7. 2 Ljus – Nanovärldens linjal

Diffraktion skapar inte bara intressanta visuella effekter som prickar på en skärm, det är även ett kraftfullt verktyg för att mäta mycket små föremål. Fastän fenomenet har varit känt i flera århundranden, är det speciellt intressant idag. Eftersom mer och mer teknologi förlitar sig på mikro- och nanometer stora partiklar – för små för att se med ett vanligt mikroskop. Genom att förstå diffraktion och interferens av ljusvågor samt använda dem smart, kan vi inte bara titta in i den mikroskopiska världen, vi kan manipulera föremål i den.

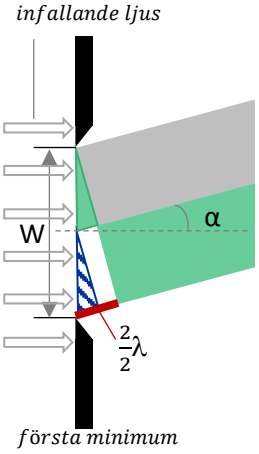
Bra att komma ihåg

- Ljusdiffraktion och -interferens kan användas för att göra noggranna mätningar på mycket små föremål, i storleksordningen mikrometer.
- Diffraktionsmönstret kan även avslöja materialets 3-dimensionella atomstruktur.
- Två föremål med komplementära öppningar (där den ena är genomskinlig och den andra är opak samt vice versa) ger upphov till samma diffraktionsmönster. Det här kallas för Babinets princip.

Hur det fungerar …

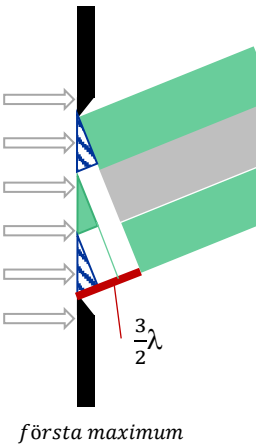
I Thomas Youngs experiment med dubbelspalten, interfererar ljuset som passerar igenom den ena spalten med ljuset som passerar igenom den andra spalten. Men om det bara finns en spalt – vad interfererar ljuset som passerar igenom med då?

I själva verket **interfererar ljuset bara med sig själv**. Om du jämför storleken på spalten med laserljusets våglängd kommer du att se att spalten är grovt 100 gånger större. Så du kan kanske föreställa dig att ljuset från en punkt av spalten interfererar med ljus från en annan punkt i spalten. Men hur kan vi veta utseendet på diffraktionsmönstret från en enkelspalt kommer att se ut?



I fallet med en enkelspalt är det lättare att förklara de mörka prickarna först, där diffraktions-mönstret har sitt **minimum.** I övre högra bilden är ljuset från nedre spaltkanten bara en våglängd före ljuset från toppen. Om man delar in ljuset i två delar, som du kan se, för varje punkt i den övre delen av strålen finns det en motsvarande punkt i den nedre delen av strålen, med en förskjutning på en halvvåglängd. Så allt ljus i överdelen vill interferera destruktivt med ljuset i nedre delen. I den här riktningen kan du således se första minimum i diffraktionsmönstret. Om ljuset i den nedre kanten av spalten är 2, 3, … våglängder framför ljuset i den övre kanten, sker samma sak – i de här riktningarna syns inget ljus på skärmen.

Å andra sidan, om ljuset från nedre kanten är 3/2 våglängder framför vill en tredjedel av strålen inte interferera destruktivt med resterande delen och du kommer att se första **maximum** i diffraktions-mönstret. Om du behöver, kan du beräkna diffraktionsvinkeln α_m för m^{te}ordningen minimum med $\boldsymbol{m\lambda = w\sin(\alpha_m)}$, där w är bredden av spalten och λ är ljusets våglängd. För maximum, likaväl, är formeln lite mer komplicerad: $\boldsymbol{(2m+1)\lambda/2 = w\sin(\alpha_m)}$.



… och hur det används för att rädda liv.

Några sjukdomar kan ändra form och storlek på de röda blodcellerna hos en persons. Blodet kan inte längre transportera tillräckligt med syre, vilket kan leda till döden för patienten. För att läkarna ska hinna hitta och reagera i tid på problemet använder sig de av både diffraktion och Babinets princip: Modern medicinsk utrustning jämför diffraktions-mönstret från ett litet prov av röda blodceller med hål i en platt (som har optimal rund form och storlek). Om det finns någon anomali kan det omedelbart identifieras med att det finns en skillnad i diffraktionsmönstret.