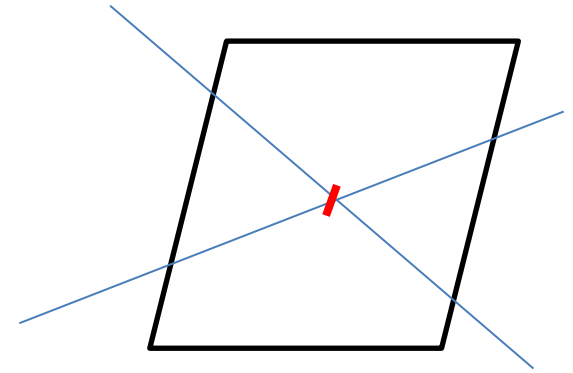
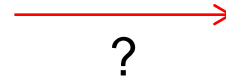
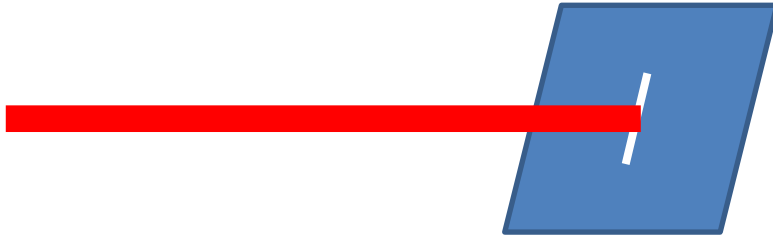
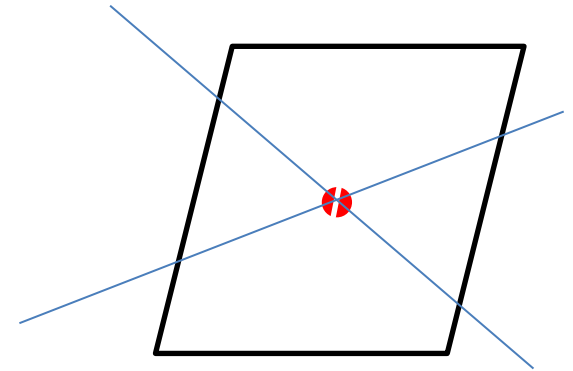
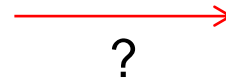


Ein schmales (paralleles) Lichtbündel eines Lasers trifft auf ...

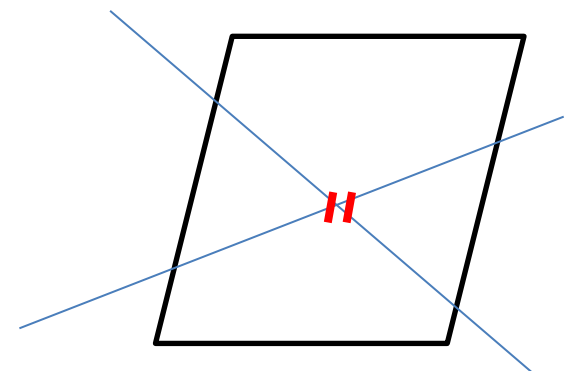
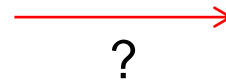
a) ... eine sehr schmale Spaltöffnung:



b) ... auf ein sehr dünnes Hindernis:

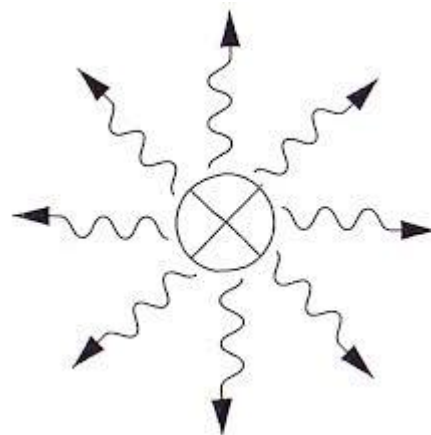


c) ... auf einen Doppelspalt:

