

Relativitätstheorie

Spezielle und Allgemeine Relativitätstheorie

Blatt 01: Experimente zur Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit

PD Dr. Hans-Reinhard Berger

Raum 2/P311, 531-34639

✉ berger@physik.tu-chemnitz.de

Martin Puschmann

Raum 2/P314, 531-33238

✉ martin.puschmann@physik.tu-chemnitz.de

✉ www.tu-chemnitz.de/physik/THUS/de/lehre/RT.php

01 Berechnen Sie die folgenden Ausdrücke unter Verwendung des Logarithmus-Hauptzweiges!

a) i^{584}

b) $\frac{3i^{30} - i^3}{2i - 1}$

c) $\log(-5)$

d) $\sin\left(3ix + \frac{\pi}{2}\right)$

02 Zerlegen Sie einen Vektor r in die zu v parallele Komponenten r_{\parallel} und in eine dazu senkrecht Komponente r_{\perp} !

03 Als Olaf Römer zur Verbesserung der Zeittafeln des französischen Astronoms Giovanni Cassini die Monde des Jupiter nochmals beobachtete, stellte er merkwürdige Abweichungen fest: Wenn die Erde dem Jupiter am nächsten war (in der Oppositionsstellung, d.h. Sonne und Jupiter sind auf entgegengesetzter Seite der Erde), stellte man die bekannte Umlaufdauer des Mondes Jo von 42,5 h fest. Jedoch stellte Römer zusammen mit Cassini in der Zeit zwischen 23. August und 9. November 1676 eine Verspätung von 10 Minuten fest. Hieraus schloss Römer, dass sich die Verspätungen auf dem Weg der Erde von der Oppositionsstellung in die Konjunktionsstellung bis 22 Minuten summieren. Je nach Position der Erde muss das Licht eine längere bzw. kürzere Strecke zurücklegen. Aus dieser Erkenntnis eröffnete sich für ihn eine Möglichkeit zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit.

Bestimmen Sie aus den Beobachtungen von Römer die Lichtgeschwindigkeit c . Für den Radius der Erdbahn nahm man damals einen Wert von $1,41 \cdot 10^8$ km an!

04 Im Jahr 1850 publizierte Hippolyte Fizeau in den Annalen der Physik seine Idee, wie die Lichtgeschwindigkeit genauer gemessen werden kann. Die Idee besteht darin einen möglichst langen optischen Weg für eine möglichst kurze Zeit abwechselnd zu öffnen bzw. zu blockieren. Fizeau nutzte für seine ersten Experimente zwei gegenüberliegende modifizierte Fernrohre mit einer Entfernung von 8633 m. Ein modifiziertes Fernrohr diente zur Fokussierung des Lichts einer hellen Lampe und zum Beobachten des Lichtpunktes und das zweite Fernrohr wurde mit einem Spiegel versehen. Der optische Weg wurde mit Hilfe eines Zahnrads mit 720 Zähnen abwechselnd geöffnet und blockiert. Fizeau stellte fest, dass sich der Lichtpunkt bei 12,6 Umdrehungen pro Sekunde verdunkelt und bei 25,2 Umdrehungen pro Sekunde wieder die Ausgangshelligkeit hatte.

Berechnen Sie die Lichtgeschwindigkeit nach den Ergebnissen von Fizeau!