



ILIAS Link: [https://ilias3.uni-stuttgart.de/goto Uni Stuttgart crs 1344289.html](https://ilias3.uni-stuttgart.de/goto Uni+Stuttgart+crs+1344289.html)

Webseite: <https://www.fmq.uni-stuttgart.de/en/teaching>

Übungsblatt 2

Aufgabe 4: Interferenz

(9 Punkte)

- Zeigen Sie, dass zwei ebene, harmonische, elektromagnetische Wellen nur dann ein zeitlich unveränderliches Interferenzmuster ergeben, wenn Sie die gleiche Wellenlänge haben. Nehmen Sie an, dass beide Wellen die gleiche lineare Polarisation haben.
- Leiten Sie den formalen Ausdruck für die Lichtintensität, I , des aus beiden Wellen bestehenden elektromagnetischen Feldes aus (a) her, für den Fall, dass beide Wellen die gleiche Wellenlänge haben und für den Fall, dass sie deutlich unterschiedliche Wellenlängen haben.
- Wie verändert sich die Lichtintensität, wenn beide Wellen die gleiche Wellenlänge haben, aber zueinander senkrecht polarisiert sind? Betrachten Sie sowohl lineare Polarisation als auch zirkuläre Polarisation.

Tipp: Nutzen Sie das Superpositionsprinzip und betrachten Sie die Energiestromdichte, die sich aus dem kombinierten elektrischen Feld

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

beider Wellen ergibt für den Fall, dass beide Wellen die gleiche oder unterschiedliche Wellenlänge bzw. die gleiche oder unterschiedliche Polarisation besitzen.

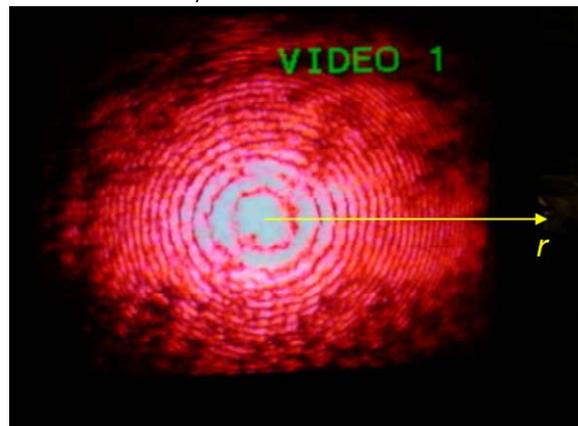
Aufgabe 5: Michelson Interferometer

(6 Punkte)

Das Interferenzbild auf dem Schirm des Michelson Interferometers, das in der Vorlesung gezeigt wurde, stellt sich in Form von Ringen dar, die mit Veränderung der Weglänge eines Interferometerarms zu wachsen oder zu schrumpfen scheinen.

- Erklären Sie die Herkunft dieser Ringe geometrisch. Bedenken Sie dazu, dass der Lichtfleck der verwendeten Lichtquelle kein Punkt ist, auch wenn die Lichtquelle selbst als Punkt angenommen werden kann.
- Leiten Sie einen formalen Ausdruck für das Auftreten der Minima und Maxima der Interferenzringe als Funktion des Radius, r , und der Wellenlänge des Lichts, λ , her. Nehmen Sie ein symmetrisches Michelson Interferometer an, bei dem alle Interferometerarme eine Länge von 1 m haben.
- Wieso entsteht anstelle des Ringmusters ein Streifenmuster, wenn einer der Spiegel des Michelson-Interferometers verkippt ist? Diese Teilaufgabe können Sie auch grafisch lösen.

Bild: Brown University





Aufgabe 6: Weisslichtinterferenz

(6 Punkte)

Ein Michelson-Interferometer wird mit einer Weisslichtquelle bestrahlt (anstatt mit einem monochromatischen Laser). Wie hängt die Lichtintensität, I , im Zentrum des auf dem Schirm entstehenden Ringmusters von der Verschiebung, d , des beweglichen Spiegels ab? Stellen Sie $I(d)$ grafisch dar.

Für $d = 0$ sind beide Interferometerarme gleich lang.

Das Lichtspektrum $P(\omega)$ der Weisslichtquelle kann angenommen werden als ein gaussverteiltes Spektrum der Form

$$P(\lambda) = P_0 \exp\left(-\frac{(\lambda - \lambda_0)^2}{v^2}\right)$$

mit $\lambda_0 = 600$ nm und $v = 400$ nm. Zur Vereinfachung nehmen Sie hier an, dass das Weisslicht räumlich und zeitlich vollständig kohärent ist, d.h., dass es aus der Superposition von ebenen, harmonischen, e.m. Wellen $E_i = E(\lambda)e^{i(k(\lambda)z - \omega(\lambda)t)}$ besteht, deren relative Intensität $I(\lambda)$ proportional zu $P(\lambda)$ ist.

Tipp: Sie können diese Aufgabe auch numerisch mit Ihrem Computer lösen. Dazu empfiehlt sich die Verwendung einer mathematisch ausgerichteten Programmiersprache wie etwa Matlab oder Scilab (Python)