

# Rapportutkast 1

Anton Lindbro

13 december 2024

**Sammanfattning**

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Teori</b>	<b>4</b>
2.1	interferens . . . . .	4
2.2	Diffraction . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Utförande</b>	<b>6</b>
3.1	Experiment uppställning . . . . .	6
3.2	Spaltbredd hos enkelspalt . . . . .	7
3.3	Intensitets kvot hos enkelspalt . . . . .	7
3.4	Spaltavstånd och spaltbredd hos dubbelspalt . . . . .	7
3.5	Kvadruppelspalt . . . . .	8
3.6	Diffraction från cirkulärt hål . . . . .	8
3.7	Reflektionsgitter . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Resultat</b>	<b>10</b>
4.1	Spaltbredd hos enkelspalt . . . . .	10
4.2	Intensitets kvot hos enkelspalt . . . . .	11
4.3	Spaltavstånd och spaltbredd hos dubbelspalt . . . . .	11
4.4	Kvadruppelspalt . . . . .	12
4.5	Diffraction från cirkulärt hål . . . . .	13
4.6	Reflektionsgitter . . . . .	14
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>14</b>



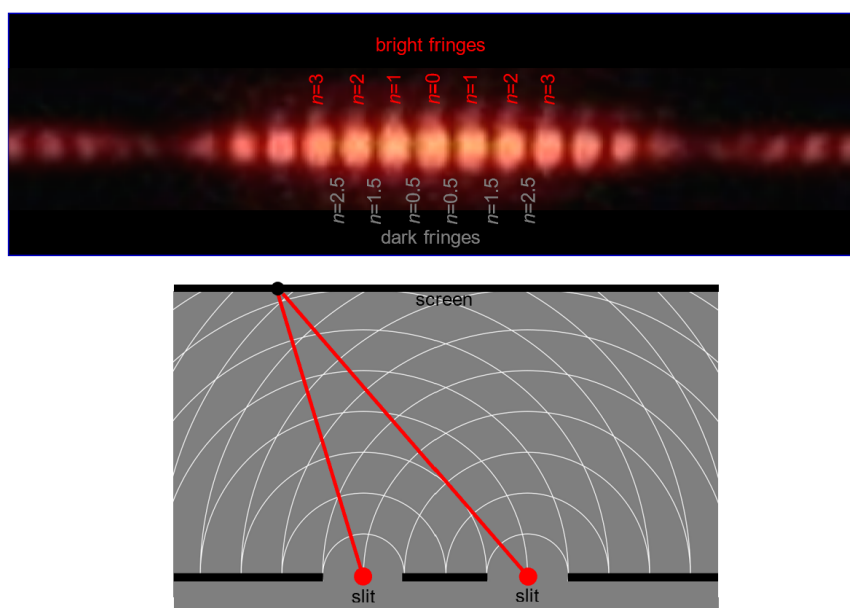
# 1 Inledning

Sedan tidigt 1900-tal har vi vetat att ljus är både en våg och en partikel och uppvisar därmed egenskaper som tyder på båda formerna av existens. I denna laboration har ljusets vågegenskaper undersökts närmare. Diffraction och interferens är två av dessa vågegenskaper som ljus uppvisar, dessa fenomen stöter man på i dom mest alldagliga sammanhang, det fina färgerna som syns på en såpbubblas yta eller den anti-reflexiva beläggningen på dina glasögon båda dessa är exempel på interferens. Diffraction används också kanske inte lika mycket längre som det brukade men CD och DVD skivor använder sig av diffraction för att läsa av informationen på skivorna. (OpenCourseWare, 2011)

## 2 Teori

### 2.1 interferens

Interferens är ett fundamentalt fenomen inom vågoptiken. Interferens uppstår när två eller fler koherenta ljusvågor superponeras. Beroende på fasan hos dessa vågor förstärker eller försvagas det resulterade ljuset, detta skapar ett interferens mönster. (Hecht, 2017)



