

## Übungen zu “Theorie der höheren Mechanik”, Prof. Mosel, SS 2010

Blatt Nr. 2: Präsenzaufgaben am 26.4.10, Hausaufgaben zum 3.5.10

---

### Präsenzaufgaben:

- P3. Zeigen Sie, dass sich das Kronecker-Delta  $\delta^\mu{}_\nu$  unter Lorentztransformationen wie ein Tensor transformiert.
- P4.  $\Sigma$  und  $\Sigma'$  seien zwei Inertialsysteme.  $\Sigma'$  bewege sich relativ zu  $\Sigma$  mit der Geschwindigkeit  $\vec{v}$ , wobei die Richtung von  $\vec{v}$  beliebig, also nicht notwendig parallel zur  $z$ -Achse von  $\Sigma$  orientiert sein soll.
- (a) Wie lautet die Transformationsmatrix?  
HINWEIS: Zerlegen Sie den Ortsvektor  $\vec{r}$  in Komponenten parallel und senkrecht zu  $\vec{v}$  und überlegen Sie, wie sich diese transformieren.
- (b) Geben Sie die Transformationsmatrix für den Spezialfall  $\vec{v} = v\vec{e}_x$  an.
- 

### Hausaufgaben:

- H3. In einem System  $\Sigma$  seien zwei Ereignisse  $(z_1 = 0, t_1 = 0)$  und  $(z_2, t_2)$  mit  $\Delta t = t_2 - t_1 > 0$  und  $\Delta z = z_2 - z_1 > 0$  gegeben. In einem System  $\Sigma'$  wird die Zeitdifferenz mittels Lorentztransformation als  $\Delta t' = \gamma \left( \Delta t - \frac{v}{c^2} \Delta z \right)$  ausgedrückt. Mithilfe des Parameters

$$\alpha \equiv c \frac{\Delta t}{\Delta z} \quad (1)$$

unterscheidet man *zeitartige* ( $\alpha > 1$ ) und *raumartige* ( $\alpha < 1$ ) Ereignisse. Wenn die zwei Ereignisse kausal miteinander verbunden sind, muss sicher für  $\Delta t > 0$  auch  $\Delta t' > 0$  gelten.

- (a) Drücken Sie  $\Delta t'$  und  $\Delta z'$  durch  $\alpha$  aus.
- (b) Zeigen Sie, dass für zeitartige Ereignisse der Kausalzusammenhang gewahrt bleibt. Zeigen Sie, dass sich immer ein System finden lässt, in dem die beiden Ereignisse am selben Ort, aber nacheinander ablaufen.
- (c) Zeigen Sie, dass sich für raumartige Ereignisse immer ein System finden lässt, in dem sich die zeitliche Abfolge umkehrt.
- H4. (a) Gegeben seien die Vektoren  $a^\mu = (3, 3, 2, 3)$  und  $b^\mu = (4, 1, 2, 3)$ . Berechnen Sie  $a^\mu b_\mu$ .
- (b) Gegeben seien in einem System  $S$  die Vektoren  $c^\mu = (5, -4, 0, 0)$ ,  $d^\mu = (3, 0, 0, 0)$  und  $e^\mu = (4, 1, 0, 0)$ . Skizzieren Sie diese in der  $(t, x)$ -Ebene. Wie lauten die Vektoren in einem System  $S'$ , dass sich in Bezug auf  $S$  mit 80% der Lichtgeschwindigkeit nach links bewegt? Skizzieren Sie auch diese.
- Diskutieren Sie den Begriff der zeitlichen Reihenfolge.
-