

ÜBUNGEN ZUR THEORETISCHEN PHYSIK III
(THEORIE C, ELEKTRODYNAMIK), WS 2011/12

Prof. Dr. F.R. Klinkhamer; Dr. S.Thambyahpillai
Institut für Theoretische Physik

BLATT 11

Abgabe: 23. 01. 12
Besprechung: 25. 01. 12

Name:

Bitte die Gruppe ankreuzen und dieses Blatt mit abgeben (bitte tackern):

- | | | | |
|--|--|---|---|
| ☐ Gruppe 1
Matthias Weinreuter | ☐ Gruppe 2
Juraj Streicher | ☐ Gruppe 3
Philip Wollfarth | ☐ Gruppe 4
Ulf Briskot |
| ☐ Gruppe 5
Valentin Bolsinger | ☐ Gruppe 6
Robin Roth | ☐ Gruppe 7
Julian Stöckel | ☐ Gruppe 8
Stefan Miereis |
| ☐ Gruppe 9
Philipp Rudo | ☐ Gruppe 10
Marius Bürkle | ☐ Gruppe 11
Guillaume Chalons | ☐ Gruppe 12
Justus Zorn |
| ☐ Gruppe 13
Yasmin Anstruther | | | |

*

Aufgabe 1: Galilei-Transformationen

5

Unter einer Galilei-Transformation versteht man den Übergang von einem Inertialsystem der nichtrelativistischen Physik in ein anderes. Die Koordinaten ändern sich dabei so:

$$\vec{x}' = R\vec{x} - \vec{v}t - \vec{x}_0, \quad t' = t - t_0.$$

Hierbei ist R eine orthogonale (3×3) -Matrix (d.h. $R^T R = R R^T = \mathbb{1}_3$), $\vec{v}$ die Relativgeschwindigkeit der beiden Inertialsysteme, $\vec{x}_0$ ein konstanter räumlicher Verschiebungsvektor und t_0 eine Verschiebung des Ursprungs der Zeitachse.

- i) Zeigen Sie, dass die Hintereinanderausführung zweier Galileitransformationen wieder eine Galileitransformation ist. 1P
- ii) Wir betrachten ein mechanisches System von N frei beweglichen Massenpunkten mit Ortsvektoren $\vec{q}_i$ und Massen m_i . Die Wechselwirkungsenergie zwischen je zwei verschiedenen Massenpunkten i, j sei $V(|\vec{q}_i - \vec{q}_j|)$ für $i \neq j$. 2P

* 17. Januar 2012 17:36 Uhr

(bitte wenden)

Geben Sie die Newtonschen Bewegungsgleichungen für dieses mechanische System an.

Gegeben sei nun eine Lösung $\vec{q}_1(t), \dots, \vec{q}_N(t)$ dieser Bewegungsgleichungen. Unter einer Galilei-Transformation geht diese über in

$$\vec{q}'_i(t') = R \vec{q}_i(t) - \vec{v}t - \vec{x}_0, \quad i \in \{1, \dots, N\}.$$

Prüfen Sie, ob die galileitransformierten Bahnkurven ebenfalls die Newtonschen Gleichungen lösen.

iii) Die Galilei-Transformation eines skalaren Feldes $f(\vec{x}, t)$ lautet 2P

$$f'(\vec{x}', t') = f(\vec{x}, t).$$

Angenommen, $f(\vec{x}, t)$ löst die Wellengleichung

$$\left(\nabla^2 - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) f(\vec{x}, t) = 0.$$

Prüfen Sie, ob das galileitransformierte Feld f' ebenfalls die Wellengleichung löst.

Aufgabe 2: Zeitdilatation und Längenkontraktion: Ab jetzt benutzen wir SRT! 3

- i) Im Ursprung des Inertialsystems K befinde sich eine ruhende Uhr. Zu zwei Zeitangaben gehören die Ereignisse $(0, \vec{0})$ und $(cT, \vec{0})$. Welche Zeitdifferenz wird im Inertialsystem K' gemessen, welches sich relativ zu K mit der Geschwindigkeit $(v, 0, 0)$ bewegt? 1P
- ii) Im Inertialsystem K befinde sich ein ruhender Stab der Länge L . Seine Endpunkte beschreiben die Weltlinien $(ct, 0, 0, 0)$ und $(ct, L, 0, 0)$. Welche Länge misst man im Inertialsystem K' ? 2P

Aufgabe 3: Feld einer bewegten Ladung 4

Auf Blatt 10 in Aufgabe 3 wurden die Liénard–Wiechert Potentiale einer mit konstanter Geschwindigkeit bewegten Ladung q berechnet. Berechnen Sie diese Potentiale auf andere Weise, indem Sie auf das Feld einer ruhenden Ladung q eine Lorentztransformation anwenden. Nehmen Sie der Einfachheit halber an, dass die Geschwindigkeit $\vec{v} = (v, 0, 0)$ ist.

(bitte wenden)



Abbildung 1: Eine erneute Mitteilung vom Physiker-Theater!