

Die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit nach Foucault

Die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit nach Olaf Römer

Das Strahlenmodell beschreibt zwar eine Reihe von optischen Erscheinungen hinreichend genau. Es sagt aber nichts über den eigentlichen Mechanismus der Lichtausbreitung aus.

Einen Hinweis auf die Art der Lichtausbreitung gibt die **Messung der Lichtgeschwindigkeit**. Ihre Größe hat lange Zeit ihre Messung mit irdischen Maßstäben verhindert.

Die erste Bestimmung auf astronomischem Wege gelang ROEMER 1676. ROEMER beobachtete die Umläufe des innersten Jupitermondes und fand zu seiner Überraschung, daß die Zeiten zwischen zwei aufeinanderfolgenden Austritten des Mondes aus dem Jupiterschatten nicht konstant sind. Die Umlaufzeit vergrößert oder verkürzt sich, je nachdem ob sich die Erde vom Jupiter entfernt oder ob sie sich ihm nähert. Diese zuerst für ihn völlig unerklärliche Beobachtung deutete ROEMER so, daß im ersten Fall das Licht hinter der Erde herläuft und daß im zweiten Fall die Erde dem Licht entgegensteht.

Befindet sich die Erde in Stellung I oder III (Abb. 7-44), so ist der Weg, den das Licht nach dem Auftauchen des Mondes aus dem Schatten bis zur Erde zurückzulegen hat, zwischen zwei aufeinanderfolgenden Austritten gleich groß. Bewegt sich die Erde vom Jupiter weg, so muß das Licht immer noch zusätzlich den Weg zurücklegen, um den sich die Erde zwischen zwei aufeinanderfolgenden Austritten vom Jupiter entfernt hat. Aus der in I oder III beobachteten Umlaufzeit von 42,5 h berechnete ROEMER nun, wann – ausgehend von der Stellung I oder III – der Jupitermond ein halbes Jahr später auftauchen müßte. Dabei ergab sich eine

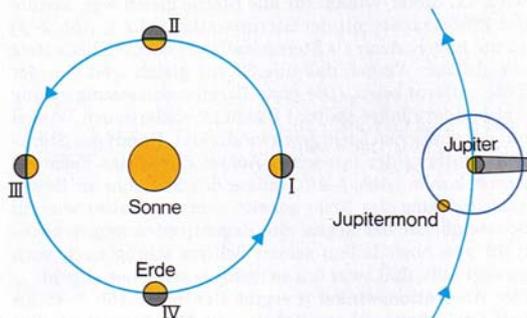


Abb. 7-44: Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit nach ROEMER.

Verzögerung (von I nach III) oder Verkürzung (von III nach I) um $\Delta t = 1000$ s. Diese Zeit benötigt das Licht also für das Durchlaufen des Durchmessers der Erdbahn. Aus den damals bekannten Größen berechnete ROEMER die Lichtgeschwindigkeit zu

$$c = \frac{s}{t} = \frac{2R}{\Delta t} = \frac{2,3 \cdot 10^8 \text{ km}}{1000 \text{ s}} = 2,3 \cdot 10^5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Versuch 7/25: Das vom beleuchteten Spalt Sp (Abb. 7-46) kommende Lichtbündel fällt auf einen im Abstand r stehenden Drehspiegel D und von hier bei geeigneter Stellung von D) auf eine im Abstand f ihrer Brennweite aufgestellte Linse L, die ein Bild des Spaltes Sp auf dem in geeigneter Entfernung b von der Linse befindlichen ebenen Spiegel S entwirft. Da der verhältnismäßig kleine Drehspiegel D praktisch im Brennpunkt der Linse L steht, wird der vom Spalt ausgehende Hauptstrahl des Lichtbündels von D aus als Brennstrahl auf die Linse geworfen und durch sie in einen Parallelstrahl verwandelt. Der senkrecht zur optischen Achse und also auch senkrecht zum Parallelstrahl stehende ebene Spiegel S wirft den Parallelstrahl in sich zurück, und unabhängig von der Stellung des Drehspiegels gelangt der Hauptstrahl auf dem gleichen Lichtweg wieder in den Spalt zurück, solange der Drehspiegel zwischen seine Stellung nicht geändert hat. Der Spalt Sp wird damit erst auf den Spiegel S und dann wieder in sich abgebildet. Sein Bild beobachtet man aber eine schräg in den Strahlengang gestellte Glasplatte G auf dem Glasmaßstab M mit Hilfe einer Lupe.

Versetzt man nun den Drehspiegel in **Rotation** mit der Winkelgeschwindigkeit ω , so dreht sich in der Zeit Δt der Drehspiegel um den Winkel $\Delta\alpha = \omega \Delta t$, während der das Lichtbündel die Meßstrecke $s = 2(f + b)$ von D über L nach S und zurück nach D durchläuft. Dadurch wird das Lichtbündel auf seinem Rückweg durch den Drehspiegel um den Winkel $2\Delta\alpha$ abgelenkt; das Spaltbild ist dann auf dem Glasmaßstab um die Strecke $\Delta s = 2\Delta\alpha r$ verschoben. Aus dieser Verschiebung Δs lassen sich der Winkel $\Delta\alpha = \Delta s / 2r$ und bei bekannter Winkelgeschwindigkeit ω die Zeit $\Delta t = \Delta\alpha / \omega$ ermitteln und aus letzterer und der Meßstrecke s die Lichtgeschwindigkeit errechnen:

$$c = \frac{s}{\Delta t} = \frac{2(f + b)\omega}{\Delta\alpha} = \frac{4(f + b)\omega r}{\Delta s}$$

Die Winkelgeschwindigkeit $\omega = 2\pi f$ mißt man, indem man die hörbare Frequenz f des rotierenden Drehspiegels mit einem Tongenerator einstellt und mit einem Digitalzähler registriert. Besonders bei Verwendung von Laserlicht kann man die Frequenz f auch über ein Fotoelement mit Digitalzähler auszählen, über das man den reflektierten Lichtstrahl laufen läßt.

Ergebnis: Versuche mit der Anordnung nach Michelson-Foucault ergeben, daß die Lichtgeschwindigkeit in der Größenordnung $c = 3 \cdot 10^8$ m/s liegt.

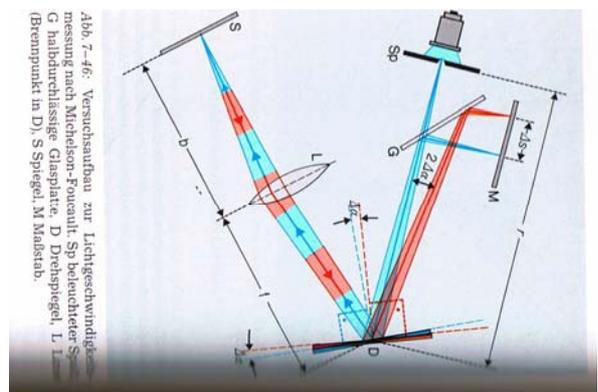


Abb. 7-46: Versuchsanbau zur Lichtgeschwindigkeitsmessung nach Michelson-Foucault. Sp beleuchteter Spalt, G halbbrechendes Glasplättchen, D Drehspiegel, L Linse (Brennpunkt in D), S Spiegel, M Maßstab.