Hinweis zur Übungsabgabe: Alle Aufgaben sind schriftlich zu bearbeiten. Die *handschriftlichen* Lösungen bitte als ein Dokument in die vorgesehenen Ordner in OLAT hochladen.

Aufgabe 1. *Addition von Geschwindigkeiten (6 Punkte)*
Leiten Sie aus der Hintereinanderausführung zweier Lorentztransformationen für einen boost in x-Richtung

$$L\left(\vec{v}_1 = v_1\vec{e}_x\right) = \begin{pmatrix} \cosh(\lambda_1) & \sinh(\lambda_1) & 0 & 0 \\ \sinh(\lambda_1) & \cosh(\lambda_1) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \tag{1}$$

d.h.

$$L\left(u\vec{e}_x\right) = L\left(v_1\vec{e}_x\right) L\left(v_2\vec{e}_x\right) \tag{2}$$

das Additionsgesetz von Geschwindigkeiten ab.

Aufgabe 2. *(6 Punkte)*
Die Lorentztransformation zwischen zwei Inertialsystemen mit Relativgeschwindigkeit $\vec{v} = \left(v^{(1)}, v^{(2)}, v^{(3)}\right)$ lautet

$$L\left(\vec{v}\right) = \begin{pmatrix} \gamma & \cdots & \gamma\frac{v^{(k)}}{c} & \cdots \\ \vdots & \ddots & & \\ \gamma\frac{v^{(i)}}{c} & & \delta^{(ik)} + \frac{\gamma^2}{1+\gamma^2}\frac{v^{(i)}v^{(k)}}{c^2} & \\ \vdots & & & \ddots \end{pmatrix}, \qquad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \tag{3}$$

Zeigen Sie explizit, dass

(a) $L^{-1}\left(\vec{v}\right) = L\left(-\vec{v}\right)$

(b) für $\beta = \frac{v}{c} \to 0$ gilt:

$$L\left(\vec{v}\right) = \begin{pmatrix} 1 & \cdots & \frac{v^{(k)}}{c} & \cdots \\ \vdots & \ddots & & \\ \frac{v^{(i)}}{c} & & \delta^{(ik)} & \\ \vdots & & & \ddots \end{pmatrix} + \mathcal{O}\left(\beta^2\right) \tag{4}$$

Aufgabe 3. *(6 Punkte)*
Ein Teilchen der Masse m wird einer konstanten Kraft $\vec{F} = F\vec{e}_x$ ausgesetzt. Unter der Annahme, dass das Teilchen anfänglich ruht, bestimmen Sie $x = x(t)$ aus der Lösung der relativistischen Gleichung.