

Aaltohiukkasdualismi

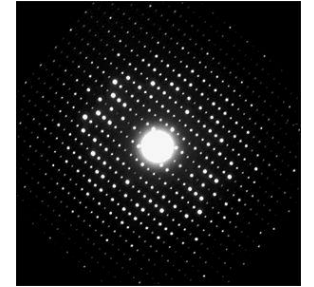
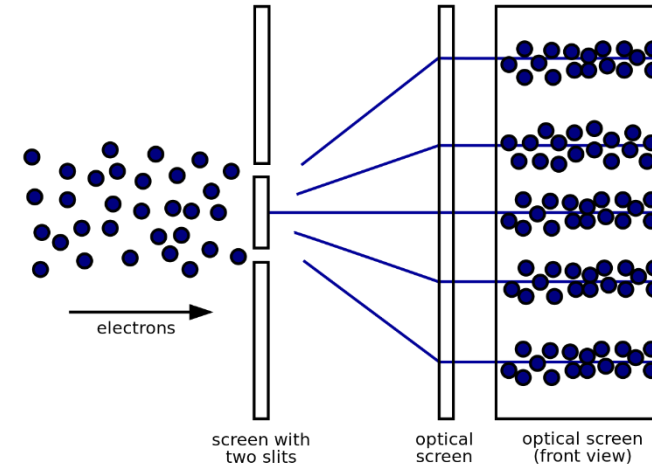
- Sähkömagneettisella säteilyllä ja aineella on molemmilla sekä aaltoliikkeen, että hiukkasten ominaisuuksia
- Valon duaalinen luonne
 - Aaltomalli
 - Interferenssi ja diffraktio (kaksoisrakokoe, hilat)
 - Polarisaatio
 - Suureita: Aallonpituus, amplitudi ja taajuus
 - Hiukkasmalli
 - Valosähköinen ilmiö
 - Mustan kappaleen säteily
 - Comptonin sironta
 - Suureita: Fotonin liikemäärä ja energia

Aaltohiukkasdualismi

- Hiukkasten duaalinen luonne

- Aaltomalli

- Elektronien (tai muidenkin hiukkasten) käyttäytyminen kaksoisrakokokeessa. Kyseessä on interferenssi ja diffraktioilmiö.
 - Elektronien sironnassa syntyy interferenssikuvio.
 - Interferenssikuvio muodostuu vaikka elektronit saapuisivat kaksoisrakoon yksitellen!

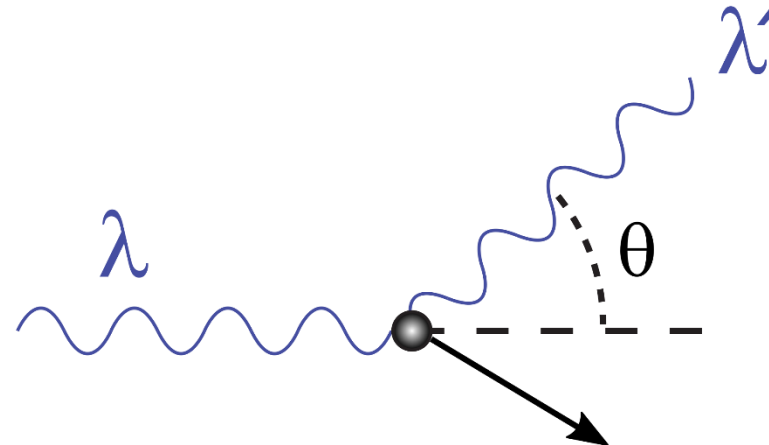


- Hiukkasmalli

- Hiukkasten törmäykset noudattavat Newtonin mekaniikkaa (kuten esim. biljardipallot)
 - Elektronit etenevät sähkö- ja magneettikentissä kuten varatut hiukkaset

Comptonin sironta

- Sähkömagneettinen säteily (fotonit) menettää energiaa vuorovaikuttaessaan (törmätessään) väliaineen elektroneihin
- Klassisen aaltomallin mukaan näin ei pitäisi tapahtua
- Selitys hiukkasmallin avulla:
- Fotoni menettää osan energiastaan elektronin liike-energiaksi
 - Fotonin suunta muuttuu
 - Fotonin energia pienenee
 $\Rightarrow$ aallonpituus kasvaa



Aineen aaltoluonne

- De Broglie: aaltohiukkasdualismi koskee myös muitakin hiukkasia kuin valon fotoneja
- Hiukkasta voidaan kuvata aaltona, aallonpituus λ
- Hiukkasjoukon etenemistä voidaan kuvata *aaltofunktioilla*
- Aaltofunktion aallonpituus $\lambda = \frac{h}{p}$

t. 3-8, s. 33

Protonin ($m = 1,6726231 \cdot 10^{-27}$ kg) de Broglien aallonpituus on

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6,6260755 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{1,6726231 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 1,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}} \approx 4,0 \cdot 10^{-13} \text{ m} = 0,40 \text{ pm}$$

Aineen rakenteen tutkiminen

- Optisen mikroskoopin erotuskykyä rajaa valon aallonpituus
 - Parhaimmillaan n. 1000-kertainen suurennos
 - Ei riitä aineen rakennetutkimukseen
- Aineen rakennetta tutkitaan tyypillisesti sirontakokein
 - *Elektronimikroskopian* perustana de Broglien aaltoteoria
 - Valon sijasta käytetään elektronisuihkua
 - Kiihdytys sähkökentillä, ohjaus magneettikentillä (ns. magneettilinssi)
 - Jopa miljoonakertainen suurennos
- Aineen kiderakenteen tutkimuksessa hyödynnetään hiukkassuihkun (elektronien tai ns. *termisten neutronien*) diffraktiota