

# SRT-Rekapitulation, Daniel Grumiller, WS18/19

## 1 Patentamt (Bonusfrage Edyn I, SS14)

Nehmen wir an, Sie arbeiteten in einem Patentamt und wollten möglichst viele der Anträge ablehnen ohne sie im Detail lesen zu müssen um mit dem Antragsvolumen zurechtzukommen. Welche der folgenden Anträge würden Sie sofort ablehnen, ohne auf technische Details einzugehen, da sie grundlegenden Prinzipien der Physik widersprechen? Geben Sie möglichst knapp den jeweiligen Ablehnungsgrund an.

1. Patentantrag für Maschine die Zeitreisen 100 Jahre in die Zukunft ermöglicht [H.G. Wells]
2. Patentantrag für Sanduhr die Zeitreisen 1 Minute in die Vergangenheit ermöglicht [P.O. Persia]
3. Patentantrag zur Erzeugung von Gold aus Blei [S.D. Weisen]
4. Patentantrag zur Trockenlegung von Kellern mit Hilfe von magnetischen Monopolen [C. Pot]
5. Patentantrag zur Erzeugung von Brot und Wein aus Energie [J.C.S. Star]

## 2 Gleichzeitigkeit

Welche der folgenden Aussagen stimmen (in allen Fällen sind die jeweiligen BeobachterInnen in einem Inertialsystem):

1. Wenn Beobachterin A zwei entfernte Ereignisse gleichzeitig misst, dann gibt es keinen anderen Beobachter, der sie ebenfalls gleichzeitig misst.
2. Wenn Beobachterin A zwei entfernte Ereignisse gleichzeitig misst, dann gibt es andere Beobachter, für die jeweils ein Ereignis vor/nach dem anderen stattfindet.
3. Wenn Beobachterin A zuerst einen Lichtstrahl absendet und dann einen Protonenstrahl, dann wird jeder andere Beobachter, der beide Strahlen misst, ebenfalls zuerst den Lichtstrahl und dann den Protonenstrahl messen.
4. Wenn zwei Ereignisse zeitartige Distanz zueinander haben dann ist es eine vom Bezugssystem unabhängige Aussage, dass ein Ereignis vor dem anderen ist.
5. Wenn zwei Ereignisse raumartige Distanz zueinander haben dann ist es eine vom Bezugssystem unabhängige Aussage, dass beide Ereignisse gleichzeitig sind.

### 3 Lorentz-Transformationen

Leiten Sie die Lorentz-Transformationen zwischen zwei Inertialsystemen in 1+1 Dimensionen her (boosts in positive  $x$ -Richtung mit Geschwindigkeit  $v$ ). Verwenden Sie das Ergebnis, um in 3+1 Dimensionen die Lorentztransformationsmatrix  $\Lambda$  in Abhängigkeit der Geschwindigkeit  $v$  zu bestimmen die einen boost in  $x$ -Richtung generiert.

### 4 Längenkontraktion

Leiten Sie die Längenkontraktion algebraisch her durch Verwendung von Lorentztransformationen und mit der (Standard-)Messvorschrift, dass Anfang und Ende des Massstabes in dem jeweiligen Bezugssystem gleichzeitig gemessen werden.

### 5 Vierergeschwindigkeit

Welche der folgenden Aussagen über die Vierergeschwindigkeit  $u^\mu$  sind wahre Aussagen?

1.  $u^\mu := dx^\mu/dt$ , wobei  $x^\mu = (ct, x, y, z)$
2.  $u^\mu := dx^\mu/d\tau$ , wobei  $x^\mu = (ct, x, y, z)$  und  $\tau$  ist die Eigenzeit
3.  $u^\mu$  verändert sich nicht unter Lorentztransformationen
4.  $u^\mu u_\mu$  verändert sich nicht unter Lorentztransformationen
5. Die Dreiergeschwindigkeit  $v^i = dx^i/dt$  ( $i = 1, 2, 3$ ) ist gleich den räumlichen Komponenten der Vierergeschwindigkeit,  $u^i = v^i$

### 6 Relativistische Stöße

Wie gross muss die Geschwindigkeit eines Protons am LHC zumindest sein damit es bei einem Zusammenstoss mit einem gleichschnellen Proton das in die entgegengesetzte Richtung fliegt zwei Higgsteilchen erzeugt? Wie schnell müsste das Proton zumindest sein wenn es stattdessen auf ein ruhendes Proton ("fixed target") trifft und wieder zwei Higgsteilchen erzeugen soll? ( $m_{\text{Higgs}} \approx 133 m_{\text{Proton}}$ ) Wie gross ist jeweils die Energie des Protons im Vergleich zu seiner Ruheenergie?

Verwenden Sie relativistische Energie-Impulserhaltung um die folgenden Fragen zu beantworten: Kann ein Photon in ein Higgs-Antihiggs Paar zerfallen? Kann ein Higgs-Antihiggs Paar in ein einzelnes Photon zerstrahlen? Können zwei Photonen in ein Higgs-Antihiggs Paar zerfallen? Kann sich ein Higgs-Antihiggs Paar in zwei Photonen zerstrahlen?