

# FY 7 Aineen rakenteen tutkimusmenetelmät

Tapio Hansson

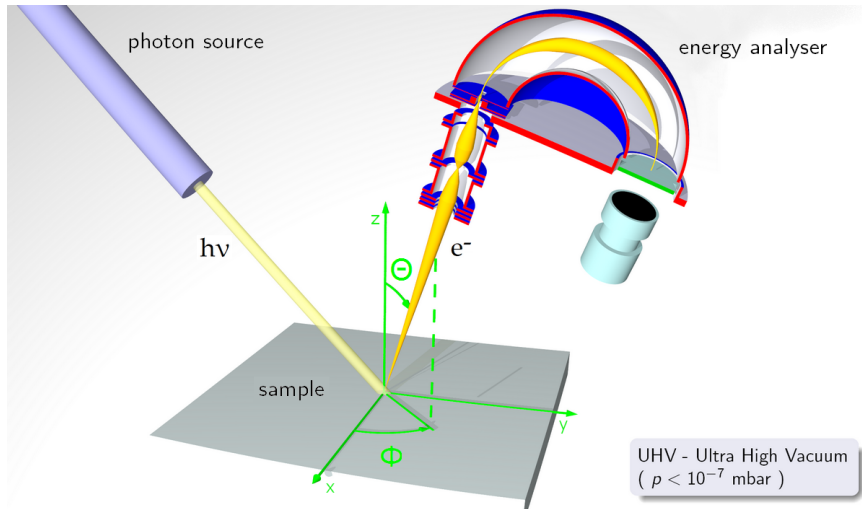
# Aineen rakenteen tutkimusmenetelmiä

- ▶ Mikroskopia
  - ▶ Linsseillä optisesti suurennettu kuva kohteesta.
  - ▶ Elektronimikroskoopissa sm-linsseillä suurennettu kuva.
- ▶ Spektroskopia
  - ▶ Röntgen-, UV-, infrapunaspektroskopia
  - ▶ NMR-spektroskopia
  - ▶ Elektronispektroskopia
- ▶ Röntgen- ja elektronidiffraktio
- ▶ Hiukkaskiihdyttimien törmäyskokeet

# Spektroskopiati

- ▶ Spektroskopian perusideana on tutkittavan kohteen lähettämän säteilyn aallonpituusjakauman selvittäminen.
- ▶ Esimerkiksi Auringon valo voidaan jakaa spektriin ja tutkia sen perusteella Auringon koostumusta.
- ▶ Aine lähettää sähkömagneettista säteilyä hyvin monenlaisista syistä, joten spektroskopioiden kirjo on varsin laaja.
- ▶ Elektronispektroskopiassa tutkitaan aineesta irtoavien elektronien energioita.
- ▶ Elektroneja voidaan irrottaa esimerkiksi sähkömagneettisella säteilyllä, tai ampumalla muilla elektroneilla.

# Fotoelektronispektroskooppi



kuva: public domain

# Röntgensäteily

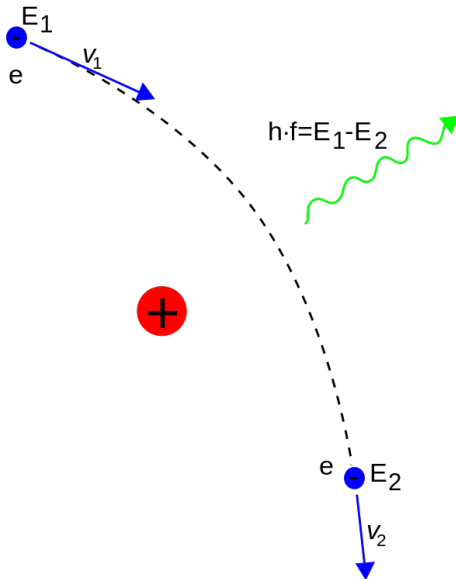
- ▶ Röntgensäteily on sähkömagneettista säteilyä, joka on spektrissä UV:n ja gammasäteilyn välissä.
- ▶ Röntgensäteilyä syntyy ns. jarrutussäteilynä, jota syntyy kun varattu hiukkanen hidastuu. Tällöin hiukkasen liike-energia vapautuu sähkömagneettisena säteilynä.
- ▶ Röntgensäteilyä voi syntyä myös atomin viritystilan purkautumisesta.
- ▶ Säteily on läpitukevaa, minkä ansiosta sitä voidaan käyttää mm. lääketieteellisessä kuvantamisessa.
- ▶ Röntgensäteily on ionisoivaa, eli suurina annoksina se on haitallista eliöille.
- ▶ Wilhelm C. Röntgen löysi säteilyn vuonna 1895.

