
Synkrotronisäteily ja elektronispektroskopia

— Tutkimus Oulun yliopistossa —

Ryhmätyö

- Keskustelkaa n. 4 hengen ryhmissä, mitä on synkrotronisäteily ja miten sitä tuotetaan.
- Kirjoittakaa ylös ajatuksianne.

Synkrotronisäteily

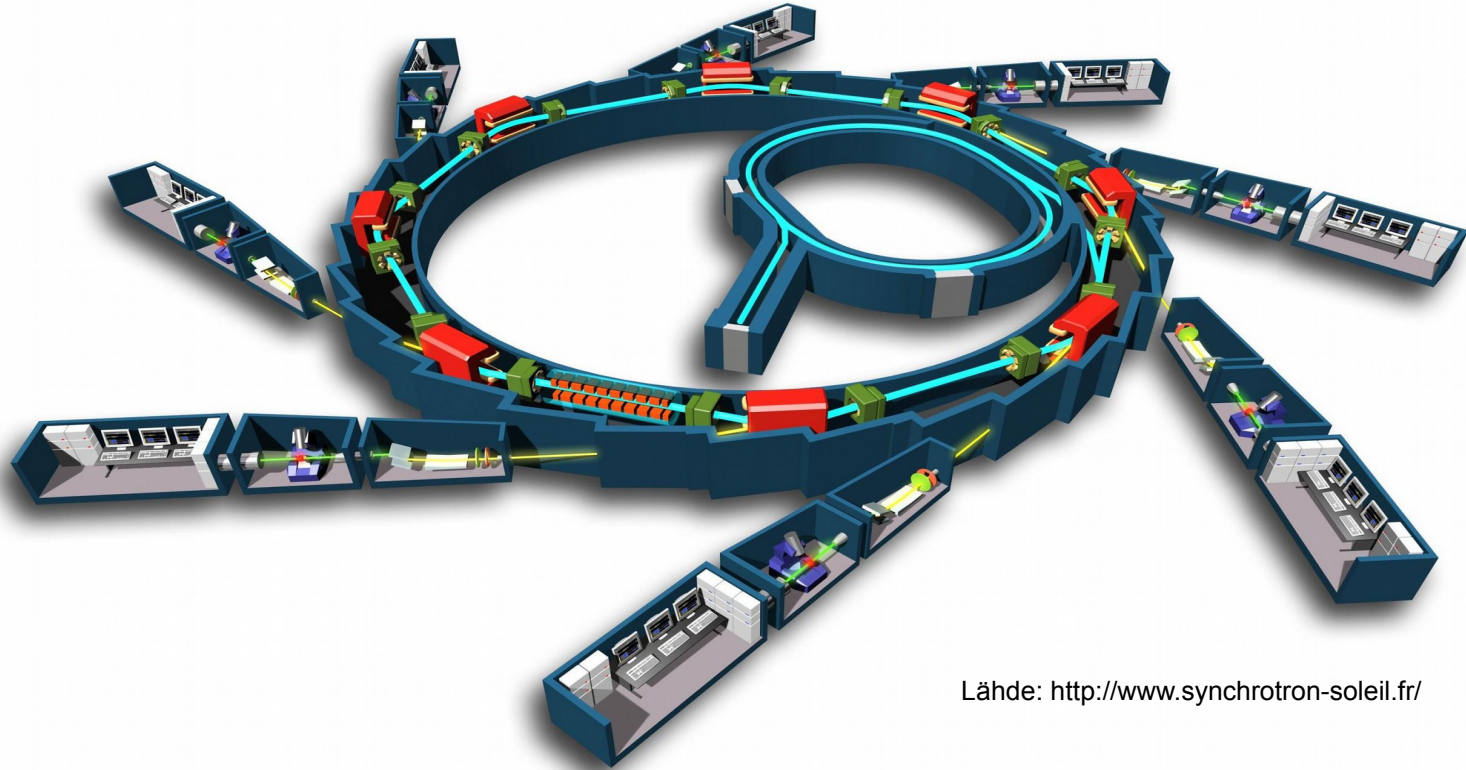
- Synkrotroni on hiukkaskiihdytin, jossa sähkömagneettista säteilyä tuotetaan, kun nopeasti liikkuvien (99,9997 % valonnopeudesta) varattujen hiukkasten liikerataa muutetaan. Pystyykö hiukkanen menemään valonnopeutta nopeampaa synkrotronissa? Miksi?
- Sähkömagneettista säteilyä syntyy, kun varattu hiukkanen (elektroni) joutuu kiihtyvään liikkeeseen. Synkrotronin tapauksessa tätä säteilyä kutsutaan synkrotronisäteilyksi. Miten varattua hiukkasta voidaan kiihdyttää?
- Maailmassa on n. 50 synkrotronia joista lähin on Ruotsin Lundissa.
- Synkrotronisäteily havaittiin ensimmäisen kerran 1947.

