

1. Berechnen Sie die Fourier-Transformierten $F(\omega) = \int f(t) \cdot e^{-i\omega t} \cdot dt$ folgender Funktionen:

- a) Puls 1: $f(t) = 1$ für $-\tau < t < \tau$, sonst 0
- b) Puls 2: $f(t) = e^{i\omega_0 t}$ für $-\tau < t < \tau$, sonst 0
- c) Puls 3: $f(t) = e^{-\frac{t}{\tau}} \cdot e^{i\omega_0 t}$ für $t > 0$, sonst 0

Vergleichen Sie die Ergebnisse in a), b) und c) im Hinblick auf die **ersten Nulldurchgänge** bzw. **Halbwertsbreiten** der Fourier-Transformierten.

2. **Beugung im Nahfeld:** Berechnen Sie die auf einem Bildschirm erscheinende **Intensität** für ein **Young'sches Doppelspaltexperiment** (Spaltabstand d) für den **Fall $d < \lambda$** (d. h. Spaltabstand $d < \lambda$ als die Wellenlänge λ):

- a) für das \vec{E} -Feld **parallel** zu den Spalten.
- b) für das \vec{E} -Feld **senkrecht** zu den Spalten.

Diskutieren Sie das Ergebnis.

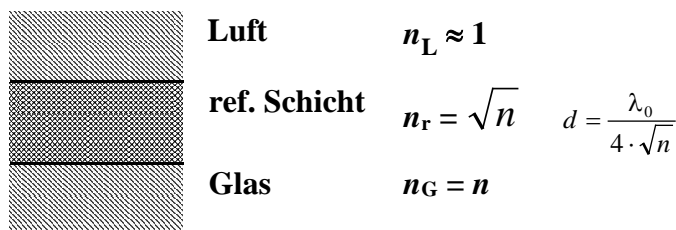
Hinweis: Die $\frac{1}{r^2}$ Abhängigkeit der Intensitäten kann vernachlässigt werden.

3. Eine **ebene Seifenwassermembran** erscheint bei Beobachtung im reflektierten Licht von klar grüner Färbung ($\lambda = 5000 \text{ \AA}$). Das Auge beobachtet die Membran unter dem (gegen die Normale gemessenen) Winkel $\alpha = 35^\circ$. Die Seifenwassermembran hat den Brechungsindex $n = 1,33$.

- a) Man berechne die Dicke der Membran. (Lösung: $d = 104,17 \text{ nm}$)
- b) Unter welcher Farbe erscheint die Membran, wenn das Auge **senkrecht** auf die Membran blickt ($\alpha = 0^\circ$)? (Lösung: $\lambda = 554,19 \text{ nm}$)

4. Eine **Glaslinse** (Brechungsindex des Glases: n) wird mit einer Schicht (Brechungsindex der Schicht: \sqrt{n}) bedeckt. Die Schichtdicke d ist folgendermaßen gewählt: $d = \frac{\lambda_0}{4 \cdot \sqrt{n}}$, wobei λ_0 eine gewählte

Referenzwellenlänge ist. Wir nehmen an, daß der Brechungsindex im Bereich des sichtbaren Lichts frequenzunabhängig ist (die Lichtwelle trifft senkrecht auf die Oberfläche). I_{ref} sei nun der zeitliche Mittelwert der reflektierten Intensität, I_0 die einfallende Intensität.



a) Man zeige, daß für das Verhältnis von I_{ref} zu I_0 folgende Beziehung gilt:

$$\frac{I_{\text{ref}}}{I_0} = 4 \left(\frac{1 - \sqrt{n}}{1 + \sqrt{n}} \right)^2 \sin^2 \left(\frac{\pi}{2} \left(\frac{\lambda_0}{\lambda} - 1 \right) \right) \quad \lambda \text{ .. Vakuumwellenlänge des einfallenden Lichts}$$

Hinweis: Man nehme an, dass n nahe bei 1 liegt; im Realfall kann dies bis zu Brechungsindizes von ca. 1,6 als erfüllt gelten. In diesem Fall kann das Transmissionsvermögen der Grenzfläche Luft/Schicht gleich 1 gesetzt werden.

b) Für Glas gilt: $n = 1,5$. λ_0 sei **550 nm**. Für grünes Licht ($\lambda = \lambda_0 = 550 \text{ nm}$) wird das obige Verhältnis null. Berechnen Sie nun I_{ref}/I_0 für blaues ($\lambda_1 = 450 \text{ nm}$) und rotes Licht ($\lambda_2 = 650 \text{ nm}$)!

Bitte Seite wenden!

- 5. Fabry Perot Interferometer:** Ein einfaches Fabry-Perot Interferometer bestehe aus zwei teildurchlässigen Metallschichten, welche durch eine transparente Zwischenlage aus Magnesiumfluorid ($n = 1,38$) getrennt sind.

Das **Transmissionsspektrum** dieses Systems zeigt bei **senkrechtem Einfall weissen Lichtes** einen Peak mit einem Maximum bei einer Wellenlänge von $\lambda_M = 520 \text{ nm}$. Bei $\lambda_H = 500 \text{ nm}$ beträgt die Transmission **50% des Maximalwertes**. Bei höheren Wellenlängen existieren keine weiteren Transmissionspeaks. Man berechne die **Dicke d** der Trennschicht sowie die **Reflektivität R** der Metallschichten.

(Lösung: $d = 188,4 \text{ nm}$, $R = 78\%$)

- 6. Tiefenbestimmung mittels Mehrfachinterferenz:** auf einer Unterlage mit sehr hohem Reflexionsgrad liege ein Glasplättchen so auf, dass sich ein keilförmiger Luftspalt bildet. Durch Reflexion an der Unterlage und an der Grenzfläche des Glasplättchens, welche der Unterlage am nächsten liegt, treten Mehrfachreflexionen auf. Das System wird **senkrecht** mit **monochromatischem Licht** der Wellenlänge $\lambda = 550 \text{ nm}$ bestrahlt. Es werden scharfe, dunkle Interferenzlinien im Abstand $\Delta = 500 \mu\text{m}$ beobachtet.

- a) wie gross ist der Öffnungswinkel α des Luftspaltes? (Lösung: $\alpha = 0,0315^\circ$)

In der Unterlage befinde sich ein Kratzer, welcher senkrecht zur Richtung der Interferenzlinien läuft. Der Reflexionsgrad im Kratzer ist der gleiche wie an der unzerstörten Oberfläche. Gegenüber den ursprünglichen Interferenzlinien sind jene im Kratzer um $s = 1 \mu\text{m}$ in Richtung des Keilbeginnes verschoben.

- b) wie tief ist der Kratzer? (Lösung: $T = 0,55 \text{ nm}$)

Hinweis: Brechungsindex von Luft $n = 1$