



Übungen zu Experimentalphysik II für Biologinnen und Biologen

Blatt 03

Aufgabe 1: Fabry-Perot-Interferometer

Ein Fabry-Perot-Interferometer besteht im Wesentlichen aus zwei planparallelen halbdurchlässigen Spiegeln, hier realisiert mittels dünner Metallschichten, die auf eine Platte mit Brechungsindex n aufgedampft wurden (vgl. Abb.1). Von links beleuchten wir mit einem leicht divergenten, monochromatischen Lichtstrahl. An jedem Spiegel wird der Strahl nun teilweise transmittiert und teilweise reflektiert (Absorption wird vernachlässigt). Skizzieren Sie den Strahlverlauf, der erklären kann, wie es auf Schirm 1 zu einem ringförmigen Interferenzmuster kommt! Nutzen Sie die Bedingung zur konstruktiven Interferenz der transmittierten Teilstrahlen aus! Wie wirkt sich eine hohe Reflektivität auf den Strahlenverlauf und damit auf das Interferenzmuster aus? Wie sieht das Interferenzmuster in Rückrichtung auf Schirm 2 aus?

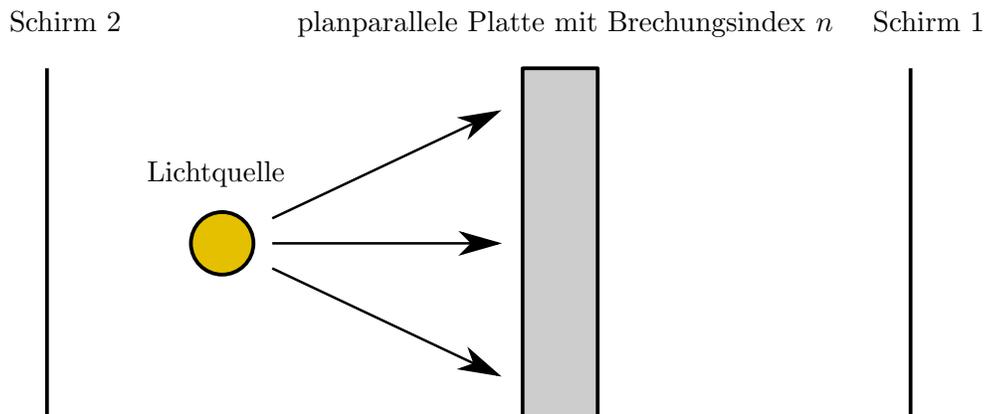


Abbildung 1: Schematischer Aufbau eines Fabry-Perot-Interferometers

Aufgabe 2: Doppelspalt mit zirkular polarisiertem Licht

Eine unendlich ausgedehnte, ebene Welle monochromatischen Lichtes fällt auf einen Doppelspalt. Das Licht sei zirkular polarisiert. Welches Interferenzmuster ist zu sehen? Sie haben in der Vorlesung gehört, dass linear polarisiertes Licht entsteht, wenn zwei gegenläufig rotierende, zirkular polarisierte Strahlen überlagert werden. Umgekehrt kann man einen zirkular polarisierten Strahl aus zwei linear polarisierten Strahlen erhalten. Erklären Sie dies!

Aufgabe 3: Mikroskop

Ein sehr einfaches Mikroskop besteht aus zwei Linsen, der Objektivlinse und der Okularlinse. Die Objektivlinse habe eine Brennweite von 3 cm. Das zu mikroskopierende Objekt befinde sich in 5 cm Abstand vor der Linse.

- Skizzieren Sie Aufbau und Strahlengang.
- In welcher Entfernung hinter der Objektivlinse entsteht ein reelles Zwischenbild?
- Die Okularlinse ($f = 10$ cm) dient nun dazu das reelle Zwischenbild zu vergrößern und auf das Auge zu richten. Wie sollte der Strahl geformt sein, damit das Auge das Objekt entspannt auf der Netzhaut abbilden kann?
- In welchem Abstand zur Objektivlinse sollte die Okularlinse sich (ungefähr) befinden?

Aufgabe 4: Auflösungsvermögen

Die Objektivlinse aus Aufgabe 3 habe einen Durchmesser von 2,68 cm. Das Objekt befinde sich noch immer in 5 cm Entfernung. Sie beleuchten das Objekt mit einer monochromatischen Lichtquelle ($\lambda = 450$ nm) von der Seite.

- Fertigen Sie eine Skizze an.
- Unter welchem Öffnungswinkel fällt Licht, das vom Objekt gestreut wird, auf die Objektivlinse?
- Das Abbe-Limit verrät Ihnen, wie nah (Abstand d) zwei Linien einander sein dürfen, sodass sie noch als getrennt wahrgenommen werden können:

$$d = \frac{\lambda}{n \sin(\alpha)},$$

wobei mit λ die Wellenlänge des gestreuten Lichtes, n der Brechungsindex des umgebenden Mediums und mit α der halbe Öffnungswinkel der Objektivlinse bezeichnet wird. Was ist hier die Auflösungsgrenze?

- Der Term $n \sin(\alpha)$ wird auch numerische Apertur NA genannt. Nach dem Abbe-Limit verringert sich die Distanz zweier als getrennt wahrnehmbarer Linien, wenn entweder die Wellenlänge verringert oder die numerische Apertur vergrößert wird. Wie lässt sich die Auflösung erhöhen, wenn der Öffnungswinkel unveränderbar ist?