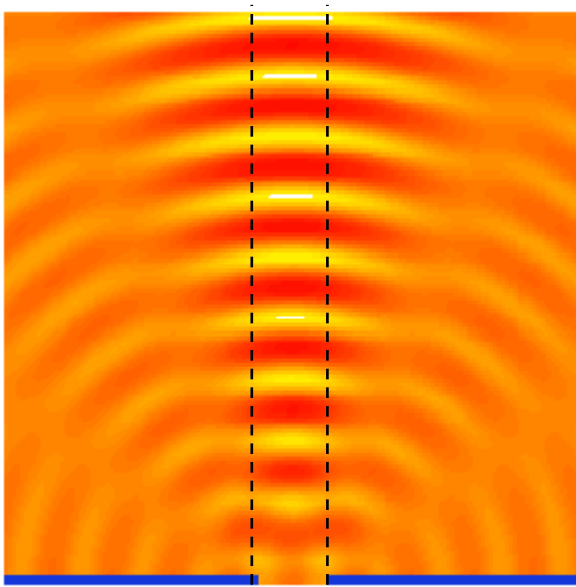


→ Die Experimente sind mit dem Strahlenmodell nicht erklärbar !

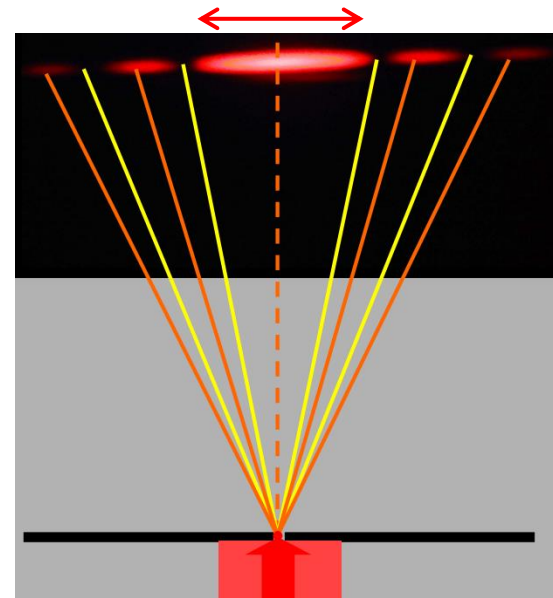
Wellencharakter von Licht



Vergleich von Wasserwellen und Licht an einem **Spalt**:



Die Wasserwelle wird an den Kanten der Spaltöffnung gebeugt und tritt in das geometrische Schattengebiet ein.



Das Licht ändert an der Spaltöffnung seine Ausbreitungsrichtung. Das Lichtbündel wird breiter.

Licht ändert beim Auftreffen auf einen schmalen Spalt bzw. einem Hindernis wie mechanische Wellen seine Ausbreitungsrichtung und dringt in das geometrische Schattengebiet ein.

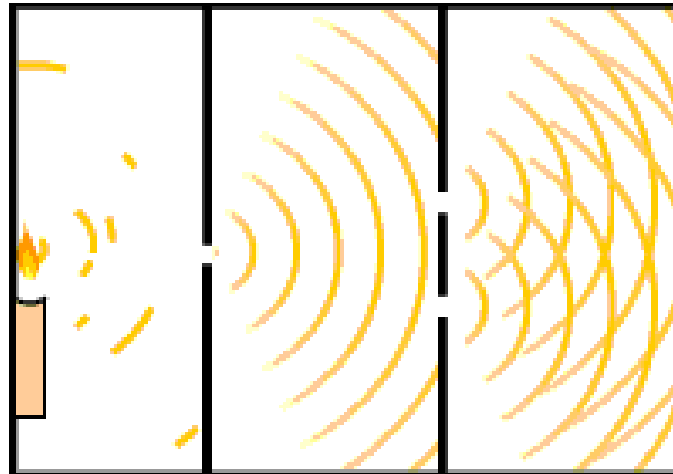
Licht wird **gebeugt**, es besitzt **Welleneigenschaften**.

Experimenteller Nachweis:



1802 gelang es dem englischen Physiker **Thomas Young** erstmalig den Nachweis zur Wellennatur des Lichtes zu erbringen.

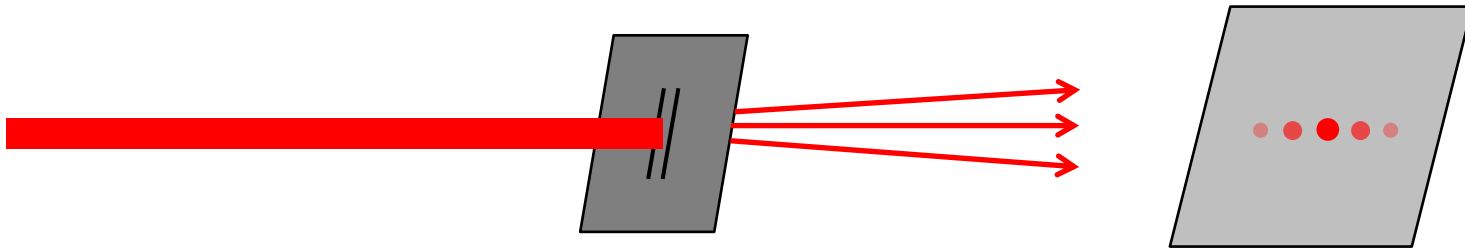
► Doppelspaltexperiment



Das Doppelspaltexperiment gehört zu den wichtigsten physikalischen Experimenten zum Nachweis der Wellennatur einer Erscheinung.

