

## Übungsaufgaben zum Thema: „Interferenz an dünnen Schichten“

Um einen Tarnkappenbomber für Radar unsichtbar zu machen, werden sie mit einer Antireflexbeschichtung versehen, die verhindert, dass Radarwellen reflektiert werden. Die Wellenlänge liegt typischerweise bei 2 cm. Schätzen Sie die Dicke  $d$  der Schicht ab und vernachlässigen Sie die Änderung der Wellenlänge in der Beschichtung.

Interferenz:

$$x_1 = A \cdot \cos(\phi_1) = A \cdot \cos(\omega t - kr_1); \quad x_2 = A \cdot \cos(\phi_2) = A \cdot \cos(\omega t - kr_2)$$

$$x = x_1 + x_2 = A \cdot \cos(\phi_1) + A \cdot \cos(\phi_2) = 2A \cdot \cos\left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{2}\right) \cos\left(\frac{\phi_2 + \phi_1}{2}\right)$$

$$x(t, s) = x_1(t, r) + x_2(t, r) = A_1 \cos(\omega t - kr_1) + A_2 \cos(\omega t - kr_2)$$

Näherung:  $\frac{(r_1 + r_2)}{2} \approx r_0 = r$

$$x(t, r) = 2A \cos\left(\frac{k(r_2 - r_1)}{2}\right) \cdot \cos(\omega t - kr)$$

$$k(r_2 - r_1) = k2d$$

$$\frac{\Delta\phi}{2} = \frac{\phi_1 - \phi_2}{2} = kd$$

Für Auslöschung gilt:  $\frac{\Delta\phi}{2} = \frac{\phi_1 - \phi_2}{2} = (2m + 1) \frac{\pi}{2} \quad m = 0, 1, 2,$

$$\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2 = (2m + 1)\pi \quad m = 0, 1, 2,$$

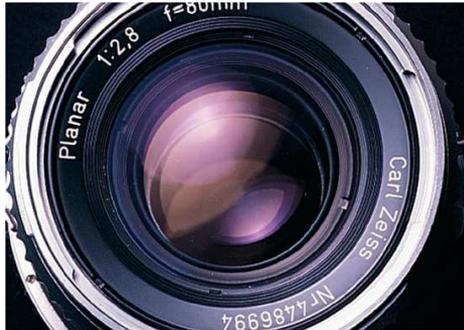
$$\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2 = (2m + 1)\pi \quad m = 0$$

$$\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2 = 2kd = \pi$$

$$2 \frac{2\pi}{\lambda_n} d = \pi \quad \lambda_n \approx \lambda$$

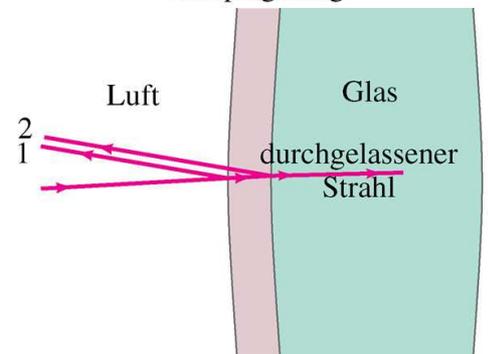
$$d = \frac{\lambda}{4} \quad \text{Zahlen: } d = \frac{\lambda}{4} = \frac{2cm}{4} = 0,5cm$$

Wie dick ist eine Antireflexbeschichtung aus  $MgF_2$ , die einen Brechungsindex von 1,38 hat und Licht der Wellenlänge  $\lambda = 550 \text{ nm}$  eliminieren soll, wenn das Licht senkrecht auf Glas  $n = 1,50$  fällt?



Eine beschichtete Linse. Beachten Sie die Farbe des an der Linsenoberfläche

Der einfallende Lichtstrahl wird an der Oberfläche der Linsenbeschichtung teilweise reflektiert (Strahl 1), und der in die Schicht eindringende Strahl wird wiederum teilweise an der Rückseite der Beschichtung reflektiert (Strahl 2). Der größte Teil der Energie dringt mit dem durchgelassenen Strahl in das Glas ein.



Beitrag der Phasen im Amplitudenterm:

$$\phi_1 = \omega t - kr_1 + \pi \quad \text{zusätzlicher Phasensprung, da Reflexion an optisch dichterem Medium}$$

$$\phi_2 = \omega t - kr_2 + \pi$$

$$\frac{\Delta\phi}{2} = \frac{\phi_2 - \phi_1}{2}$$

$$\text{Für Auslöschung gilt: } \frac{\Delta\phi}{2} = \frac{\phi_1 - \phi_2}{2} = (2m+1)\frac{\pi}{2} \quad m = 0,1,2,$$

$$\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2 = (2m+1)\pi \quad m = 0,1,2,$$

$$\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2 = (2m+1)\pi \quad m = 0$$

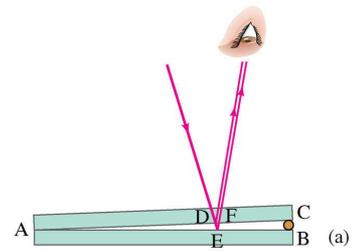
$$\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2 = 2kd = \pi$$

$$2 \frac{2\pi}{\lambda_n} d = \pi$$

$$d = \frac{\lambda_n}{4} = \frac{\lambda}{4n} \quad \text{Zahlen: } d = \frac{\lambda}{4n} = \frac{550 \text{ nm}}{4 \cdot 1,38} = 99,64 \text{ nm}$$

Eine dünne Metallfolie trenne zwei flache Glasscheiben auf einer Seite.  
 Wenn Licht der Wellenlänge 670 nm einfällt, dann beobachtet man 25 dunkle Linien (eine an jedem Ende). Wie dick ist die Folie?

(a) Lichtstrahlen, die an der oberen und unteren Fläche eines schmalen Luftkeils reflektiert werden, erzeugen durch Interferenz helle und dunkle Streifen. (b) Beobachtetes Muster für optisch ebene Glasplatten; (c) Muster bei nicht ebenen Glasplatten.



Interferenz

$$x = x_1 + x_2 = A \cdot \cos(\phi_1) + A \cdot \cos(\phi_2) = 2A \cdot \cos\left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{2}\right) \cos\left(\frac{\phi_2 + \phi_1}{2}\right)$$

$$\phi_1 = \omega t - kr_1$$

$$\phi_2 = \omega t - kr_2 + \pi$$

$$\frac{\Delta\phi}{2} = \frac{\phi_1 - \phi_2}{2}$$

Für Auslöschung, destruktive Interferenz gilt:

$$\frac{\Delta\phi}{2} = \frac{\phi_1 - \phi_2}{2} = (2m+1)\frac{\pi}{2} \quad m = 0,1,2,$$

$$\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2 = (2m+1)\pi \quad m = 0,1,2,$$

$$\Delta\phi = k(r_2 - r_1) + \pi = (2m+1)\pi$$

$$\Delta\phi = 2kd + \pi = (2m+1)\pi$$

$$\Delta\phi = 2kd = (2m)\pi$$

$$2 \frac{2\pi}{\lambda} d = 2m \pi$$

$$d = m \frac{\lambda}{2}$$

**Zahlen:** m+1 Zahl der Ringe; m=24;

$$d = m \frac{\lambda}{2} = 24 \frac{670 \text{ nm}}{2} = 8,04 \mu\text{m}$$

