Übungen zur Vorlesung Theoretische Physik II: Elektrodynamik
Wintersemester 2023/24

Prof. M. Krämer / Dr. A. Mück

Blatt 6

Abgabetermin: Dienstag, 21.11.2023, 12 Uhr über Moodle
Besprechung: Montag, 27.11.2023, in den Übungen

Aufgabe 6.1 [9 Punkte]

Betrachten Sie ein in z-Richtung sehr langes metallisches Rohr mit quadratischem Querschnitt (Seitenlänge a), das geerdet ist. Im Zentrum des Rohres befindet sich ein sehr langer, sehr dünner Draht mit konstanter Längenladungsdichte λ. Berechnen Sie das Potential im Inneren des Rohres.
[Hinweis: Verwenden Sie wie in Aufgabe 5.1 das Ergebnis aus der Vorlesung. Die auftretenden Konstanten sollen dabei durch Integrale ausgedrückt werden, die Integrale müssen aber nicht explizit gelöst werden. Der unendlich lange Draht wurde bereits in den Aufgaben 2.2 und 2.3 diskutiert. Wählen Sie die Konstante r_0 im Potential des Drahtes $\Phi_d(x,y) = -2\lambda\,\ln(\sqrt{x^2+y^2}/r_0)$ so, dass bereits der erste Term in der Reihendarstellung des Potentials eine möglichst gute Näherung liefert.]

Aufgabe 6.2 [8+3+2=13 Punkte]

Betrachte Sie eine dünnwandige Hohlkugel mit Radius R. Im Mittelpunkt der Kugel sitzt eine Punktladung q und die Oberfläche der Hohlkugel werde auf das Potential $\Phi(R,\vartheta,\varphi) = V_0\,\left(1+\cos^2\vartheta\right)$ gebracht. Ansonsten sei der Raum ladungsfrei.

a) Formulieren Sie das Randwertproblem und berechnen Sie das elektrostatische Potential und das elektrische Feld innerhalb und außerhalb der Kugel.

b) Wie lautet die Ladungsdichte auf der Kugeloberfläche, die das in a) berechnete Potential erzeugt.

c) Berechnen Sie das Potential, wenn die Punktladung aus dem Ursprung an einen beliebigen Ort $\vec{r}_q$ verschoben wird. [Hinweis: Kombinieren Sie geschickt die Methoden, die Sie in der Vorlesung kennengelernt haben, um das Ergebnis in einfacher Form anzugeben. Im Potential sollen insbesondere keine unendlichen Summen auftauchen.]

Aufgabe 6.3 [5+3=8 Punkte]

Gegeben sei ein Dreieck, an dessen Eckpunkten sich Ladungen befinden. Die Ladungsverteilung sei

$$\rho(\vec{x}\,) = q\left[\delta\Big(\vec{x}-a\,\vec{e}_y\Big)+\delta\Big(\vec{x}-\frac{a}{2}\,\vec{e}_x\Big)-2\delta\Big(\vec{x}+\frac{a}{2}\,\vec{e}_x\Big)\right]\,.$$

a) Berechnen Sie die kartesischen Dipol- und Quadrupolmomente dieser Ladungsverteilung.

b) Berechnen Sie die kartesischen Multipolmomente aus Aufgabenteil a) in einem verschobenen Koordinatensystem, dessen Ursprung mit der negativen Ladung zusammen fällt.