Synkrotronisäteilylaboratorio



Lähde: <https://neutrons.ornl.gov/nomad/xray>

Synkrotronisäteilylaboratorio



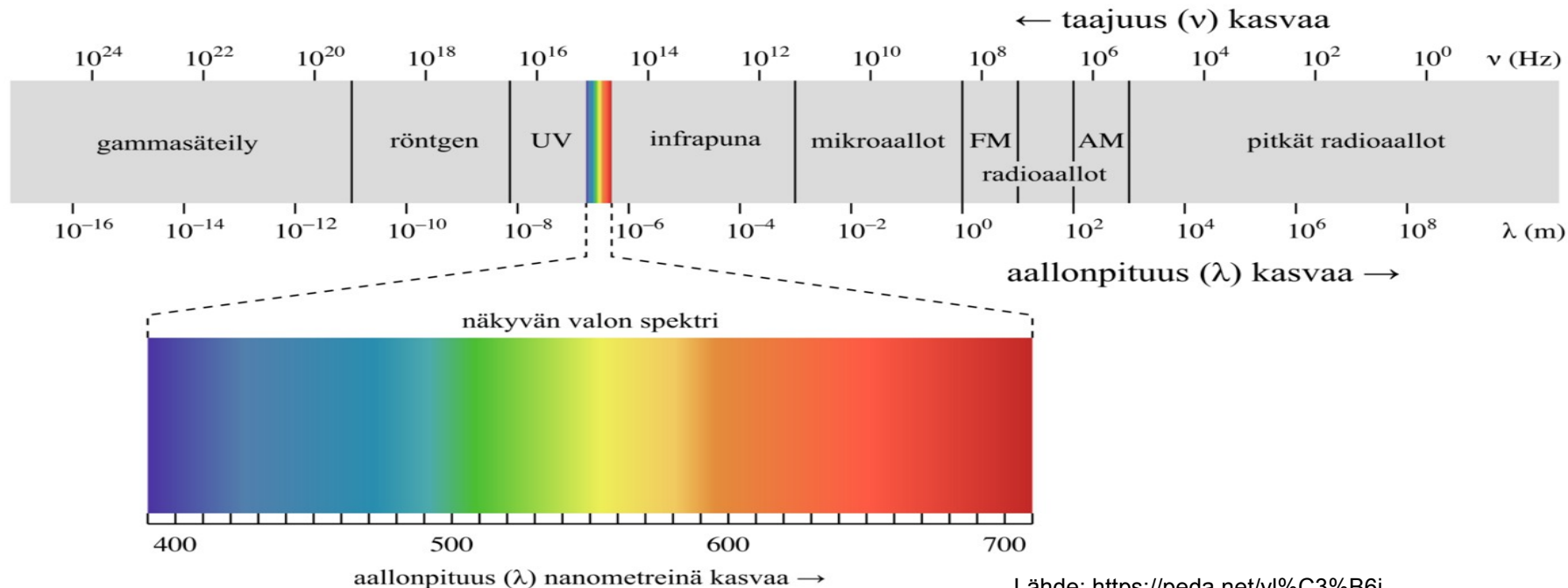
Lähde: <http://www.synchrotron-soleil.fr/>

Synkrotronisäteilyn edut

- Moninkerroin kirkkaampaa kuin muissa laboratoriossa tuotettu säteily.
 - Saadaan todella paljon tarkempaa dataa materiaalista
- Laaja aallonpituuskaala (lyhyestä röntgensäteilystä pitkään infrapunaan)
 - Pienillä aallonpituuksilla pystyy tutkimaan pienempiä kohteita.
- Säteily on todella korkeaenergiaista
 - Säteily pystyy tunkeutumaan syvällekin materiaaliin.

*Mitkä muuttajat
vaikuttavat
sähkömagneettisen
säteilyn energiaan?*

Synkrotronisäteilyn edut



Lähde: <https://peda.net/yli%C3%B6j%C3%A4rvi/peruskoulut/yy/7-9-luokat/fysiikka/sis%C3%A4ll%C3%B6t/valo-ja-v%C3%A4ri>

Elektronit ja niiden irrotus

- Energiaa, joka pitää elektroneja atomissa kutsutaan sidosenergiaksi. Sidosenergia riippuu siitä, millä elektronikuorella elektroni on. (Miksi sidosenergia on riippuvainen siitä millä elektronikuorella elektroni on?)
- Jos tulevan sähkömagneettisen säteilyn (fotonin) energia on suurempi kuin aineen elektronien sidosenergia, niin voi säteily irrottaa elektronin atomista.
- Energia (ja siten nopeus), jolla elektroni irtoaa atomista, saadaan laskettua suoraan irrottavan säteilyn energian ja elektronin sidosenergian erotuksesta. (Millä tavalla elektronin nopeus voidaan laskea, jos sen kineettinen energia tiedetään?)

