

Vågor och osäkerhet

Heisenbergs osäkerhetsrelation säger att det finns en gräns för hur noggrant det går att bestämma en partikels läge och hastighet på samma gång. Om läget observeras tillräckligt noga blir hastigheten (eller rörelsemängden) sämre definierad. När det gäller fenomen som kan beskrivas som vågor är detta inget ovant.

AV JOHAN JARNESTAD OCH ANNA DAVOUR

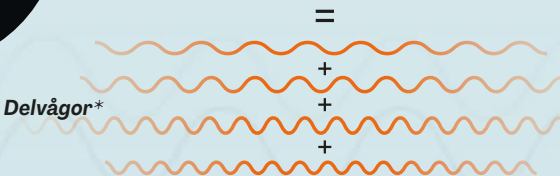
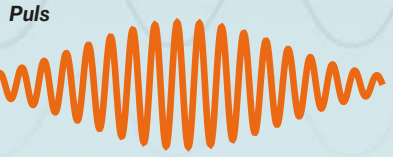


En gren av matematiken som kallas fourieranalys visar att vilken funktion som helst kan översättas till en summa av regelbundna vågor (sinusfunktioner) som har olika styrka (amplitud), våglängd och förskjutning i sidled (fas). Detta används i ljud- och bildbehandling, där olika frekvenser kan filtreras bort för att ge olika effekter.

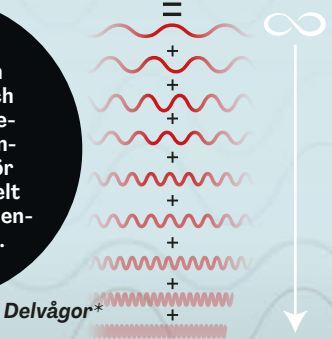
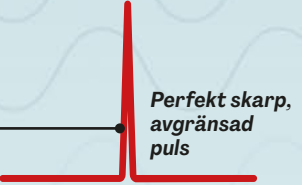
En ren våg med en perfekt välbestämd våglängd kan inte ha någon början eller något slut. Våglängd är relaterad till energi och rörelsemängd, som då är bestämd. Men läget är oändligt utspritt.

Våg med perfekt, välbestämd våglängd

För att skapa en avgränsad puls behövs delvågor som har olika våglängd och därmed motsvarar olika energier.



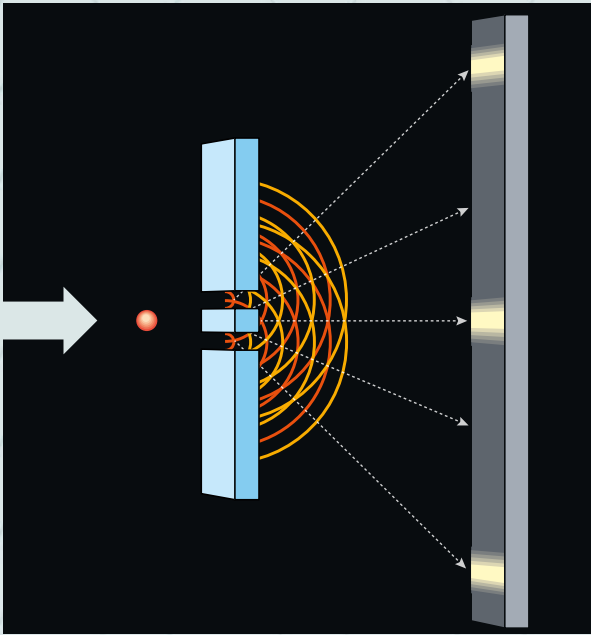
För att skapa en perfekt skarp och avgränsad puls behövs oändligt många våglängder. För att läget ska bli helt bestämt blir alltså energin helt okänd.



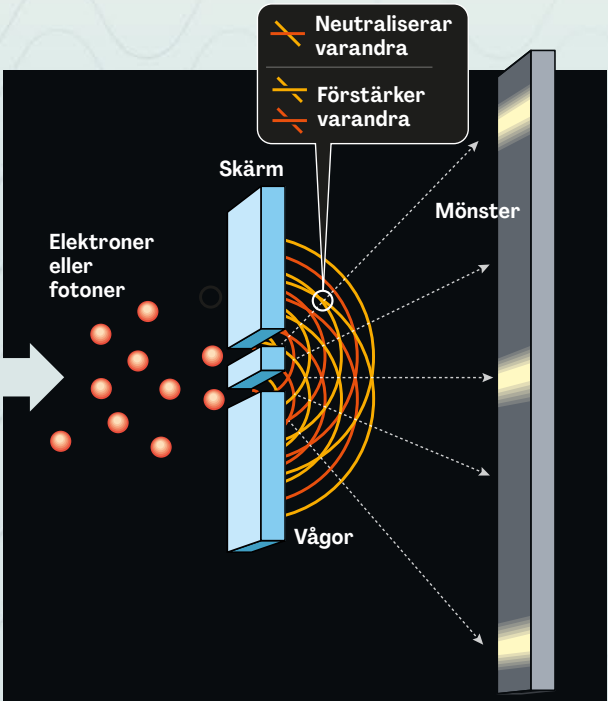
*Utseendet på delvågorna har förenklats.

Dubbelspaltexperimentet

Redan 1803 gjorde läkaren och fysikern Thomas Young ett experiment som visade att ljus fungerar som en våg. Han sände ljus mot en skärm med två smala öppningar (spalter). På väggen bakom skärmen syntes ett mönster av ljusa och mörka fransar. Ljusbågorna spred sig från spaltöppningarna och interfererade med varandra. Liknande experiment går att göra med vattenvågor.



Om experimentet sätts upp så att forskaren kan registrera vilken spalt partikeln går igenom fungerar det inte längre. Nu går partikeln alltid bara genom en spalt. Inget interferensmönster uppstår. Det går alltså inte att se elektronens eller fotonens partikelnatur och vågnatur i samma försök.



Lite mindre väntat är kanske att mönstret uppträder även med elektroner. Kanske ännu mer oväntat är att det fungerar om bara en partikel i taget skickas mot skärmen. När man registrerar var på väggen varje partikel träffar uppstår efter ett tag samma interferensfransar. Betyder det att varje partikel på något sätt går genom båda spalterna?

