

# Klausur zur Relativistischen Physik

11. 2. 2008, 12:00-13:30

## Aufgabe 1

Wie lautet die allgemeine Form einer Koordinatentransformation  $x'^i = x'^i(x^k)$ , für die

$$\eta_{ik} dx^i dx^k = \eta_{mn} dx'^m dx'^n$$

gilt?

## Aufgabe 2

Begründen Sie, warum bei der "Paarvernichtung" eines Elektron-Positron-Paares stets mindestens zwei Photonen entstehen!

## Aufgabe 3

Was versteht man unter einem lokalen Inertialsystem? Erläutern Sie seine mathematische Definition und den Zusammenhang zum Äquivalenzprinzip! Benutzen Sie ein lokales Inertialsystem um zu beweisen, daß die kovariante Ableitung die Produktregel erfüllt!

## Aufgabe 4

Gegeben sei die Schwarzschild-Metrik

$$ds^2 = \frac{dr^2}{1 - r_s/r} + r^2(d\vartheta^2 + \sin^2 \vartheta d\varphi^2) - (1 - r_s/r)c^2 dt^2.$$

Bestimmen Sie  $r = r(\tau)$  für ein radial frei einfallendes Testteilchen ( $\vartheta = \text{const.}$ ,  $\varphi = \text{const.}$ ), das mit Anfangsgeschwindigkeit Null aus dem Unendlichen kommt ( $\tau \rightarrow -\infty: r \rightarrow \infty, dr/d\tau \rightarrow 0$ ) und für  $\tau = 0$  die Stelle  $r = 10r_s$  erreicht. Zu welcher Eigenzeit  $\tau$  erreicht das Teilchen die Stelle  $r = r_s$ ? Wieviel Koordinatenzeit  $\Delta t$  benötigt das Teilchen zur Überwindung der Strecke von  $r = 10r_s$  bis  $r = r_s$ ?