Universität Potsdam	WS2020/21: Übung 12
Institut für Physik und Astronomie	Vorlesung: Feldmeier
Abgabe am 11. Februar bis 10 Uhr	Übung: Albrecht/Schwarz[1]

Übungsaufgaben zur Elektrodynamik[2] — 22 Punkte

1. Taylorreihenentwicklung — 4 Punkte

Bitte entwickeln Sie

$$\frac{f(x-\epsilon)}{|x-\epsilon|}$$

um x bis quadratisch in ϵ.

2. Drehmatrizen mit imaginärem Winkel — 8 Punkte

Vektoren in der Euklidischen Ebene sind unter Drehungen um den Winkel $\phi \in \mathbb{R}$

$$D(\phi) = \begin{pmatrix} \cos\phi & -\sin\phi \\ \sin\phi & \cos\phi \end{pmatrix}$$

längeninvariant.

Zeigen Sie, dass entsprechende Drehungen in der Minkowski'schen $(x^0)-(x^1)$-Ebene mit $(x^0) = ct$ und $(x^1) = ix$ um einen imaginären Winkel $\phi = i\alpha$ mit $\alpha \in \mathbb{R}$ Lorentz-Transformationen

$$L(\alpha) = \begin{pmatrix} \cosh\alpha & -\sinh\alpha \\ -\sinh\alpha & \cosh\alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \gamma & -\beta\gamma \\ -\beta\gamma & \gamma \end{pmatrix} = L(\beta)$$

mit $\beta = v/c$ und $\gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$ bedeuten.

3. Additionstheorem für Geschwindigkeiten — 10 Punkte

Gegeben seien drei Inertialsysteme S, S' und S'' mit den Relativgeschwindigkeiten u (S' bezüglich S) und v (S'' bezüglich S'). Die Bewegung aller Systeme erfolge entlang der x-Achse.

a) Berechnen Sie die Lorentztransformation zwischen S und S''. Leiten Sie die den Ausdruck für die Geschwindigkeitsaddition her.

b) Zeigen sie, dass Lorentztransformationen eine multiplikative Gruppe bilden. *Hinweis:* Sie können die Lorentztransformationen als 4x4-Matrizen beschreiben, die Vierervektoren auf einander abbilden.

[1] Fred.Albrecht@uni-potsdam.de, udo.schwarz@uni-potsdam.de

[2] **Aufgaben:** https://udohschwarz.github.io/Lehre/lehrangebot/2020WSEDynamik/2020WSEDynamik.html, **Punkteliste:** http://theosolid.physik.uni-potsdam.de/tpphp/index.php?tpii/ws2021

c) Gewinnen Sie das Additionstheorem der Geschwindigkeiten auch mittels der Darstellung der Lorentztransformation, bei der relativistische Zweiervektoren (ct, x) durch Pseudodrehungen um den Winkel $\phi_v = \arctan(-\beta)$ im Minkowskiraum durch

$$L_v = \begin{pmatrix} \cosh\phi_v & \sinh\phi_v \\ \sinh\phi_v & \cosh\phi_v \end{pmatrix}$$

aufeinander abgebildet werden.

Sie dürfen $c = 1$ setzen.