

Klassische Theoretische Physik II

Priv.-Doz. Dr. R. Bulla, Dr. T. Rindler-Daller

WS 2008/09

Hinweis: Als Vorbereitung zur Klausur findet am Dienstag, den 09.12.2008, 10:00 - 11:45, im Hörsaal II eine Präsenzübung statt.

Blatt VII: Abgabetermin: 2.12.2008, 10:00

Aufgabe 23: Feldstärketensor

Von der Vorlesung kennen Sie den Feldstärketensor $F^{\alpha\beta}$ und den dazugehörigen dualen Feldstärketensor $\tilde{F}^{\alpha\beta}$.

- Verifizieren Sie die Matrixdarstellung von $\tilde{F}^{\alpha\beta}$.
- Zeigen Sie, dass aus der Definition von $\tilde{F}^{\alpha\beta}$ folgt; $\partial_\beta \tilde{F}^{\beta\alpha} = 0$.
- Zeigen Sie die Äquivalenz von $\partial_\beta \tilde{F}^{\beta\alpha} = 0$ zu den homogenen Maxwellgleichungen.
- In 'KTP I' haben Sie die Eichtransformation der elektromagnetischen Potentiale schon kennengelernt.
Wie sieht die (allg.) Eichtransformation für A^α aus ?
- Zeigen Sie, dass $F^{\alpha\beta}$ unter dieser Eichtransformation invariant ist.

(7 Punkte)

Aufgabe 24: gleichförmig bewegte Ladung

Bestimmen Sie das elektromagnetische Feld einer sich mit konstanter Geschwindigkeit \vec{v} bewegten Ladung der Stärke q . Die Achsen des Inertialsystems IS seien so gelegt, dass sich die Ladung entlang der x -Achse bewegt. Bestimmen Sie das Feld an einem beliebigen Beobachtungspunkt auf der y -Achse. Betrachten Sie auch die Spezialfälle einer sich langsam bewegten Ladung ($v \ll c$), und einer sich sehr schnell bewegten Ladung mit $v \rightarrow c$. *Hinweis:* Da \vec{v} konstant ist, gibt es ein Inertialsystem IS' , in dessen Ursprung die Ladung ruht. Das Feld ist also bekannt in IS' .

(8 Punkte)

Aufgabe 25: (Lorentz-)Invarianten des elektromagnetischen Felds

Bezugssystemunabhängige Größen sind von besonderem Interesse für die Physik. Aus vorgegebenen Lorentztensoren hat man dazu Lorentzskalare zu bilden. Bestimmen Sie die Invarianten des elektromagnetischen Felds unter Zuhilfenahme des Feldstärketensors $F^{\alpha\beta}$ und dessen duales $\tilde{F}^{\alpha\beta}$ (F und \tilde{F} sind beide Lorentztensoren). Welche Eigenschaften der Lorentztransformation der Felder kann man aus jenen Invarianten ablesen ?

(6 Punkte)