1. Übungsblatt

Fragen zu den Aufgaben: Uwe Motschmann, Raum A312, Tel.: 391-5186, u.motschmann@tu-bs.de

Stichworte: Wiederholung SRT

1. **Michelson-Morley-Experiment**

   Zur Veranschaulichung wird die Bewegung der Erde durch den hypothetischen Äther (und mit ihr die Bewegung der Messapparatur) ersetzt durch eine Bewegung in strömendem Wasser.

   Ein Schwimmer (oder ein Boot) schwimmt in fließendem Wasser. Er tut es zweimal, aber auf unterschiedlichen Wegen, nämlich

   (a) zuerst stromabwärts, danach stromaufwärts, und

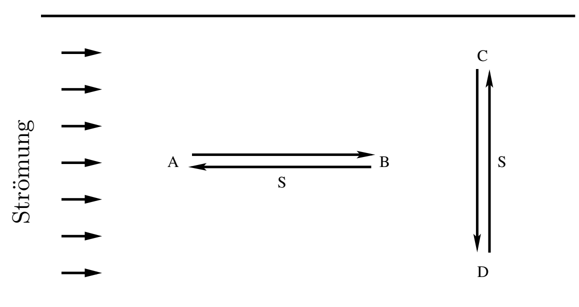
   (b) er kreuzt den Strom zweimal (mit einer Bewegung quer zur Strömungsrichtung).

   Beide Male legt er diesselbe Strecke s zurück. Die Situation ist veranschaulicht im Bild.

   Wie lange dauert die Strecke von 'A' nach 'B' nach 'A'? Wie lange dauert die Strecke von 'C' nach 'D' nach 'C'? Berechnen Sie den Quotienten der beiden Schwimmzeiten $\frac{t_{ABA}}{t_{CDC}}$.

   Vorgaben: Relativ zum Wasser schwimmt der Schwimmer mit der Geschwindigkeit c. Die Strömungegeschwindigkeit des Wassers sei v. Als gegeben betrachten Sie v und c, mit $v = 10\ m/s$ und $c = 20\ m/s$.

   Analogie: Die Erde bewegt sich im hypothetischen Äther mit der Geschwindigkeit v. Mit dieser Geschwindigkeit strömt der Äther am Experiment vorbei. Das Licht bewegt sich mit der Geschwindigkeit c relativ zum Äther - so schnell schwimmt der Schwimmer relativ zur Strömung.



Bitte wenden→

2. **Linienelement des Minkowski-Raums**

(a) Wie verändert sich die Form des Linienelements des Minkowski-Raums,

$$ds^2 = (dx^1)^2 + (dx^2)^2 + (dx^3)^2 - c^2 dt^2 \quad ,$$

wenn man die kartesischen Koordinaten x^1, x^2, x^3 durch Zylinderkoordinaten ρ, φ, z bzw durch Kugelkoordinaten r, θ, φ ersetzt?

(b) Drücken Sie ds^2 unter Verwendung der Koordinaten eines mit konstanter Winkelgeschwindigkeit Ω um die z-Achse rotierenden Bezugssystems $\tilde{\Sigma}$ ($\tilde{\rho} = \rho,\ \tilde{\varphi} = \varphi - \Omega t,\ \tilde{z} = z,\ \tilde{t} = t$) aus!
Welche Vorraussetzung muss für einen im System $\tilde{\Sigma}$ ruhenden Beobachter erfüllt sein?

3. **Linearität der Lorentz-Transformation**

Beweisen Sie, dass aus

$$(dx^1)^2 + (dx^2)^2 + (dx^3)^2 - c^2 dt^2 = (dx^{1\prime})^2 + (dx^{2\prime})^2 + (dx^{3\prime})^2 - c^2 dt'^2 \quad (*)$$

folgt, dass die Koordinaten $x^{i\prime}$ lineare Funktionen der Koordinaten x^k sind, das heißt,

$$x^{i\prime} = L^{i\prime}_k x^k - l^{i\prime}, \quad L^{i\prime}_k = const,\ l^{i\prime} = const\ .$$

Die Indizes $i',\ k$ laufen von 1 bis 4, wobei wir vereinbaren, dass $x^4 = ct$, bzw. $x^{4\prime} = ct'$.

Anleitung: Für den Beweis ist zu zeigen, dass aus $(*)$ das Verschwinden aller zweiten Ableitungen

$$\frac{\partial^2 x^{i\prime}}{\partial x^k \partial x^l}$$

folgt.