Huygenssches Prinzip

- **Huygenssches Prinzip**

  Jeder Punkt einer Wellenfront ist Ausgangspunkt (Zentrum) einer kreis- (2D) oder kugel- (3D) förmigen Elementarwelle. Die Elementarwellen überlagern sich. Ihre „Einhüllende“ bildet die neue Wellenfront.

  Siehe auch: Buch S. 164 - 165

Interferenz, Gangunterschied, Bedingungen für Minima und Maxima

- **Interferenz am Doppelspalt**

  Eine Welle mit geradliniger Front trifft auf ein zur Front paralleles Hindernis mit zwei schmalen Öffnungen, auf einen Doppelspalt:

  Die Welle wird an beiden Spalten gebeugt. Die von den beiden Spalten ausgehenden Elementarwellen überlagern sich, sie interferieren:

  Hinter dem Doppelspalt gibt es
  - Stellen mit maximalem Empfang, sog. **Maxima** (Entstehung durch konstruktive Interferenz), und
  - Stellen mit minimalem Empfang, sog. **Minima** (Entstehung durch destruktive Interferenz):

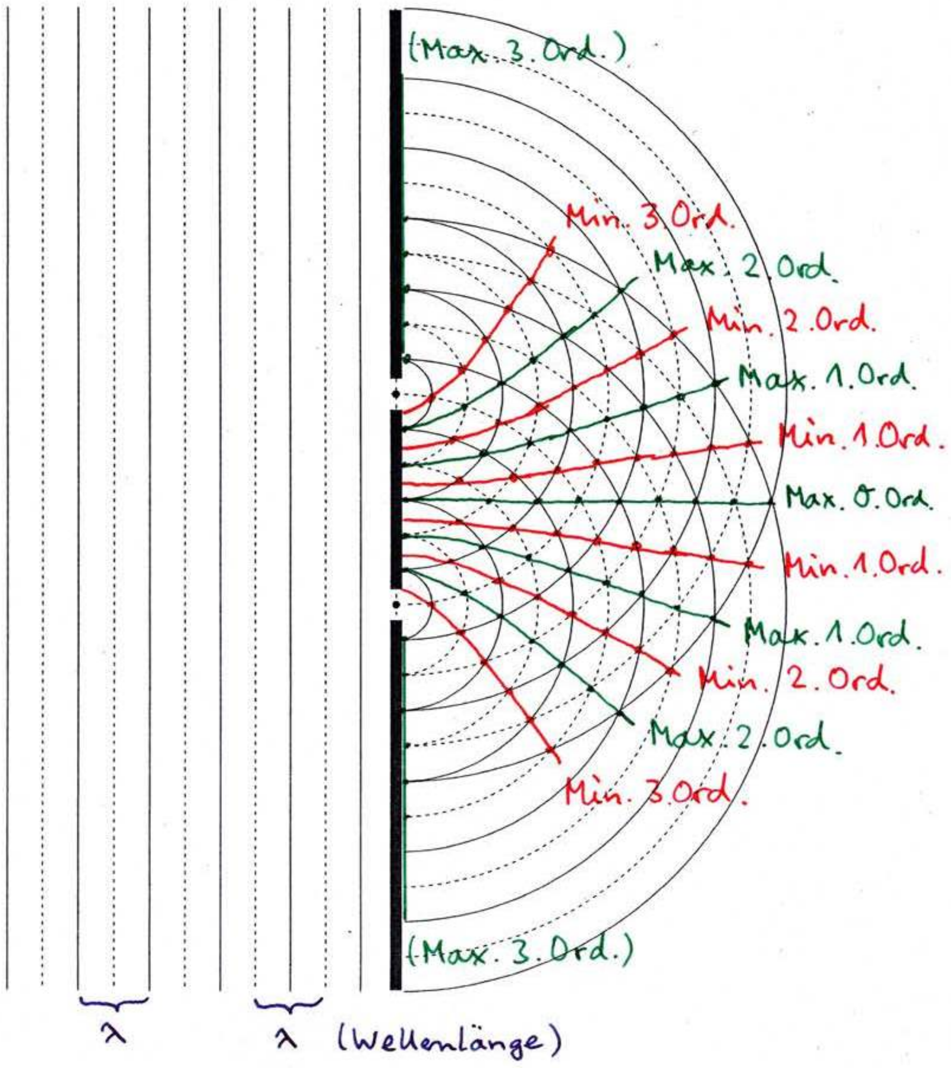
Interferenz am Doppelspalt

——— Wellen-„Berge“

- - - - - Wellen-„Täler“

Wellenlänge λ :
Abstand zweier benachbarter Wellen-„Berge“ (o. –„Täler“)