Figur 1: Exempel på interferens mönster

Hean, 2023

De ljusa och mörka punkterna motsvara punkter där de båda ljuvågorna är antingen i fas eller ur fas. När vågorna är ur fas släcker dom utvarandra och det bildas mörka punkter medans när vågorna är i fas förstärker dom varandra och vi får ljusa punkter. Ovan figur är ett exempel på Youngs dubbelspalt experiment som på 1800-talet var med och påvisade ljusets vågegenskaper. (Hecht, 2017)

Det finns en mycket enkel formel för interferens maxima

$$d \sin \theta = m\lambda \quad (1)$$

Där  $d$  är avståndet mellan spalterna,  $\theta$  är vinkeln mot mittpunktsnormalen som en linje mellan punkten du studerar och en av dina spalter bildar,  $m$  är ett heltal och  $\lambda$  är ljusets våglängd. Denna formeln kan härledas från fasskillnaden hos två vågor.

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta \quad (2)$$

(Nordling och Österman, 2006)

För att få maxima bör fasskillnaden vara ett jämnt tal gånger pi då är vågorna i fas.

$$\frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta = 2m\pi \quad (3)$$

$$d \sin \theta = \frac{\lambda}{2\pi} 2m\pi \quad (4)$$

$$d \sin \theta = m\lambda \quad (5)$$

## 2.2 Diffraction

Likt interferens är diffraction också ett vågfenomen som bildar intressanta mönster. Diffraction uppstår dock istället på grund av ett hinder i vågens väg, t.ex en spalt. Diffraction kan alltså uppstå från en ensam våg som stöter på ett hinder. Diffractions mönstret är också beroende på vad det är för typ av hinder och det kommer undersökas närmare i denna rapport. I fallet där vi har en enkelspalt har vi en formel för diffractions minimum.

$$b \sin \theta = m\lambda \quad (6)$$

(Nordling och Österman, 2006)

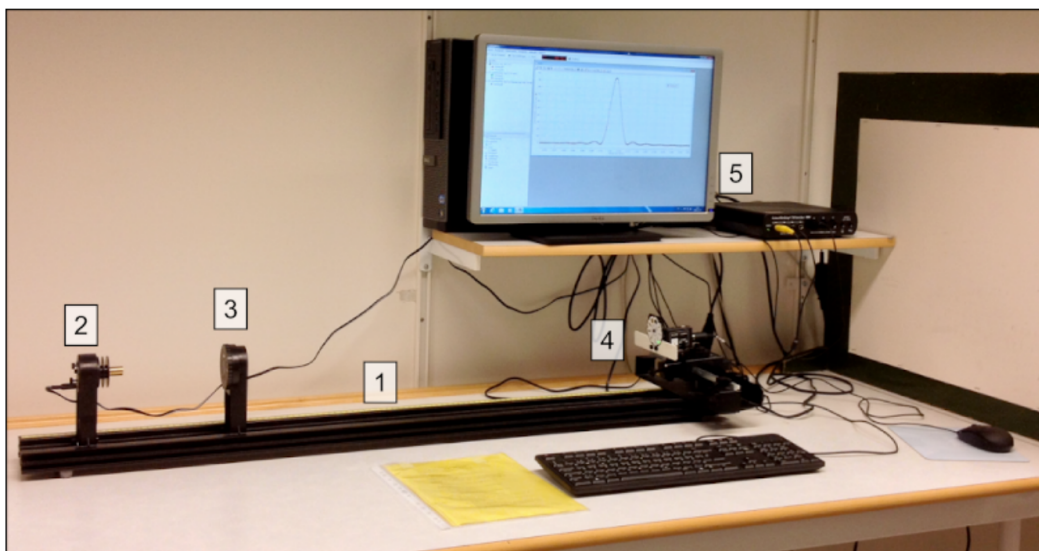
Denna formeln är mycket lik formeln för interferens maximum men istället för spaltavståndet så är  $b$  spaltbredden.

## 3 Utförande

### 3.1 Experiment uppställning

Experiment 1-4 använder sig av samma uppställning som beskrivs nedan, för experiment 5 och 6 beskrivs uppställningen under respektive rubrik.

