

Klausur zur Relativistischen Physik

8. 2. 2013, 14:15-15:45

Aufgabe 1

Gegeben seien zwei Ereignisse E_1, E_2 im Minkowskiraum. Erläutern Sie, was man unter einem raumartigen, zeitartigen bzw. lichtartigen Abstand der beiden Ereignisse versteht! Zeigen Sie erstens, daß es im Falle eines raumartigen Abstandes stets ein Inertialsystem gibt, in dem beide Ereignisse gleichzeitig stattfinden, und zweitens, daß es im Falle eines zeitartigen Abstandes stets ein Inertialsystem gibt, in dem beide Ereignisse am selben Ort stattfinden!

Aufgabe 2

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 3

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 $r = 5r_S$ erreicht. Zu welcher Eigenzeit τ erreicht das Teilchen die Stelle $r = r_S$? Wieviel Koordinatenzeit Δt benötigt das Teilchen zur Überwindung der Strecke von $r = 5r_S$ bis $r = r_S$?