Feld wird es durch ein konstantes Feld $\vec{B} = -B_0\vec{e}_3$ auf eine Kreibahn gezwungen. Welchen Radius hat die Kreisbahn? Wo liegt der Mittelpunkt des Kreises, wenn der Eintritt ins B-Feld den Ursprung des Koordinatensystems markiert?

Aufgabe 2: (5 Punkte)

Bestimmen Sie den Laplaceoperator in Zylinderkoordinaten, indem Sie für die partiellen Ableitungen $\frac{\partial}{\partial x_i}$ die Kettenregel einsetzen:

$$\frac{\partial}{\partial x_i} = \frac{\partial \rho}{\partial x_i}\frac{\partial}{\partial \rho} + \frac{\partial \varphi}{\partial x_i}\frac{\partial}{\partial \varphi} + \frac{\partial z}{\partial x_i}\frac{\partial}{\partial z}.$$

Aufgabe 3: (5 Punkte)

Berechnen Sie das elektrische Feld, das von folgenden Ladungsverteilungen erzeugt wird:

a) eine auf einer Hohlkugel mit dem Innenradius R_1 und dem Außenradius $R_2 > R_1$ homogen verteilte Ladung

$$\rho(\vec{r}) = \rho_0\Theta(r - R_1)\Theta(R_2 - r),$$

wobei $r = |\vec{r}|$,

b) zwei auf konzentrischen, sich entlang der z-Achse erstreckenden Zylindern mit den Radien $R_1 < R_2$ gleichmäßig verteilte Ladungen mit den Flächenladungsdichten $\sigma_1 = \lambda_0/(2\pi R_1)$ und $\sigma_2 = -\lambda_0/(2\pi R_2)$

$$\rho(\vec{r}) = \frac{\lambda_0}{2\pi R_1}\delta(r_\perp - R_1) - \frac{\lambda_0}{2\pi R_2}\delta(r_\perp - R_2),$$
$$r_\perp = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad \lambda_0, R_1, R_2 = \text{const},$$

Aufgabe 4: (7 Punkte)

a) Berechnen Sie das elektrostatische Potential $\phi(\vec{r})$ eines homogen geladenen, unendlich dünnen Glasstabes, der zwischen $z = a$ und $z = -a$ entlang der z-Achse angebracht ist (Gesamtlänge $2a$, Gesamtladung Q). Geben Sie zunächst die Ladungsdichte $\rho(\vec{r})$ in kartesischen Koordinaten an, und führen Sie dann die notwendigen Integrationen aus.

b) Zeigen Sie, dass sich im Grenzfall $a \to 0$ das Coulomb-Potential ergibt.

c) Welches Potential erhalten Sie für das andere Extrem $a \to \infty$ (mit $\lambda \equiv Q/(2a) = \text{const}$) des unendlich langen, homogen geladenen Drahtes?