Elektronit ja niiden irrotus

- Energiaa, joka pitää elektroneja atomissa kutsutaan sidosenergiaksi. Sidosenergia riippuu siitä, millä elektronikuorella elektroni on. (Miksi sidosenergia on riippuvainen siitä millä elektronikuorella elektroni on?)
- Jos tulevan sähkömagneettisen säteilyn (fotonin) energia on suurempi kuin aineen elektronien sidosenergia, niin voi säteily irrottaa elektronin atomista.
- Energia (ja siten nopeus), jolla elektroni irtoaa atomista, saadaan laskettua suoraan irrottavan säteilyn energian ja elektronin sidosenergian erotuksesta. (Millä tavalla elektronin nopeus voidaan laskea, jos sen kineettinen energia tiedetään?) $E_k = E - E_{sidos} = \frac{1}{2}mv^2$ (Tässä E on tulevan säteilyn energia ja E_{sidos} on irronneen elektronin sidosenergia)

Tutkimus

- Oulun yliopiston tutkimusryhmällä on oma säteilylinja tutkimuskäyttöön Lundissa (Ruotsi) sijaitsevassa synkrotronilaboratoriossa (Max IV-laboratory).
- Oulun yliopistolla tapahtuva tutkimus keskittyy atomien, molekyylien ja nanoklustereiden (rykelmä hiukkasia, jotka ovat 1 nm - 100 nm kooltaan) elektronirakenteen ja -dynamiikan tutkimukseen.
 - Tutkimusten tuloksena saadaan uutta tietoa aineiden ominaisuuksista.

Esimerkki tutkimusdatasta

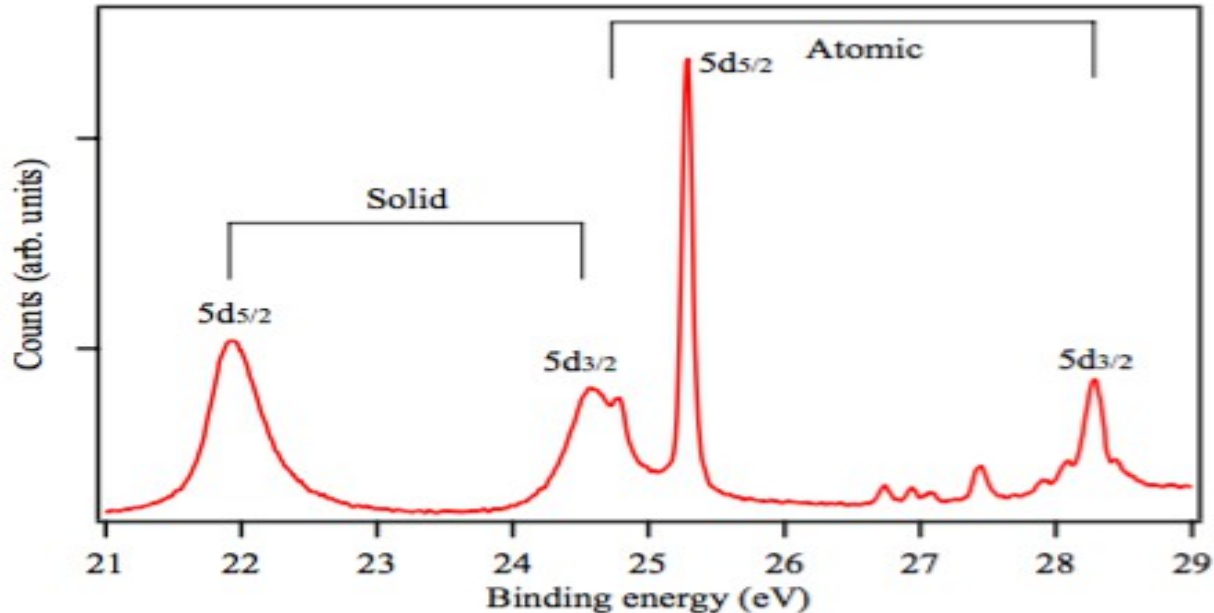


FIG. 1. (Color online) Experimental 5d photoelectron spectrum from the atomic and solid states of Pb taken at 55 eV photon energy.

Oulun yliopistossa tehty tutkimus lyijyn 5d-elektronikuoren elektronien sidosenergioista kiinteän ja kaasumaisen näytteen välillä.

Lähde: D.Iablonskyi, M.Patanen, S.Aksela ja H.Aksela (Changes in the 5d photoionization spectra between atomic and solid Pb)

Tietovisa

Mene älypuhelimella, tabletilla tai tietokoneella osoitteeseen kahoot.it ja odota opettajan ohjeita.