Das Doppelspaltexperiment:

Ein sehr schmales paralleles Lichtbündel trifft auf zwei dicht beieinander liegende schmale Spaltöffnungen und nachfolgend auf eine Projektionsfläche.



Beobachtungsergebnis:

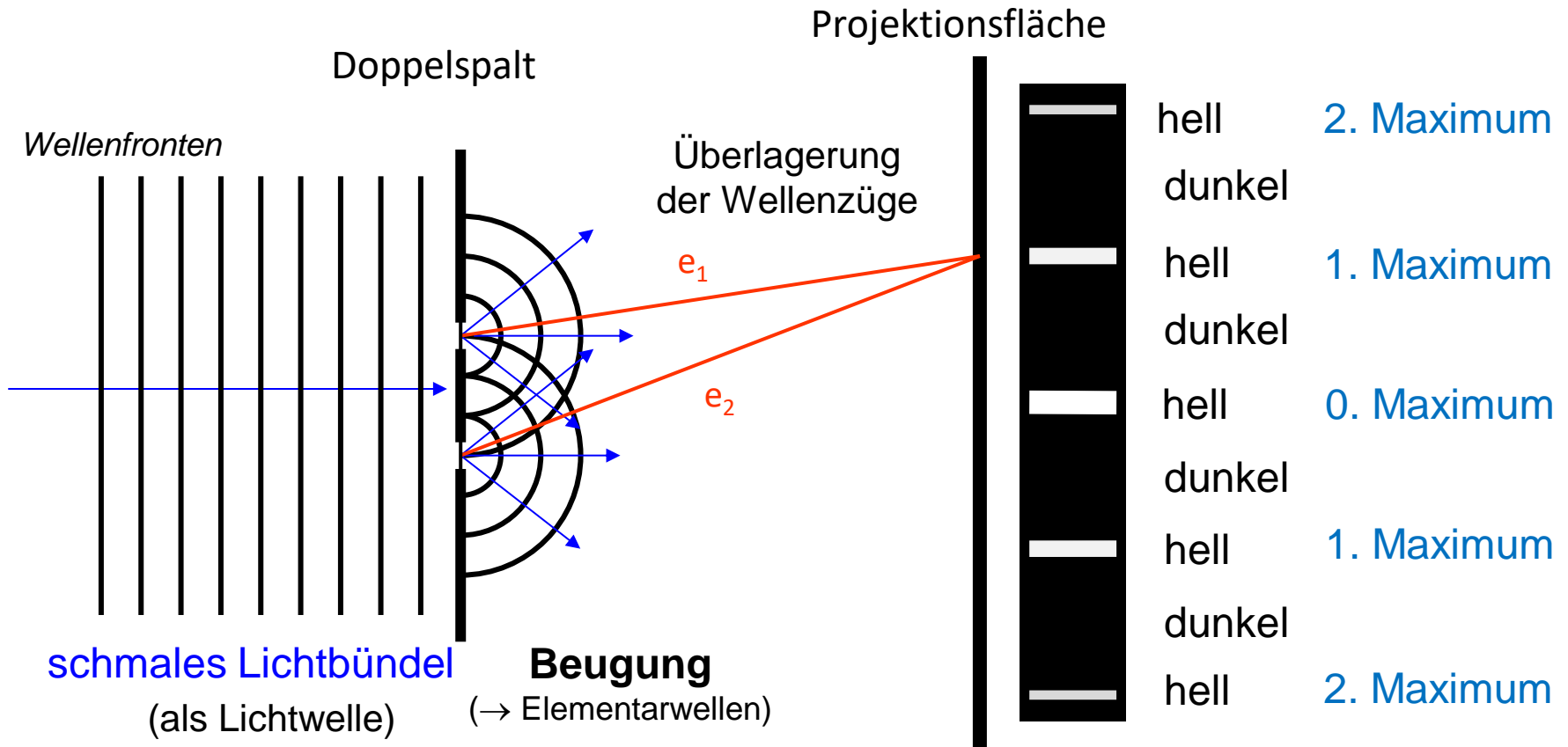
- mehrere (>2) helle und dunkle Lichtbereiche (Punkte)
- Die Intensität (Helligkeit) des mittleren Punktes ist am größten und nimmt nach beiden Seiten hin ab.