Uppställningen består av, en diod laser(2), ett spalttset(3), en ljusintensitets mätare på släden tillsammans med en positions mätare(4) samt ett digitalt interface för att koppla sensorerna till datorn(5). Dessa komponenter utom 5 är monterade på en optiskt bänk (1). Lasern var en grön laser med våglängden 532 nm.



Figur 2: Bild av experimentuppställning (från labbhandledning)

Mätningarna görs genom att en spalt i spalttsetet väljs, lasern sätts på och släden med intensitets mätare dras från ena sidan till den andra. Detta ger upphov till mätpunkter med intensitet och position.

Innan mätningarna börjar behövs intensitets sensorn kalibreras. Sensorn ger relativa värden i form av procent så sensorn kalibreras med två värden, ett minimum värde och ett maximum värde. Dessa värdena fås genom att ta ett värde med lasern avstängd och ett med lasern påslagen och sensorn i maximum för den spalten eller annat som används.

### 3.2 Spaltbredd hos enkelspalt

I detta experiment mäts diffraktions mönstret för en enkelspalt, för att sedan ta fram spaltbredden för denna spalt. Mätningarna görs enligt proceduren ovan. För att sedan plocka fram spaltbredden ur den uppmätta datan, används ekv.6. För att kunna använda denna formeln behöver vi hitta vinkeln för ett minimum, detta görs genom att hitta positionen för maximum och sedan positionen för minimum och subtrahera dessa. Denna längden delas sedan med avståndet mellan spalten och sensorn för att få sinus värdet av vinkeln, sedan använder vi  $\sin \theta \approx \theta$  och får då spaltbredden  $d$ .

$$d = \frac{m\lambda}{\sin(\frac{s}{D})} \quad (7)$$

Änvänds första diffraktions minimum sätts  $m = 1$ ,  $s$  är avståndet till minimat och  $D$  är avståndet mellan spalten och sensorn.

### 3.3 Intensitets kvot hos enkelspalt

I detta experiment används datan från ovan mätning för att ta fram intensitets kvoten mellan mitten maximat och första maximat. Intensiteten för en enkelspalt ges av.

$$I = I_0 \left( \frac{\sin \frac{\beta}{2}}{\frac{\beta}{2}} \right)^2 \quad (8)$$

Där  $\beta = \frac{2\pi}{\lambda} b \sin \theta$  och  $I_0$  är intensiteten för mitten maximat. Detta innebär att intensitets kvoten ges av den kvadrerade kvoten till höger om  $I_0$ . Det teoretiska värdet ges alltså av  $\left( \frac{\sin \frac{\beta}{2}}{\frac{\beta}{2}} \right)^2$ . För att erhålla ett uppmätt värde dividerar vi värdet för första maximat med toppvärdet.

### 3.4 Spaltavstånd och spaltbredd hos dubbelspalt

Likt experiment 1 och 2 gör även här en mätning av ljusintensiteten som funktion av positionen och ett mönster erhålls. Här återfinns både diffraktion och interferens därför kan vi använda formlerna för interferens maximum och diffraktions minimum för att bestämma spaltbredd och spaltavstånd. Även här används grafen för att bestämma vinkel för interferens maximum och diffraktions minimum  $d$  och  $b$  löses ut ur ekv.1 och 6 respektive vinkel från mätningarna sätts in för att erhålla värden.

### 3.5 Kvadruppelspalt

Här byter vi ut dubbelspalten till en kvadruppelspalt och gör mätning likt ovan experiment. Det erhållna mönstret observeras.

### 3.6 Diffraction från cirkulärt hål

Uppställningen förändras nu något, laser byts ut till en laser med våglängden 650 nm och släden med ljusmätaren plockas bort. Istället för spalter väljer vi nu ett cirkulärt hål. Den röda lasern lyser genom hålet och det erhållna diffraktions mönstret observeras med hjälp av ett papper. På pappret ritas mönstret av. Avståndet mellan mitten och första minimat mäts. Diametern av det cirkulära hålet erhålls sedan med följande formel

$$D = 1.22 \frac{\lambda}{\sin \theta} \quad (9)$$

Där vinkeln  $\theta = \frac{s}{d}$  där s är avståndet mellan mitten och minimat och d är avståndet mellan hålet och pappret när mönstret ritades av.