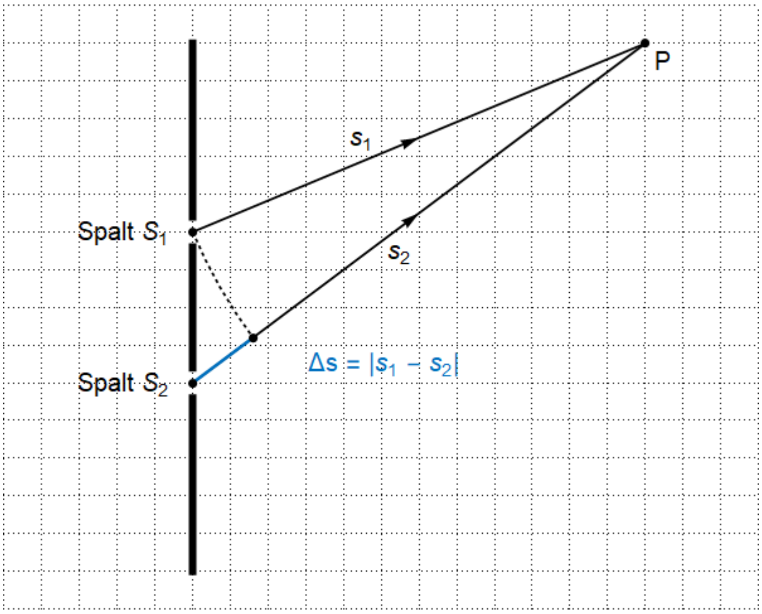
Aufgabe: Kennzeichne die Maxima grün und die Minima rot!



- **Gangunterschied Δs**

  Ob an einer bestimmten Stelle hinter dem Doppelspalt ein Maximum vorliegt
  (oder ein Minimum oder „was dazwischen“),
  hängt ab vom Gangunterschied Δs,
  dem Betrag der Differenz der Weglängen von den beiden Spalten zum betrachteten Punkt:

  $\Delta s = | s_1 - s_2 |$



- **Bedingungen für Maxima bzw. Minima**

  Bedingung für Maxima:

  $\boxed{\Delta s = k \cdot \lambda \quad , \quad k \in \mathbb{N}_0}$ (ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge λ) Vgl. FS S. 32

  Beispiele:

Gangunterschied Δs	0	$1 \cdot \lambda$	$2 \cdot \lambda$	$3 \cdot \lambda$
Ordnung k des Maximums	0	1	2	3

  Bedingung für Minima:

  $\boxed{\Delta s = (2 \cdot k - 1) \cdot \frac{\lambda}{2} \quad , \quad k \in \mathbb{N}}$ (ungeradzahliges Vielf. der halben Wellenlänge $\frac{\lambda}{2}$) Vgl. FS S. 32

  Beispiele:

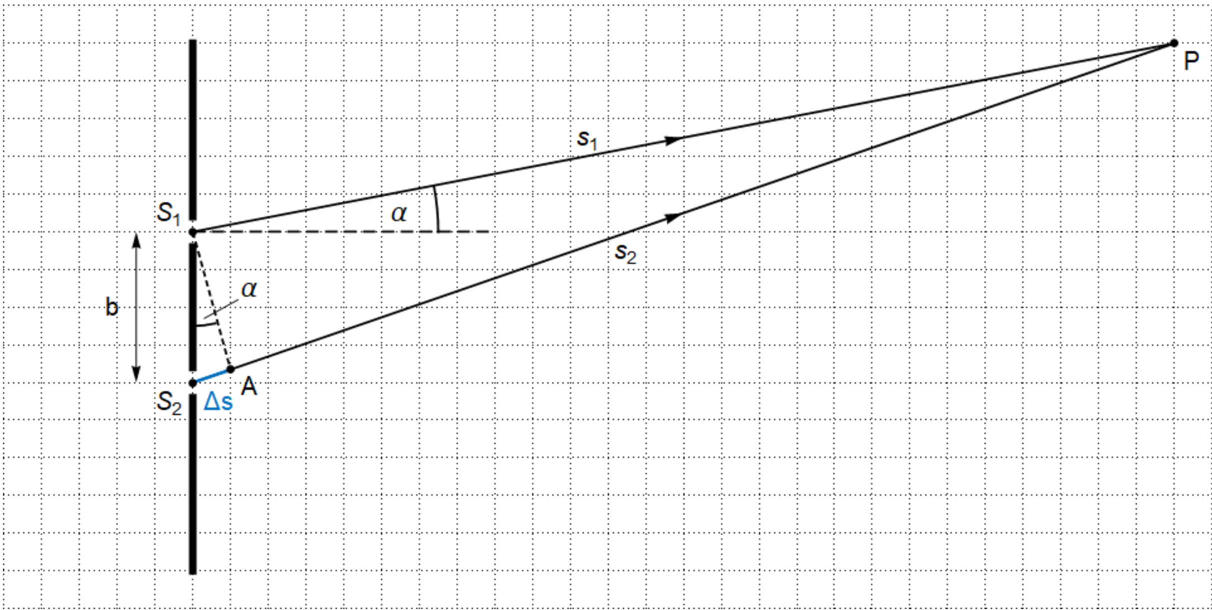
Gangunterschied Δs	$\frac{1}{2} \cdot \lambda$	$\frac{3}{2} \cdot \lambda$	$\frac{5}{2} \cdot \lambda$
Ordnung k des Minimums	1	2	3

  Vergleiche: Abbildung „Interferenz am Doppelspalt“

  Beachte: Es gibt ein Maximum 0. Ordnung (mit $\Delta s = 0$), aber kein Minimum 0. Ordnung.

- **Experimenteller Nachweis der Interferenz der Mikrowellen-Strahlung an einem Doppelspalt:**
  $\rightarrow$ Versuche

- **Gangunterschied in großer Entfernung**



Bei großer Entfernung des Empfängers verlaufen die beiden Strahlen s_1 und s_2 (nahezu) parallel.
Dann ist das Dreieck S_1S_2A (nahezu) rechtwinklig (bei A).

Dann gilt: $\sin\alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{\Delta s}{b}$

Also: $\boxed{\Delta s = b \cdot \sin\alpha}$ Vgl. FS S. 32

mit: b: Abstand der Spaltmitten
α: Beobachtungswinkel

- **Bestimmung der Wellenlänge der Strahlung des Mikrowellensenders**

mit Hilfe des Doppelspalt-Versuchs

Abstand der Spaltmitten: b = ____________

Art	Max. 0. Ord.	Min. 1. Ord. (1)	Max. 1. Ord. (2)
Gangunterschied Δs	$0 \cdot \lambda$	$\frac{1}{2} \cdot \lambda$	$1 \cdot \lambda$
Beobachtungswinkel α			

(2): $\Delta s = 1 \cdot \lambda = b \cdot \sin\alpha =$ $\lambda =$ ________

(1): $\Delta s = \frac{1}{2} \cdot \lambda =$ $\lambda =$ ________

- **Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen**

Allgemein gilt bei Wellen:

Ausbreitungsgeschw. = Wellenlänge · Frequenz

$c = \lambda \cdot f$

Vorhersage der Ausbreitungsgeschwindigkeit el.-magn. Wellen durch James Clark Maxwell:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \cdot \mu_0}} = \frac{1}{\sqrt{8{,}85418782 \cdot 10^{-12}\,\frac{\mathrm{As}}{\mathrm{Vm}} \cdot 4\,\pi \cdot 10^{-7}\,\frac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{Am}}}} = 299792457{,}9\ldots\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \approx 3{,}00 \cdot 10^{8}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

El.-magn. Wellen breiten sich im Vakuum (und fast ebenso in Luft) mit Lichtsgeschwindigkeit aus.

Vgl. FS S. 50 : $\varepsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 \cdot c^2}$ (d. h.: ε_0 ist so definiert, dass gilt: $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \cdot \mu_0}}$)