# Ensimmäinen Röntgen-kuva

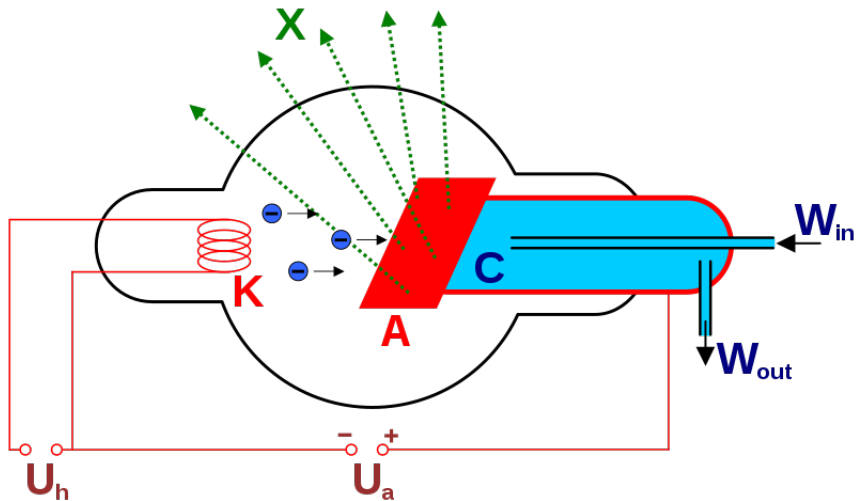


kuva: public domain

# Jarrutussäteily

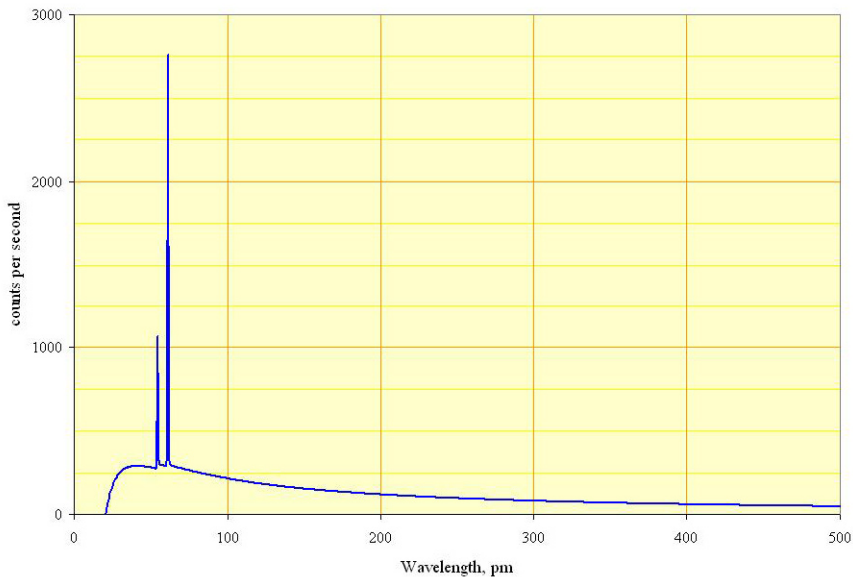


# Röntgen-putki





# Rhodiumkohtion röntgenspektri



kuva: public domain

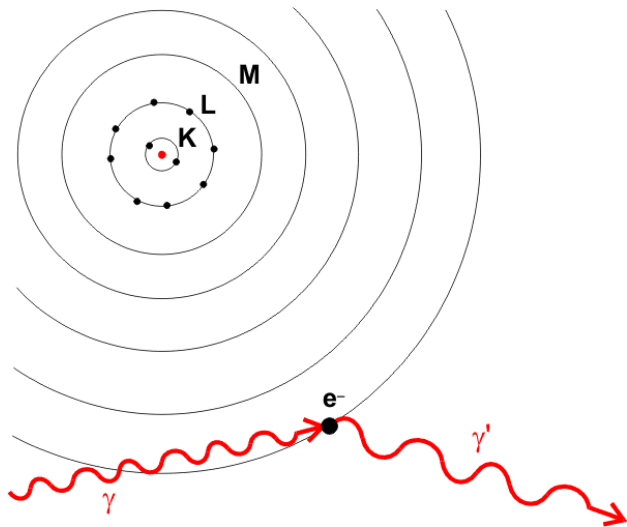
# Röntgenspektri

- ▶ Röntgenputkesta mitattava spektri koostuu tyypillisesti muutamasta erittäin terävästä piikistä, sekä verrattain tasaisesta taustasta.
- ▶ Piikit ovat anodimateriaalista riippuvaa *karakteristista säteilyä* (ominaissäteilyä). Sen aallonpituus riippuu kohdeaineen elektronirakenteesta.
- ▶ Matalamman intensiteetin tausta on ns. *jarrutussäteilyä*, mikä muodostuu, kun kiihdytetyt elektronit pysähtyvät nopeasti törmätessään kohdemateriaaliin.
- ▶ Aallonpituuden alaraja riippuu kiihdytysjännitteestä. Rajalla kaikki liike-energia muuttuu yhden fotonin energiaksi.

$$Q_e U = \frac{hc}{\lambda_0} \quad \Leftrightarrow \quad \lambda_0 = \frac{hc}{U Q_e}$$