### 3.7 Reflektionsgitter

Här bytas det cirkulära hålet från experiment 5 till ett reflektionsgitter.



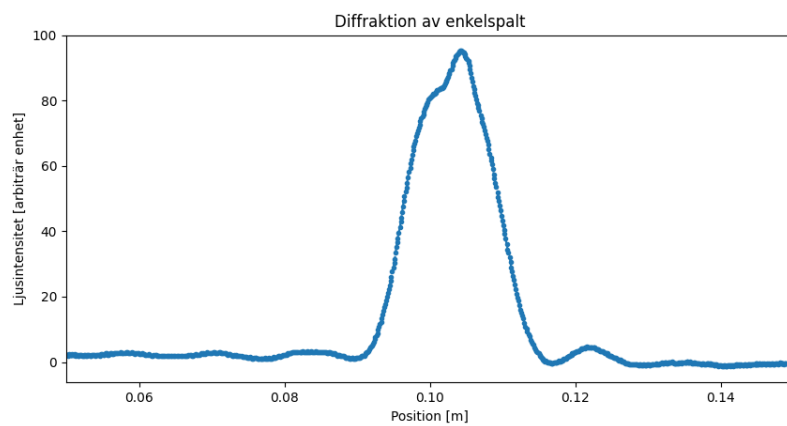


Figur 3: Reflektionsgitter

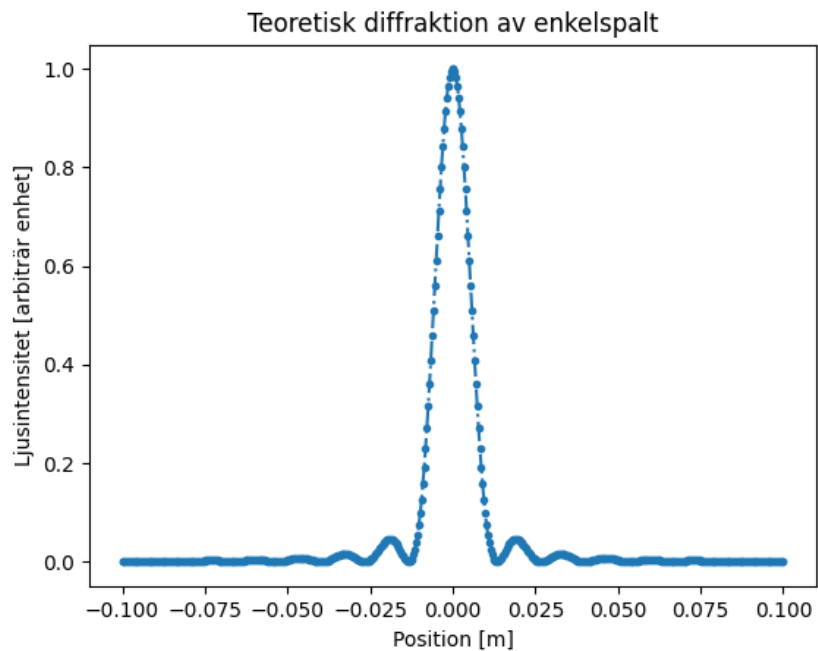
Vinkeln för de reflekterade strålarna mät med hjälp av gradskivan och ekv.1 kan även här användas för beräkna avståndet mellan ritsarna då vi har normalt infall.

