

Dubbelspaltexperimentet

19 okt. 2026, 3 min läsning

UTKAST

#fysik #optik #experiment

Kurs: F0005T Förkunskaper: Interferens, Fraunhoferdiffraktion

I Youngs dubbelspaltexperiment får ljus passera två smala spalter och interferera på en skärm bakom. Gångvägsskillnaden mellan de två vägarna ger omväxlande ljusa och mörka fransar, med maxima där skillnaden är ett helt antal våglängder.

1. Koherenskravet

Två elektromagnetiska vågor kan bara **interferera** med varandra om de är **koherenta**, och det ställer tre krav: de måste vara monokromatiska — alltså bestå av en enda våglängd — de måste ha samma frekvens, och de måste ha samma **polarisation**.

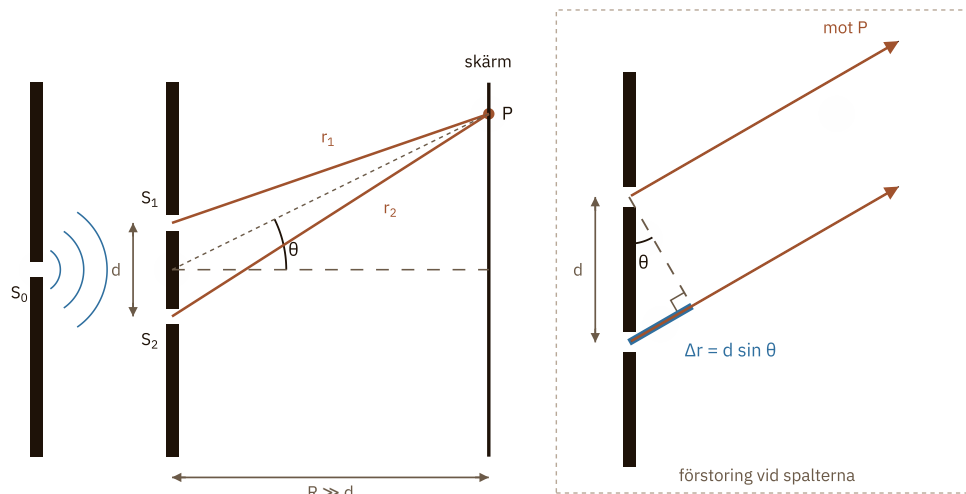
Två separata ljuskällor uppfyller aldrig detta, eftersom deras faser driver oberoende av varandra. Youngs lösning är att låta *en* källa försörja båda spalterna: monokromatiskt ljus får först passera en enda smal spalt S_0 , vars cylindriska vågfronter sedan träffar de två spalterna S_1 och S_2 samtidigt. Därmed är de två spalterna per konstruktion i fas, och interferensmönstret står stilla i stället för att suddas ut.

2. Geometrin och gångvägsskillnaden

De två spalterna ligger på avståndet d från varandra och skärmen på avståndet R . Vägarna fram till en punkt på skärmen är r_1 och r_2 , och riktningen dit anges av vinkeln θ från mittlinjen.

Eftersom $R \gg d$ kan de två strålarna räknas som parallella, och då syns gångvägsskillnaden som en rätvinklig triangel med d som hypotenusan:

$$\Delta r = r_2 - r_1 = d \sin \theta$$



Vänster: en källa S_0 försörjer båda spalterna, och strålarna r_1 och r_2 möts i P . Höger: nära spalterna är strålarna i praktiken parallella, och den rätvinkliga triangeln med hypotenusan d ger $\Delta r = d \sin \theta$.

3. Ljusa och mörka band

Ljusa band uppstår där vågfronterna kommer fram i fas, alltså där gångvägsskillnaden är ett helt antal våglängder:

$$nd \sin \theta = p\lambda \quad p = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

Fysika: Fc4b (i formen $d \sin \theta = m\lambda$, i luft där $n = 1$)

Mörka band uppstår där de kommer fram i motfas, alltså vid ett udda antal halva våglängder:

$$nd \sin \theta = \left(p + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

Fysika: Fc4b (minima, i formen $Nd \sin \theta = m'\lambda$ med $N = 2$ och udda m')

Vill man i stället ha fransarnas läge mätt längs skärmen är avståndet från mönstrets mitt $y_p = R \tan \theta_p$. Är $y_p \ll R$ blir vinkeln liten, $\tan \theta \approx \sin \theta$, och lägena blir jämnt fördelade:

$$y_p = R \sin \theta_p = \frac{Rp\lambda}{d}$$

4. Intensiteten när spalterna har bredd

Villkoren ovan behandlar spalterna som punkter. Har de i stället bredden a bidrar var och en med sin egen **fraunhoferfördelning**, och intensiteten fås genom att sätta $N = 2$ i uttrycket för **multipelspalten**:

$$I_P = 4I_0 \frac{\sin^2(\beta/2)}{(\beta/2)^2} \cdot \cos^2\left(\frac{\delta}{2}\right)$$

Fysika: Fc5 (dubbelspalt, med b för spaltbredden a)

De två vinkelvariablerna mäter olika saker: $\beta = (2\pi/\lambda) a \sin \theta$ är fasskillnaden mellan randstrålarna inom *en* spalt, medan $\delta = (2\pi/\lambda) d \sin \theta$ är fasskillnaden mellan de två spalterna. Interferensen sitter i cosinusfaktorn och diffraktionen i den andra.

5. Diffraktionen lägger sig som ett envelope

Diffraktionsfaktorn varierar långsamt och dämpar interferensfransarna mot kanterna. Den släcker mönstret helt där

$$na \sin \theta = m\lambda \quad m = \pm 1, \pm 2, \dots$$

Fysika: Fc5 (i formen $b \sin \theta = m\lambda$)

Eftersom de två villkoren beror på olika längder, a respektive d , kan diffraktionsminima hamna var som helst i förhållande till interferensmönstret. Med $d = 0,7$ mm och $a = 0,2$ mm sammanfaller första diffraktionsminimum med fjärde interferensminimum; med $d = 0,6$ mm och $a = 0,2$ mm sammanfaller det i stället med tredje interferensmaximum, som då försvinner. Vilket franstal som faller bort är därför ett sätt att mäta upp kvoten d/a .

Läsning

- [35.2 Two-Source Interference of Light](#)
- [35.3 Intensity in Interference Patterns](#)
- Vågkompendiet (Fällström), avsnitt 3.3.2 *Specialfall dubbelspalt*

Se även

- Interferens
- Fraunhoferdiffraktion
- Multipelspalt
- Diffraktion
- Interferens i tunna skikt
- Fasordiagram

Resurser

- [Wikipedia: Youngs dubbelspaltexperiment](#)