Deutung: - das Licht wird am Doppelspalt gebeugt und breitet sich in verschiedene Richtungen weiter aus.
- treffen diese Lichtwellen aufeinander, so interferieren sie.

→ helle Bereiche – Verstärkung (Maximum)

→ dunkle Bereiche – Abschwächung/Auslöschung (Minimum)

Erklärung:



Auf dem Projektionsschirm entsteht eine **Interferenzfigur**.

Zwei Wellen im 1. Maximum legen die Strecken e_1 und e_2 zurück.

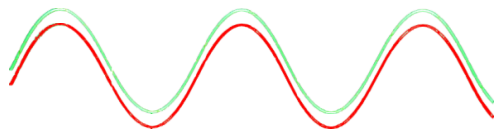
Beide Wege sind unterschiedlich lang ($e_2 > e_1$) und besitzen einen **Gangunterschied** $\delta = e_2 - e_1$.

Interferenzbereiche:

In Abhängigkeit des Gangunterschiedes $\delta = e_2 - e_1$ entstehen die Bereiche der Verstärkung (Maxima) und Auslöschung (Minima).

Maximum

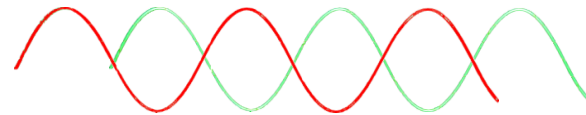
(konstruktive Interferenz)



Die Wellenzüge
sind **in Phase**

Minimum

(destruktive Interferenz)



Die Wellenzüge
sind **gegenphasig**

Gangunterschied δ :

ganzzahliges Vielfaches
einer Wellenlänge λ

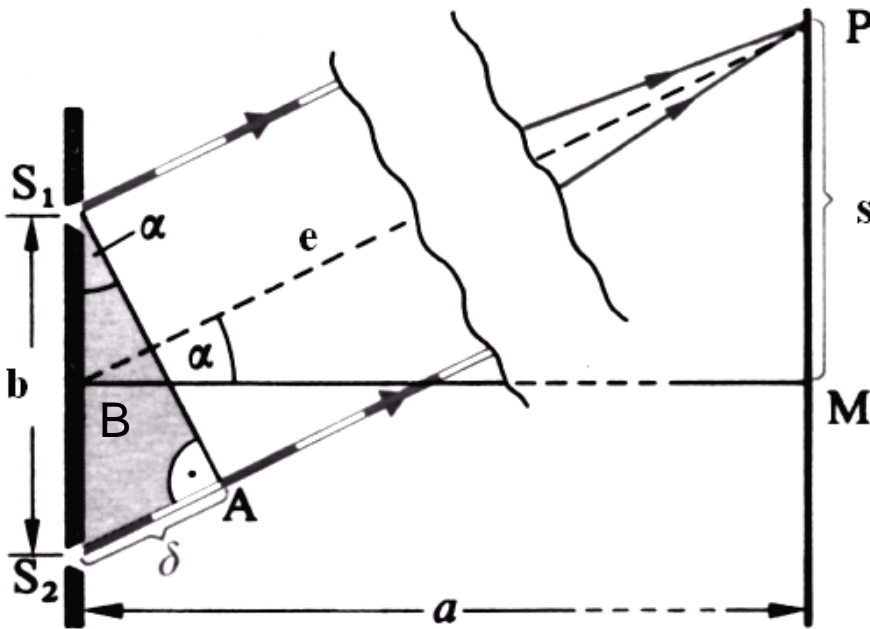
$$\delta = k \cdot \lambda$$

$$k \in \mathbb{N}$$

ungeradzahliges
Vielfaches von $\lambda/2$

$$\delta = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$$

Betrachtung der Interferenzmaxima:



$$\underline{\triangle BMP} \quad \sim \quad \underline{\triangle S_1 S_2 A}$$

$$\sin(a) = \frac{MP}{BP} \quad \sin(a) = \frac{S_2 A}{S_1 S_2}$$

$$\sin(a) = \frac{s}{e} \quad \sin(a) = \frac{\delta}{b}$$

$$\frac{s}{e} = \frac{\delta}{b}$$

Für ein **Interferenzmaximum** müssen beide Wellenzüge in Phase sein.

