

Zusammenfassung vom 12.07.2010

XII Interferenz und Beugung

Kohärenz: zwei Wellen sind **kohärent**, wenn eine **feste Phasenbeziehung δ** zwischen ihnen besteht

Kohärenzlänge: maximal zulässige Wegdifferenz, bei der noch Interferenz auftritt

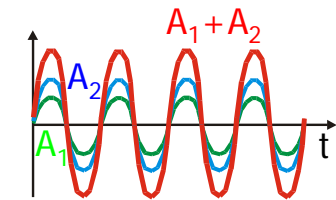
$\lambda_c \sim 10^{-4} \text{ m}$ für thermische Lichtquellen (**Lampen, Sonne, etc.**)

$\lambda_c \gg 1 \text{ m}$ für **Laser**

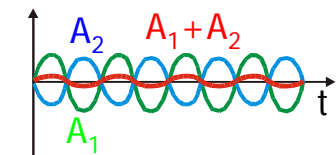
Interferenz: zwei Wellen interferieren, wenn sie **kohärent** sind und die **gleiche Frequenz** besitzen

konstruktive Interferenz: $\delta = 2m\pi, m \in \mathbb{Z}$

$\Delta\delta = \text{Phasendifferenz}$

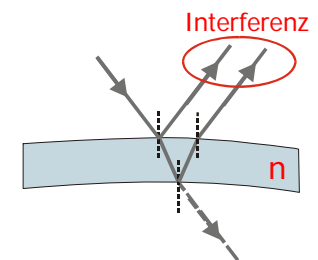


destruktive Interferenz: $\delta = (2m+1)\pi, m \in \mathbb{Z}$



Interferenz an einer dünnen Schicht: $\Delta r = 2d \rightarrow \Delta\phi = \frac{4\pi d n}{\lambda}$ *Wegunterschied Δr und Phasendifferenz $\Delta\phi$ für senkrechte Inzidenz $\alpha = 0$*
 $\rightarrow \lambda = \frac{2nd}{m}, m \in \mathbb{Z}$ *konstruktive Interferenz*

*verschiedene Farben (λ) interferieren für unterschiedliche Dicke, zudem hängt die Wegdifferenz vom Winkel α ab \rightarrow **Regenbogenfarben***



Fraunhofer-Beugung: Lichtquelle ∞ -weit weg \rightarrow *ebene* einfallende Wellen
Beobachtungsschirm ∞ -weit weg \rightarrow nur *parallele* Strahlen interferieren
Abhängigkeit der Intensität Beobachtungswinkel

Fraunhofer-Näherung am Doppelspalt:

Spaltabstand d viel kleiner als Abstand des Beobachtungsschirms ($d \ll L$)

Spallänge b sehr groß ($b \gg d$)

Spaltbreite a sehr klein ($a \ll d$)

\rightarrow jeder Spalt erzeugt eine Huygens'sche Elementarwelle

Betrachte zwei Strahlen, die sich im Punkt **P** treffen
(Schirm bei L *endlich* weit weg):

Beobachtungswinkel θ = Winkelhalbierende der beiden Strahlen

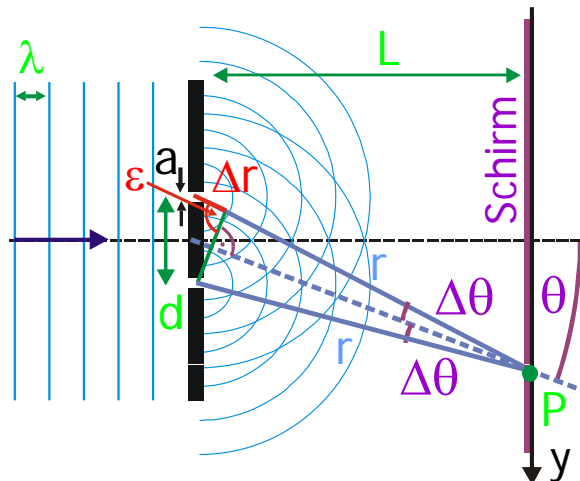
\rightarrow gleichschenkliges Dreieck zwischen Spalt und Punkt **P**

\rightarrow Wegdifferenz zwischen den Strahlen: Δr

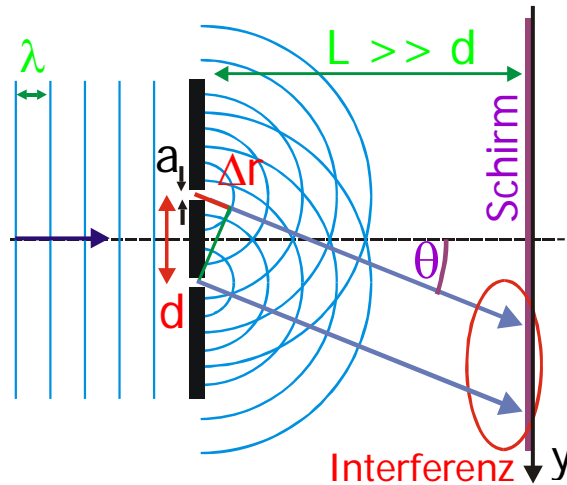
wenn $L \rightarrow \infty$, dann geht $\Delta\theta \rightarrow 0$

\rightarrow Winkel $\varepsilon = 90^\circ - \Delta\theta \cong 90^\circ$ für $\Delta\theta \rightarrow 0$

\rightarrow brauche nur noch das rechtwinklige Dreieck gebildet aus d und Δr zu betrachten, die Wegdifferenz bleibt Δr



Interferenz am Doppelspalt (Fraunhofer-Näherung $L \gg d$):

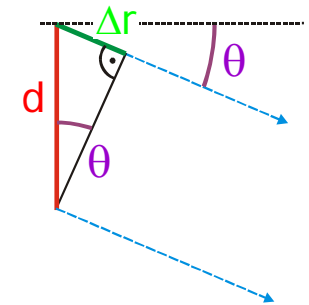


$\Delta r = d \sin \theta$ *Wegdifferenz*

$\Delta r = d \sin \theta = m \lambda, m \in \mathbb{Z}$ *konstruktive Interferenz*

→ *Maxima:* $\sin \theta = m \frac{\lambda}{d}, m \in \mathbb{Z}$

→ *Minima:* $\sin \theta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2d}, m \in \mathbb{Z}$



Abstand der Maxima: *sei y der Auftreffort der interferierenden Strahlen auf der y -Achse (= Abstand vom Punkt P zur Mittelachse der beiden Spalte)*

→ $\tan \theta = \frac{y}{L} \cong \sin \theta \Rightarrow y = L \sin \theta \quad (\theta \ll 1)$

→ $\Delta y = y_{m+1} - y_m = L \frac{\lambda}{d}$ *Abstand von zwei Streifen auf dem Schirm ist äquidistant (Beugungsmuster entlang y -Achse)*