

# Ljusets böjning och interferens

## Förberedelser

Läs i vågläroboken om *optisk väg* (sid 190-191), *böjning och Babinetets princip* (sid 315-323) och *interferens och böjning* (sid 344-351).

Läs igenom hela laborationsinstruktionen.

## Gör följande uppgifter:

Varje laborant ska vid laborationens början lämna renskrivna lösningar till handledaren för kontroll.

1. På [http://www.walter-fendt.de/html5/phen/singleslit\\_en.htm](http://www.walter-fendt.de/html5/phen/singleslit_en.htm)

hittar du en java-applet som simulerar ljus som går genom en enkelspalt. Du kan variera ljusets våglängd  $\lambda$  och spaltbredden  $b$ .

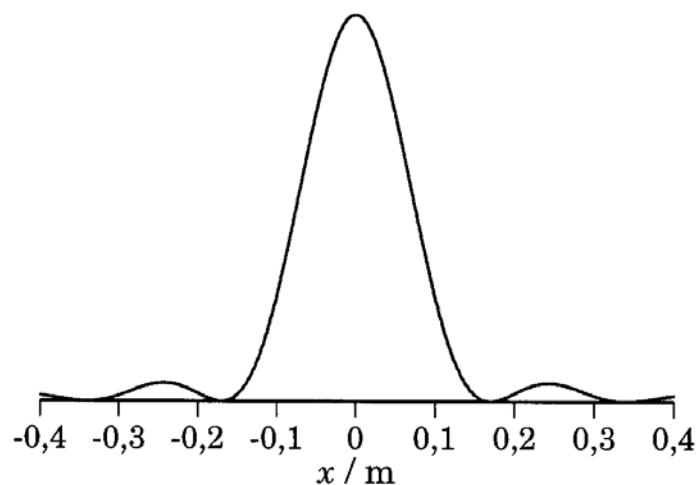
a) Välj den största våglängden och en spaltbredd som är hälften av den maximala. I vilka vinklar blir ljusintensiteten noll?

b) Välj våglängden  $\lambda = 550$  nm. Hur stor ska spaltbredden  $b$  vara om centralmaximumet ska sträcka sig från  $-45^\circ$  till  $+45^\circ$ ?

c) Beskriv och förklara vad som händer när du låter spaltbredden  $b$  gå mot sitt minimala värde (och  $\lambda$  fortfarande är lika med 550 nm).

2. Ljuset från en kvicksilverlampa passerar ett filter där alla våglängder utom 546,1 nm absorberas. Det ljus som passerar filtret görs parallellt med hjälp av en lins och skickas genom en spalt. På en skärm 7,00 m från spalten studeras böjningsmönstret, se figur 1. Utnyttja figuren för att så noggrant som möjligt bestämma spaltens bredd,  $b$ .

Svar:  $b = 22,6 \mu\text{m}$  (Beroende på mätningen kan svaret variera ca  $0,5 \mu\text{m}$ )



**Figur 1** Ljusets intensitetsfördelning på en skärm efter böjning i en spalt.

**3.** En gul He-Ne laser ( $\lambda = 594 \text{ nm}$ ) belyser en cirkulär öppning. På en skärm 5,00 m från öppningen studeras böjningsmönstret. Den femte mörka ringen, räknat från centrum, har diametern 10,5 cm. Bestäm den cirkulära öppningens storlek.

Svar: 0,297 mm

**4.** Parallellt ljus från en laser med våglängden 632,8 nm infaller mot ett antal spalter. Alla spalterna har samma bredd och är placerade på samma inbördes avstånd ifrån varandra. Intensitetsfördelningen på en skärm 10,0 m bort visas i figur 2.

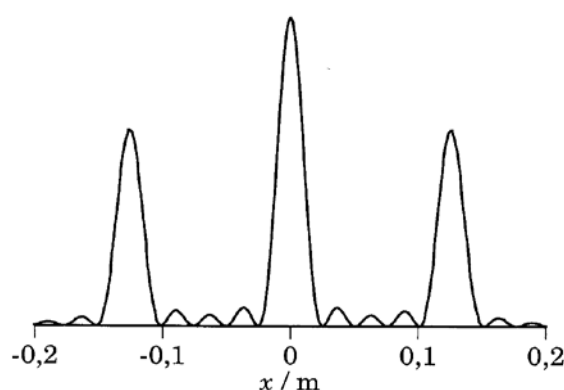
**a)** Hur många spalter har belysts?

**b)** Hur stort är avståndet mellan spalterna?

**c)** Vad händer med intensitetsfördelningen om en av ytterspalterna täcks över? Skissa en figur liknande den nedan.

**d)** Hur mycket lägre blir centraltoppen i c-uppgiften jämfört med figuren nedan?

Svar: b) 50  $\mu\text{m}$ , d) Den minskar med 36 %.



