Grundlagen der Physik IIb - Übungen

Ass.Prof. Dr. R.A. Wilhelm
wilhelm@iap.tuwien.ac.at
TU Wien - Grundlagen der Physik IIb (130.004) 2023S

INSTITUT FÜR ANGEWANDTE PHYSIK
Institute of Applied Physics

22.06.2023

Aufgabe 12.1 - 2 Pkt.

Die Lichtreflexion einer Glasplatte kann stark reduziert werden, wenn die Glasoberfläche mit einer dünnen Schicht eines Materials mit geeignetem Brechungsindex überzogen wird, denn die an den Grenzflächen reflektierten Wellen können sich praktisch aufheben.
Berechnen Sie den Brechungsindex n_2 und die Dicke d_2 der Vergütungsschicht für senkrecht einfallendes Licht der Wellenlänge $\lambda = 589\,\text{nm}$ für $n_1 < n_2 < n_3$. Benutzen Sie für Luft $n_1 = 1$ und für die Glasscheibe $n_3 = 1.5$.

Lösung: $n_2 = 1.225$

Aufgabe 12.2 - 2 Pkt.

Interferenz an einer planparallelen Platte:
Eine ebene Welle falle unter einem Winkel α zur Flächennormalen auf eine planparallele Platte mit dem Brechungsindex n ein. Die Platte sei an beiden Seiten von Luft umgeben.

(a) Berechnen Sie die Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz in Reflexion.
(b) Berechnen Sie die Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz in Transmission.

Aufgabe 12.3 - 3 Pkt.

(a) Eine Punktquelle strahlt monochromatisches Licht in ein Michelson-Interferometer, bei dem der eine Spiegel M_1 fest ist und der andere Spiegel M_2 gegenüber dem Punkt, der der gleichen Weglänge entspricht, verschoben werden kann. Ein Detektor P auf der Achse des Lichtbündels gibt ein elektrisches Signal, das proportional zu der Intensität I des empfangenen Bündels ist. Drücken Sie I als Funktion der Frequenz der emittierten Strahlung ν_0 und d aus, wobei d die Verschiebung von M_2 ist.

(b) Nun emittiert die Quelle kein monochromatisches Licht mehr, wie es zuvor angenommen wurde, sondern eine quasimonochromatische Welle mit Zentrum ν_0. Die Halbwertsbreite der spektralen Intensitätsverteilung wird mit $\Delta\nu_{1/2}$ bezeichnet. Finden Sie die Intensität $I(d)$ für den Fall, dass I_ν eine Rechteckverteilung ist!

(c) Ein Rechner, der an den Detektor angeschlossen ist, bestimmt die Funktion

$$V(d) = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

wobei $I_{\max}$ und $I_{\min}$ die maximale bzw. minimale Intensität bezeichnen. Bestimmen Sie $V(d)$ für den 2. Fall!

(d) Die rote Cadmium-Linie ($\lambda_0 = 643.8\,\text{nm}$) hat eine näherungsweise rechteckige spektrale Intensitätsverteilung I_ν. Man beobachtet $V(d) = 0$ für $d = 15\,\text{cm}$. Bestimmen Sie daraus $\Delta\nu_{1/2}$ und $\Delta\lambda_{1/2}$!

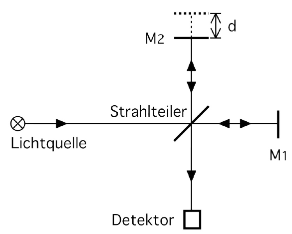

Figure 1: Skizze des Problems.

Lösung: (a) $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos(4\pi\nu_0 d/c)$, (b) $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\left(1 - \Delta\nu_{1/2}\cdot 2d/c\right)\cos(4\pi\nu_0 d/c)$, (c) $V(d) = 1 - \tau\Delta\nu_{1/2}$, (d) $\Delta\nu_{1/2} = 10^9\,\text{Hz}$, $\Delta\lambda_{1/2} = 1.38\,\text{pm}$

Aufgabe 12.4 - 2 Pkt.

Bei einem Young'schen Doppelspaltversuch beträgt der Abstand der engen Spalte $0.2\,\mathrm{mm}$. Auf einem $1.5\,\mathrm{m}$ entfernten Beobachtungsschirm registriert man bei Einstrahlung von monochromatischem Licht einen Streifenabstand von $3.6\,\mathrm{mm}$. Bestimmen Sie die Lichtwellenlänge.

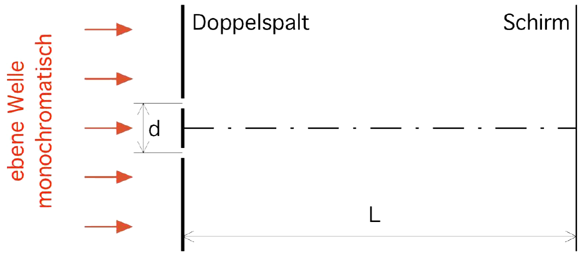

Figure 2: Skizze des Problems.

Lösung: 480 nm

Aufgabe 12.5 - 3 Pkt.

Eine ebene Seifenblase erscheint bei Beobachtung im reflektierten Licht von klar grüner Färbung ($\lambda = 500\,\mathrm{nm}$). Das Auge beobachtet die Membran unter dem (gegen die normale gemessenen) Winkel $\alpha = 35°$. Die Seifenblasenmembran hat den Brechungsindex $n = 1.33$.

(a) Man berechne die Dicke der Membran.
(b) Unter welcher Farbe erscheint die Membran, wenn das Auge senkrecht auf die Membran blickt ($\alpha = 0$)

Lösung: (a) $d = 104.17\,\mathrm{nm}$, (b) $\lambda = 554.19\,\mathrm{nm}$