## Comptonin sironta ilmenee röntgensäteilyllä

Comptonin sironta oli tärkeässä roolissa valon luonteen selvittämisessä. Ilmiö selittyy vain valon hiukkasominaisuuksilla.



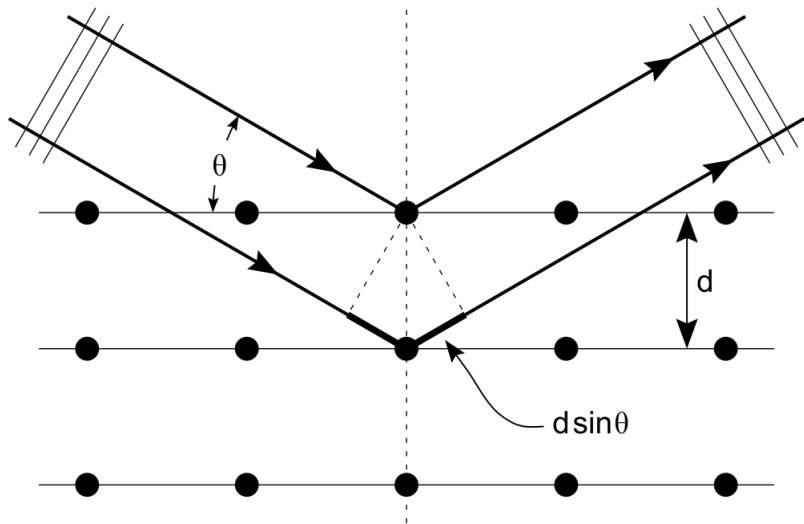
# Röntgendiffraktio

- ▶ Röntgensäteily on niin lyhytaaltoista, että sen erottelukyky riittää tutkimaan atomihilan rakennetta.
- ▶ Kun säteilyä kohdistetaan kiteiseen aineeseen, syntyy diffraktiokuvio.
- ▶ Säteilyä heijastuu kidehilan eri tasoista, siten, että vahvistavaa interferenssiä tapahtuu Braggin lain mukaan silloin kun

$$2d \sin \theta = n\lambda,$$

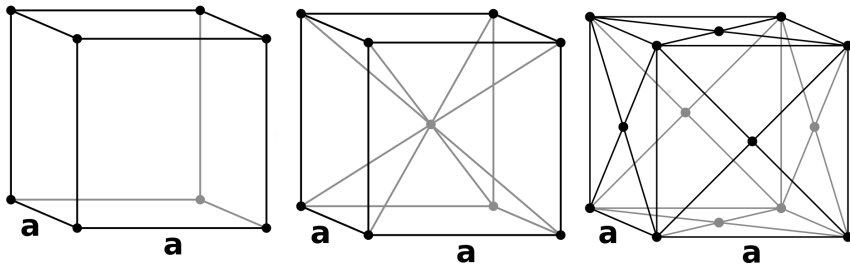
jossa  $d$  on hilatasojen välimatka,  $\lambda$  säteilyn aallonpituus ja  $\theta$  kulma jossa maksimi havaitaan.

# Röntgendiffraktion



kuva: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bragg\\_diffraction\\_2.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bragg_diffraction_2.svg)

# Kiteisten aineiden hilarakenteita



Kiteisillä aineilla on useita erilaisia hilarakenteita. Esimerkiksi ruokasuola on yksinkertainen kuutiollinen hila (vasemmalla).