Theoretische Physik I

Präsenzübung Nr. 8 30.11./1.12.2004

P21 *Pionzerfall*

a) Ein neutrales Pion π^0 fliegt mit konstanter Geschwindigkeit v_0 in z-Richtung. Geben Sie die spezielle Lorentztransformation an, die vom Laborsystem ins Ruhesystem des Teilchens führt.

b) Das Pion zerfällt in zwei masselose Photonen, die im Schwerpunktsystem senkrecht zur Flugrichtung des Pions im Laborsystem emittiert werden. Geben Sie den Impuls und die Richtung der emittierten Photonen im Laborsystem an.

P22 *ε-Tensor in $(1+1)$ Dimensionen*
Im $(1+1)$-dimensionalen Minkowskiraum ist der ε-Tensor $\varepsilon_{\mu\nu}$ definiert durch $\varepsilon_{\mu\nu} := -\varepsilon_{\nu\mu}$ und $\varepsilon_{01} := 1$. Bestimmen Sie $\varepsilon^{\mu\nu}$ und zeigen Sie, dass ε invariant unter Lorentztransformationen ist.

P23 *Doppler-Effekt*
In einem ruhenden Bezugssystem beobachtet man Photonen mit der Energie E und dem Impuls $\mathbf{p}$. Welche Energie der Photonen beobachtet man in einem mit der Geschwindigkeit $\mathbf{v}$ bewegten Bezugssystem, wenn der von $\mathbf{p}$ und $\mathbf{v}$ eingeschlossene Winkel ϑ ist? Transformieren Sie dazu den Viererimpuls $p^\mu = (E/c, \mathbf{p})$ in das bewegte Bezugssystem, und beachten Sie, dass sich dabei nur die Komponente von $\mathbf{p}$ parallel zu $\mathbf{v}$ ändert. Drücken Sie den Winkel ϑ durch den Winkel ϑ' aus, unter dem der bewegte Beobachter den Photonenstrahl sieht. Was ergibt sich für $\vartheta' = 0$, $\vartheta' = \pi$ und $\vartheta' = \pi/2$? Nähern Sie wenn nötig um $v \approx c$.