

Theoretische Physik I

10. Übung

Wintersemester 18/19

Abgabe der Aufgaben 31, 32 und 33 bis Mittwoch, den 19.12.2018, 11:00 Uhr in den entsprechenden Briefkästen vorm Eingang des Instituts für Theoretische Physik.

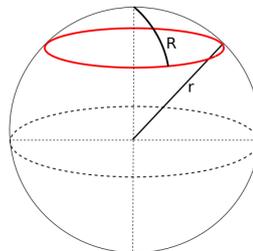
Zur Diskussion

- Wie lauten die Postulate der Speziellen Relativitätstheorie?
- Inwiefern und warum ist nach der Speziellen Relativitätstheorie *Gleichzeitigkeit* ein *relatives* Konzept?
- Wir versetzen uns jetzt in die Lage eines konservativen Physikers des 19. Jahrhunderts und nehmen deshalb an, dass sich Licht als Welle in einem Medium, dem sog. Äther, mit Wellengeschwindigkeit c ausbreitet. Ferner nehmen wir an, dass alle materiellen Gegenstände vom Äther unbeeinflusst sind. Betrachten Sie unter diesen Annahmen den Gang einer sich mit konstanter Geschwindigkeit v durch den Äther bewegenden Lichtuhr (siehe Vorlesung). Zeigen Sie, dass auch jetzt diese Uhr im Vergleich zu einer ruhenden eine um den Faktor $1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ verlängerte Taktzeit aufweist! Was würde wohl der konservative Physiker davon halten, diese so verlängerte Taktzeit als *Zeitdilatation* zu interpretieren? Weshalb bedient man sich aber dann genau dieser Interpretation im Rahmen der Speziellen Relativitätstheorie?

31 Rotierender Ring

3+3+4

- Gegeben sei ein Ring mit Radius R . Nehmen Sie nun an, dass der Ring mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit ω um seine Symmetriachse rotiert. Berechnen Sie den Umfang U und Radius R des Rings unter Berücksichtigung der Längenkontraktion und bestimmen Sie das Verhältnis U/R für den rotierenden Ring.
- Betrachten Sie einen Kreis mit Radius R auf einer Kugel mit Radius r . Bestimmen Sie auch hier das Verhältnis von Umfang U des Kreises und dem Radius R .



- c) Vergleichen Sie die Resultate aus a) und b). Bestimmen Sie den Radius r der Kugel, so dass die beiden Verhältnisse übereinstimmen, für $\omega \ll \frac{c}{R}$. Was lässt sich damit über die Krümmung des Raumes in rotierenden Systemen sagen?

32 Uhrensynchronisation

10

In dieser Aufgabe vergleichen wir zwei Arten der Synchronisierung von Uhren. In der Vorlesung haben Sie bereits folgende Methode kennen gelernt:

Ein Beobachter im Ursprung sendet ein Lichtsignal seiner Uhr aus und an allen Orten werden die Uhren anhand dieses Lichtsignals eingestellt.

Eine weitere mögliche Methode geht wie folgt:

Ein Beobachter im Ursprung synchronisiert erst alle Uhren und bewegt die Uhren anschliessend langsam an die verschiedenen Orte.

Bestimmen Sie die Zeitunterschiede zwischen zwei Uhren an einem Ort P mit Abstand d zum Ursprung, die anhand der beiden verschiedenen Methoden mit einer Uhr im Ursprung synchronisiert wurden. Nehmen Sie dazu an, dass die Uhr der zweiten Methode mit konstanter Geschwindigkeit $v \ll c$ vom Ursprung gleichmässig gleichförmig zum Ort P bewegt wurde. Zeigen Sie, dass der Unterschied für $v \rightarrow 0$ verschwindet.

33 Überlichtgeschwindigkeit?

10

Ein sehr weit entferntes Objekt im Universum stößt eine leuchtende Gaswolke mit sehr hoher Geschwindigkeit v unter einem Winkel α zur Beobachtungsrichtung eines Erdbeobachters aus (siehe Skizze). Dem sehr sorgfältig arbeitenden Beobachter scheint die Geschwindigkeitskomponente der Gaswolke senkrecht zur Beobachtungsrichtung tatsächlich etwas größer als die Lichtgeschwindigkeit zu sein. Ist dies ein eklatanter Widerspruch zur Speziellen Relativitätstheorie oder gibt es eine andere Erklärung für diese Beobachtung?

