

THEORETISCHE PHYSIK 2 (ELEKTRODYNAMIK) WS 2018/2019  
Technische Universität München  
January 25, 2019

EXERCISE SHEET 12\*

**Deadline:** Sheet to be turned in by Friday 1st of February 2019 by 12 pm in the mailbox next to PH3218.

---

**Exercise 1:**

**Modulation einer ebenen Welle**

**2 Points**

Betrachten Sie zwei linear polarisierte, ebene Wellen, welche sich mit gleichen Amplituden  $E_0$  sowie gleichen Polarisationsrichtungen in die  $z$ -Richtung fortbewegen. Die Frequenzen seien  $\omega + \delta\omega$  und  $\omega - \delta\omega$ , die Wellenzahlen  $k + \delta k$  und  $k - \delta k$ . Dabei soll  $\delta\omega$  viel kleiner als  $\omega$  sein.

- (a) Welche Form hat die zusammengesetzte Welle? Zeigen Sie, daß die Amplitude der zusammengesetzten Welle nicht konstant ist.
- (b) Bestimmen Sie die Phasen- und Gruppengeschwindigkeit der zusammengesetzten Welle.

*Hinweis:* Die Gruppengeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit, mit der die Amplitude sich fortbewegt.

**Exercise 2:**

**Längenkontraktion, Zeitdilatation und Relativität der Gleichzeitigkeit 3 Points**

Ein Bus, der in Ruhe die Länge  $l_0$  hat, bewege sich mit der Geschwindigkeit  $v$  in  $x$ -Richtung entlang der Straße.

1. Welche Länge mißt nun ein Beobachter  $A$ , welcher sich in Ruhe am Straßenrand befindet, für den Bus?
2. Nun bewege sich ein Ball mit der Geschwindigkeit  $u'_0$  (im Bussystem) von einem Ende des Bus zum anderen. Welches Zeitintervall stellt  $A$  für diese Bewegung von einem Ende zum anderen fest?
3. Ein Passagier  $B$  im Bus sendet zwei Lichtstrahlen simultan von der Mitte des Bus aus. Aus der Sicht von  $B$  erreichen diese die Enden des Bus also ebenfalls gleichzeitig. Stimmt der Beobachter  $A$  damit überein? Falls nein, wie groß ist der Zeitunterschied?

**Exercise 3:**

**Koordinaten für Ereignisse in verschiedenen Inertialsystemen**

**2 Points**

Seien  $\Sigma$  und  $\Sigma'$  zwei Inertialsysteme, wobei  $\Sigma'$  sich relativ zu  $\Sigma$  mit der Geschwindigkeit  $v = 4c/5$  in  $z$ -Richtung bewegt. Beide Koordinatensysteme sollen für  $t = t' = 0$  übereinstimmen. Gegeben sei ein Ereignis in  $\Sigma'$  mit den Koordinaten

$$x' = 5 \text{ m}, \quad y' = 25 \text{ m}, \quad z' = 32 \text{ m} \quad \text{und} \quad t' = 6 \times 10^{-8} \text{ s}. \quad (1)$$

---

\*Responsible for the sheet: Juan S. Cruz, Office 1112, juan.cruz@tum.de

Finden Sie die Koordinaten im System  $\Sigma$ .

**Exercise 4:**

**Lorentztransformationen und Winkel**

**3 Points**

Seien  $\Sigma$  und  $\Sigma'$  zwei Inertialsysteme, welche sich relativ zueinander mit  $\mathbf{v} = v\hat{z}$  bewegen.

- (a) Ein Stab, welcher sich in  $\Sigma$  in Ruhe befinde, schlieÙe einen Winkel von  $45^\circ$  mit der  $z$ -Achse ein. Welchen Winkel stellt man im System  $\Sigma'$  fest?
- (b) Ein Teichen habe im System  $\Sigma$  die Geschwindigkeit  $\mathbf{u} = (v, 0, 2v)$ . Wie groß ist der Winkel zwischen seiner Bahn und der  $z$ -Achse in den Systemen  $\Sigma$  und  $\Sigma'$ ?
- (c) Ein Photon verläÙt den Ursprung von  $\Sigma$  zum Zeitpunkt  $t = 0$  im  $45^\circ$ -Winkel mit der  $z$ -Achse. Wie groß ist der entsprechende Winkel in  $\Sigma'$ ?