

Theoretische Physik II

WS 2013-2014
Blatt XII

16.01.2014
Fälligkeitsdatum 23.01.2014

Übung 1 *Exzentrische Kugel*

Eine nahezu kugelförmige Oberfläche rotiert gemäß

$$r(t, \theta) = a(1 + \epsilon \cos \theta \cos \omega t)$$

mit $\epsilon \ll 1$. Die Oberfläche ist homogen geladen, wir haben also in Kugelkoordinaten

$$\rho(\vec{r}, t) = \frac{q^2}{4\pi a^2} \delta(r - r(t, \theta)).$$

Berechnen Sie in niedrigster nichtverschwindender Ordnung in ϵ die abgestrahlte Leistung.

(2 Punkte)

Übung 2 *Streuung*

Berechnen Sie den differentiellen Streuquerschnitt, zeitabhängig und zeitgemittelt, für linear polarisierte ebene Wellen der Wellenlänge λ für

- Eine dielektrische Kugel im Ursprung, Dielektrizitätskonstante ϵ , Radius r . Wir nehmen an, dass die Frequenz der Strahlung viel niedriger ist, als die Eigenfrequenz der Lorentz-oszillatoren der Kugel, so dass Sie das Ergebnis für die Elektrostatik einer solchen Kugel verwenden können. (2 Punkte)
- Eine ebenso kleine ideal leitende Kugel am Ursprung. (1 Punkt)
- Eine Anordnung aus zwei Punktladungen q_1 und q_2 , eine davon zu Beginn im Ursprung, eine andere davon zu Beginn im Abstand a davon, und zwar in Einfallsrichtung *hinter* der ersten Ladung. Warum ist das Ergebnis *nicht* die Summe zweier Thompson-Formeln? (3 Punkte)

Übung 3 *Rotierender Dipol*

Eine Kreuzdipol besteht aus einem Paar linearer Dipolantennen, die um 90° gegeneinander angeordnet sind, und um 90° Phasenverschoben betrieben werden, wie in Bild 1 zu sehen. Betrachten Sie den Fall, dass die Länge der Antennen klein im Vergleich zur Wellenlänge sind, sodass jede Antenne als elektrischer Dipol $p_{1,2}e^{-i\omega t}$ aufgefasst werden kann, wobei die Magnituden p_1 und p_2 gleich sind aber ihre Phasen sich um $\pi/2$ unterscheiden.

- a) Bestimmen Sie den zeitgemittelten Poyntingvektor im gesamten Raum (in Kugelkoordinaten). (2 Punkte)
- b) Beschränken Sie sich nun auf das Fernfeld. Bestimmen Sie die zeitgemittelte Verteilung der abgestrahlten Leistung und zeigen Sie, dass die Strahlungsintensität lediglich um einen Faktor 2 auf der Sphäre variiert. Dies ist eine bemerkenswerte isotropische Struktur verglichen mit anderen Antennen. (2 Punkte)

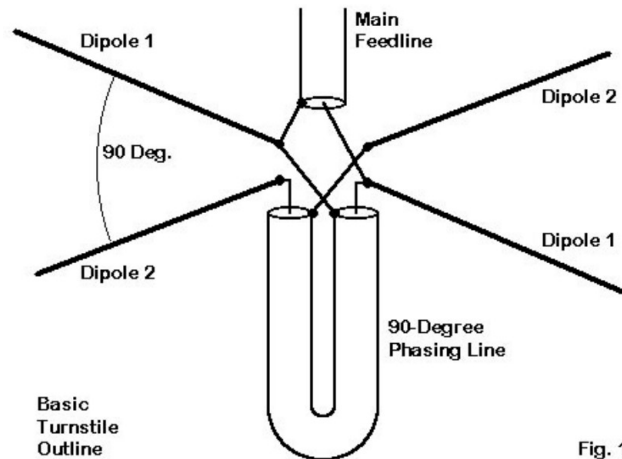


Bild 1

Übung 4 *Rutherfords Atom*

Das Rutherfordsche Atommodell beschreibt das Atom als einen schweren, positiv geladenen Kern umgeben von einer Wolke von Orbitalelektronen. Verwenden Sie das bisher Gelernte um zu zeigen, dass das Rutherfordsche Atom instabil und das Modell daher falsch ist.

- a) Benutzen Sie das Coulombgesetz und das zweite Newtonsche Gesetz um die Geschwindigkeit (als Funktion des Radius) eines Elektrons mit Ladung $-q$ auf einer Kreisbahn um ein Proton der Ladung q zu bestimmen. (1 Punkt)
- b) Es ist bekannt das eine beschleunigte Ladung Strahlung emittiert. Bestimmen Sie die abgestrahlte Leistung (pro Zeiteinheit) des Elektrons als Funktion des Radius. (1 Punkt)
- c) Nehmen Sie an, dass das Elektron auf seiner Umlaufbahn um das Proton bei einem Radius von $r = 10^{-10}$ m startet. Benutzen Sie die Energieerhaltung und nehmen Sie an, dass die abgetrahlte Leistung konstant in der Zeit ist, um den Radius als Funktion der Zeit zu Bestimmen. Stellen Sie ihr Ergebnis bis zu $\Delta t = 10^{-8}$ s grafisch dar und überprüfen Sie, dass Rutherfords Atommodell sehr kurze Atomlebensdauern vorhersagt. (2 Punkte)

Hinweis: können Sie hier die Ergebnisse aus Aufgabe 3 verwenden?