Theoretische Physik II - Elektrodynamik WS 05/06

(PD Dr. Achim Feldmeier) [1]

Übungsblatt 14 (20 Punkte) – Ausgabe: 30.01.2006, Abgabe: 06.02.2006 [2]

▷ Aufgabe 1 (Beugung am Spalt) (8 Punkte)

Auf einen Spalt der Breite d trifft eine ebene Welle mit $E = E_0 \exp\left[i\left(kr - \omega t\right)\right]$. Bestimmen Sie die Intensität

$$I\left(r, \alpha\right) = I_0 \left(\frac{\sin \frac{kd\alpha}{2}}{\frac{kd\alpha}{2}} \right)^2$$

der gebeugten Welle hinter dem Spalt für hinreichend großes r!

Hinweis: Zerlegen Sie den Spalt in $m-1$ äquidistante Abschnitte! Bei der Addition der Elementarwellen im Punkt $P\left(r, \alpha\right)$ beachten Sie die Phasenverschiebung der wegen $r \gg 1$ nahezu „parallelen“ Elementarwellen. Mit Hilfe der Summenformel der geometrischen Reihe und der Identität $\sinh ix = i \sin x$ kann man den Grenzwert der Intensität der Welle $I = EE^*$ für $m \to \infty$ bestimmen.

▷ Aufgabe 2 (Lorentztransformation des elektromagn. Feldes) (8 Punkte)

(a) Betrachten Sie zuerst zwei Inertialsysteme S und S', die sich mit der Geschwindigkeit $v \cdot \vec{e}_z$ gegeneinander bewegen, wobei zur Zeit $t = t' = 0$ die Ursprünge beider Systeme zusammenfallen sollen. Leiten Sie die 4×4 Matrix der Lorentztransformation her. Benutzen Sie diese, um den Feldstärketensor zu transformieren. Welche Transformationsgleichungen erhalten Sie für $\vec{E}$ und $\vec{B}$?

(b) Betrachten Sie nun den Fall des gleichförmig bewegten Elektrons. Das Elektron soll sich aus dem Laborsystem S betrachtet mit der Geschwindigkeit $v \cdot \vec{e}_z$ bewegen. Geben Sie $\vec{E}$ und $\vec{B}$ im Laborsystem an.

▷ Aufgabe 3 (4-Lorentzkraft) (4 Punkte)

Zeigen Sie, dass die Lorentzkraft in 4-Schreibweise folgende Gestalt hat:

$$G^\mu = j_\nu F^{\mu\nu} \qquad .$$

j_ν ist die 4-Stromdichte.

---

[1] `http://www.quantum.physik.uni-potsdam.de/teaching/ws2005/ed05/`

[2] Abgabe bis 11 Uhr in die jeweiligen Fächer der Übungsleiter im Erdgeschoss von Haus 19