$$\delta = k \cdot \lambda$$

Für das k.-te Maximum gilt:

$$\frac{s_k}{e_k} = \frac{k \cdot \lambda}{b}$$

Interferenzgleichung für Maxima am Doppelspalt:

Mit $\sin(a) = \frac{s_k}{e_k}$ und $\frac{s_k}{e_k} = \frac{k \cdot \lambda}{b}$ ergibt sich:

$$\sin(\alpha_k) = \frac{k \cdot \lambda}{b}$$

Interferenzgleichung

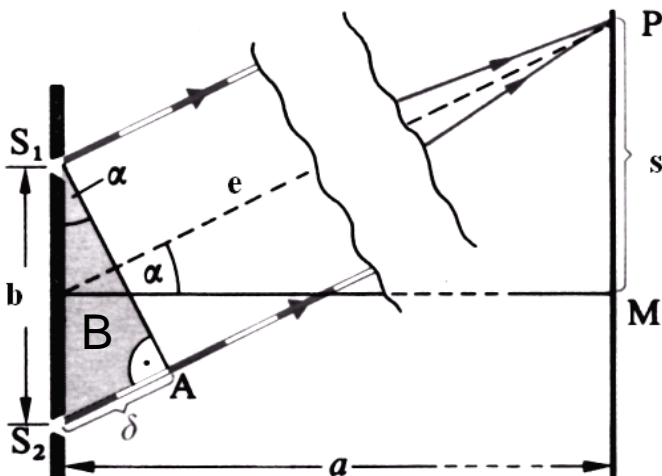
k – Ordnung des Maximums (0; 1; 2; ...)

λ – Wellenlänge des Lichtes

α_k – Interferenzwinkel k -ter Ordnung

b – Abstand der Doppelspalte

Hinweis:



Der Winkel α kann trigonometrisch aus dem Dreieck BMP bestimmt werden.

Mit dem Abstand a zwischen Doppelspalt und Schirm und dem Abstand s zwischen dem Maxima 0. und k -ter Ordnung gilt:

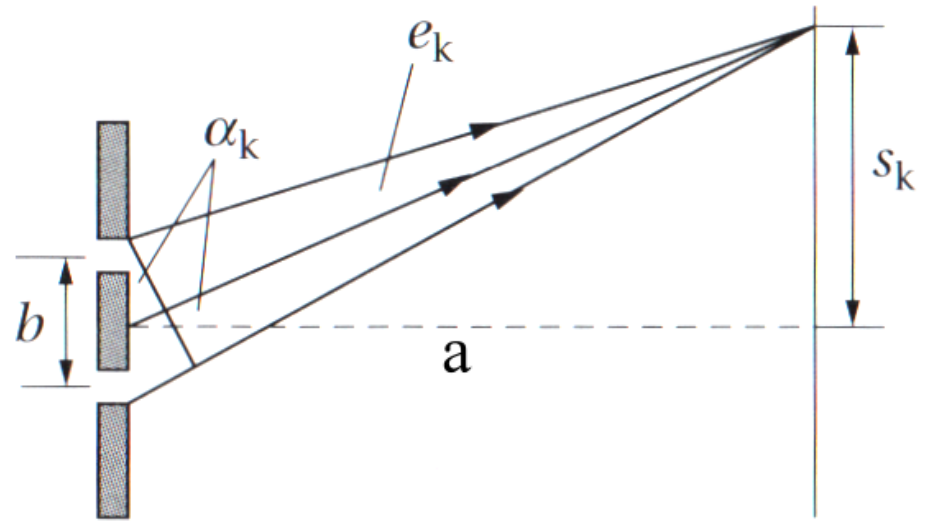
$$\tan(\alpha_k) = \frac{s_k}{a}$$

Wellenlänge von (rotem) Laserlicht:

Experiment

Bestimmung von:

- Spaltabstand $b = \dots$
- Streifenabstand $s_k = \dots$
(für $k = \dots$)
- Abstand Gitter-Schirm $a = \dots$



Berechnung:

- Interferenzwinkel α_k : $\tan(\alpha_k) = \frac{s_k}{a} \longrightarrow \alpha_k =$
- Wellenlänge λ : $\sin(\alpha_k) = \frac{k \cdot \lambda}{b} \longrightarrow \lambda =$

Ergebnis:

- Die Wellenlänge λ von sichtbarem Licht liegt im Bereich von 10^{-7}m .
(mehrere Hundert nm).