**Figur 2** Intensitetsfördelningen då ljuset från flera spalter får interferera. Varje spalt ger dessutom upphov till ett böjningsmönster, vilket framgår av figuren.

## Utförande

### Uppgift 1 Mätning av små sträckor

Genom att belysa olika föremål med en laser kan deras storlek bestämmas. Du ska använda en röd He-Ne laser som har våglängden 632,8 nm.

**a)** Bestäm bredden på en spalt.

**b)** Bestäm radien på en tråd.

**c)** Bestäm diametern på en cirkulär öppning.

**d)** Bestäm avståndet mellan spaltöppningarna i en dubbelspalt.

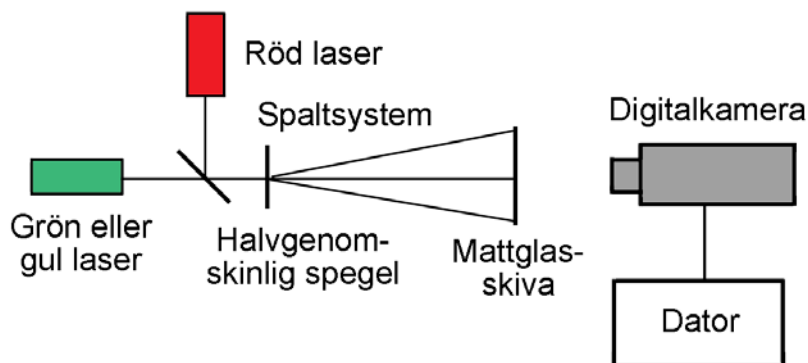
**Observera** att du ska mäta så noggrant du kan! Utnyttja så stor del av tavlan som möjligt och mät från min till min eller max till max på vardera sidan om centralmaximumet.

## Uppgift 2 Bestämning av våglängd

Använd ljuset från en röd He-Ne laser ( $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ ) och ett valfritt gitter (med okänd gitterkonstant,  $d$ ) för att bestämma våglängden som en diodlaser avger. Hur relaterar gitterkonstanten  $d$  till antalet "linjer per millimeter" som ofta är angivet på ett gitter?

## Uppgift 3 Anpassning till teoretiskt genererat interferensmönster

Du ska nu undersöka böjnings- och interferensmönster med hjälp av en digitalkamera kopplad till en dator. Se figur 3.



**Figur 3** Experimentuppställning för upptagning av böjnings- och interferensmönster med en digitalkamera.

Datorn har ett program som hämtar bilden från digitalkameran. Du använder sen ett annat program för att jämföra din bild med ett teoretiskt böjnings- och interferensmönster. I programmet kan du variera spaltbredd, spaltavstånd och antal spalter och anpassa en teoretisk kurva till kameraupptagningen.

**a)** Belys spaltsystemet med den röda lasern ( $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ ) och ta in bilden i datorn. Jämför med det teoretiska mönstret och bestäm spaltvidd, spaltavstånd och antal spalter.

**b)** Belys det nu bestämda spaltsystemet med en grön laser. Jämför med det teoretiska mönstret och bestäm våglängden för den gröna lasern.

## Uppgift 4 – Hemuppgift att redovisa i rapporten - Datorsimulering av böjning och interferens

**a)** Gå till adressen:

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=129.0>.

Här ser du intensitetsmönstret på en skärm placerad framför spaltsystem med  $N$  stycken spalter. Spalterna har varierbar bredd  $b$  och spaltavståndet  $d$  och våglängden  $\lambda$  kan varieras. När du varierar någon av dessa storheter ser du hur det kombinerade böjnings- och interferensmönstret ändrar sig. Du ska först studera en dubbelspalt, dvs.  $N = 2$ . Sätt spaltbredden till  $50 \mu\text{m}$  och variera spaltavståndet. Hur många interferensmaxima ryms inom böjningens

centralmaximum för spaltavstånden  $100\ \mu\text{m}$  respektive  $300\ \mu\text{m}$ ?

**b)** Låt nu spaltavståndet vara konstant lika med  $100\ \mu\text{m}$  medan du varierar spaltbredden. Beskriv vad som händer när spaltbredden ändras från  $50\ \mu\text{m}$  till  $20\ \mu\text{m}$ .

**c)** Behåll spaltbredden  $20\ \mu\text{m}$  och låt spaltavståndet vara konstant lika med  $100\ \mu\text{m}$  medan du ändrar antalet spalter. Beskriv vad som händer när du ökar antalet spalter från 2 till 5. Hur ser intensitetsmönstret ut när  $N \rightarrow \infty$ ?