



Elektrodynamik und Spezielle Relativitätstheorie  
SoSe 2012

11. Übungsblatt

Abgabe 28.06.2012 im Tutorium  
Besprechung am 29.06.2012 in der Übung

35. Feldstärketensor (6 Punkte)

In der Vorlesung (4.48) haben wir den Feldstärketensor

$$F^{\mu\nu} = \begin{pmatrix} 0 & -E_1 & -E_2 & -E_3 \\ E_1 & 0 & -B_3 & B_2 \\ E_2 & B_3 & 0 & -B_1 \\ E_3 & -B_2 & B_1 & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

kennengelernt. Wie sieht der transformierte Feldstärketensor für ein sich mit Relativgeschwindigkeit  $\vec{v} = (v, 0, 0)^T$  bewegtes Inertialsystem aus?

36. Doppler Effekt (7 Punkte)

Wir betrachten eine Lichtwelle mit Winkelfrequenz  $\omega$  und Wellenvektor  $\vec{k}$ , welche durch

$$\Phi(\mathbf{x}) = A \sin(\vec{k} \cdot \vec{x} - \omega t)$$

beschrieben wird.

- Überlege, wie sich der Winkelfrequenz  $\omega$  und Wellenvektor  $\vec{k}$  vom Inertialsystem K in entsprechende Größen eines anderen Inertialsystems K' transformieren. Benutze dabei, dass die Phase der Welle ein Lorentz-Skalar –also Lorentz-invariant– ist (warum?). Überprüfe, ob der Vektor  $(\omega/c, \vec{k})^T$  ein Vierervektor ist.
- Gib die Transformationsvorschrift für  $\vec{k}$  in das Inertialsystem K'' mit Relativgeschwindigkeit  $\vec{v} = (v, 0, 0)^T$  zu K explizit an. Die Lorentztransformation ist durch

$$\Lambda = \begin{pmatrix} \gamma & -\gamma \frac{v}{c} & 0 & 0 \\ -\gamma \frac{v}{c} & \gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

gegeben. Betrachte explizit den longitudinalen und transversalen Fall:  $\vec{k}$  parallel bzw. senkrecht zu  $\vec{v}$

37. **Ein Laborunfall? (7 Punkte)**

Ein Stab der Ruhelänge  $d$  bewege sich mit konstanter Geschwindigkeit  $v_x > 0$  entlang der  $x$ -Achse des Laborsystems  $K$ . Entlang der  $y$ -Achse von  $K$  bewege sich eine sehr dünne, parallel zur  $xz$ -Ebene ausgerichtete Platte mit Geschwindigkeit  $v_y > 0$ . Die Platte habe ein kreisförmiges Loch mit Durchmesser  $d$ . Zum Zeitpunkt  $t = 0$  fallen der Schwerpunkt  $0'$  des Stabes, der Mittelpunkt  $M$  des Loches und der Ursprung des Systems  $K$  zusammen. Kommt es zur Kollision von Stab und Platte?

- (a) Beantworte diese Frage zunächst vom Standpunkt eines Beobachters aus, der im System  $K$  ruht!
- (b) Ein Beobachter, der relativ zum Stab ruht muss auf dasselbe Ergebnis kommen. Verifiziere dies!