## 4 Resultat

### 4.1 Spaltbredd hos enkelspalt



Figur 4: Uppmätt diffraktions mönster från enkelspalt



Figur 5: Teoretiskt diffraktions mönster från enkelspalt

Tabell 1: Spaltbredd hos enkelspalt

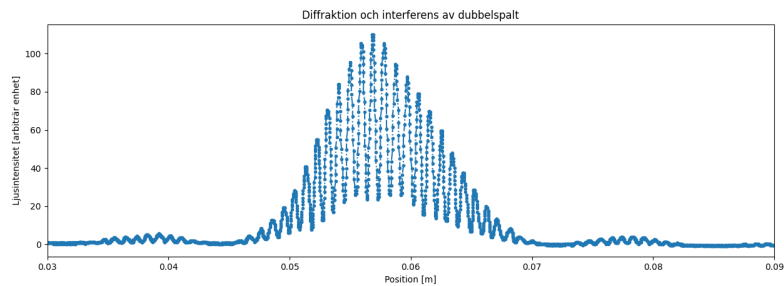
Uppmätt	Faktisk
0,039 mm	0,04 mm

Tabell 2: Intensitetskvot

Uppmätt	Teoretisk
0,04	0,04

## 4.2 Intensitets kvot hos enkelspalt

## 4.3 Spaltavstånd och spaltbredd hos dubbelspalt

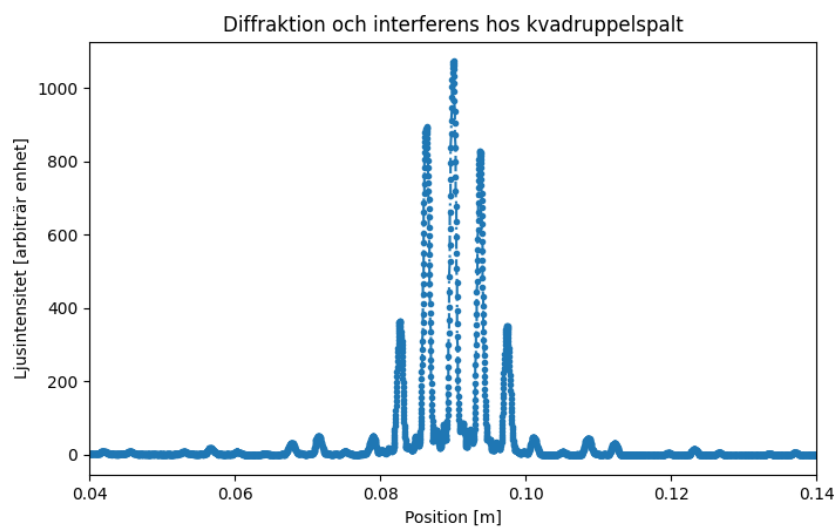


Figur 6: Uppmät diffractions mönster från dubbelspalt

Tabell 3

	Uppmätt	Faktiskt
Bredd	0,032 mm	0,04 mm
Avstånd	0,5 mm	0,5 mm

## 4.4 Kvadruppelspalt

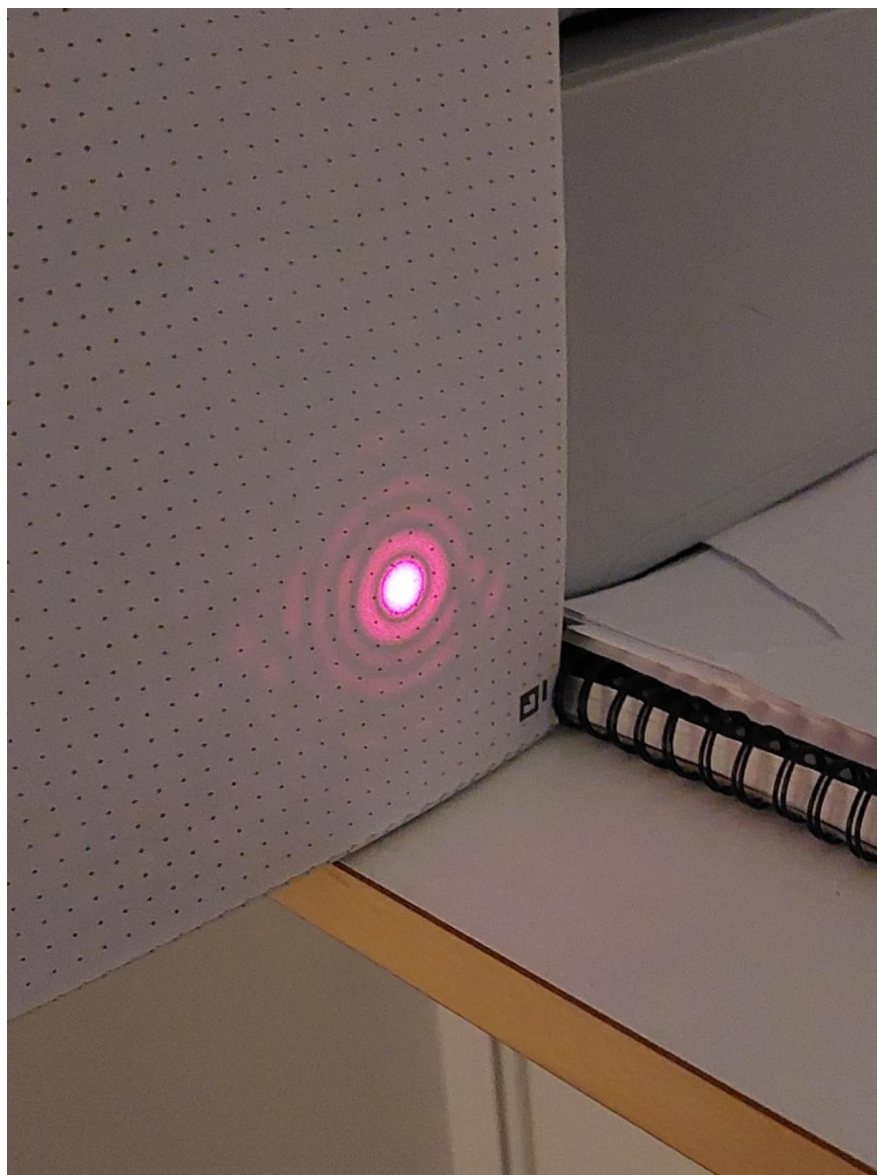


Figur 7: Uppmätt diffraktions mönster från kvadruppelspalt

Tabell 4: Diametern hos cirkulärt hål

Uppmätt	Faktisk
0,44 mm	0,5 mm

#### 4.5 Diffraction från cirkulärt hål



Figur 8: Diffractions mönster från cirkulärt hål

## 4.6 Reflektionsgitter

Erhållen gitterkonstant 1260

## 5 Diskussion

De stora felkärllorna, använde oss av fel öppning för ljusensorn i de första mätningarna, pga icke kontinuerlig mätning var det i vissa fall svårt att hitta det faktiska max eller minvärdet samt deras positioner.

## 6 Slutsats

Jag som är intresserad av astronomi kommer använda interferens mycket i form av interferometrar, de används i många olika precis mättnings sammanhang. Diffraction används som sagt i DVD skivor m.m

Kommentar: Mycket kvar att göra men detta är en första draft så ge mig all kritik ni kan tänka er.

## Referenser

- Hean, C. K. (2023). Double Slit Interference Pattern [Accessed: 2024-12-12]. <https://xmphysics.com/2023/01/02/10-3-1-double-slit-interference-pattern-3/>
- Hecht, E. (2017). *Optics* (5th). Pearson Education.
- Nordling, C., & Österman, J. (2006). *Physics handbook for science and engineering* (8., [rev.] ed.). Studentlitteratur.
- OpenCourseWare, M. (2011). 6.007 Lecture 28: Diffraction and Holography [Accessed: 2024-12-12]. [https://ocw.mit.edu/courses/6-007-electromagnetic-energy-from-motors-to-lasers-spring-2011/resources/mit6\\_007s11\\_lec28/](https://ocw.mit.edu/courses/6-007-electromagnetic-energy-from-motors-to-lasers-spring-2011/resources/mit6_007s11_lec28/)