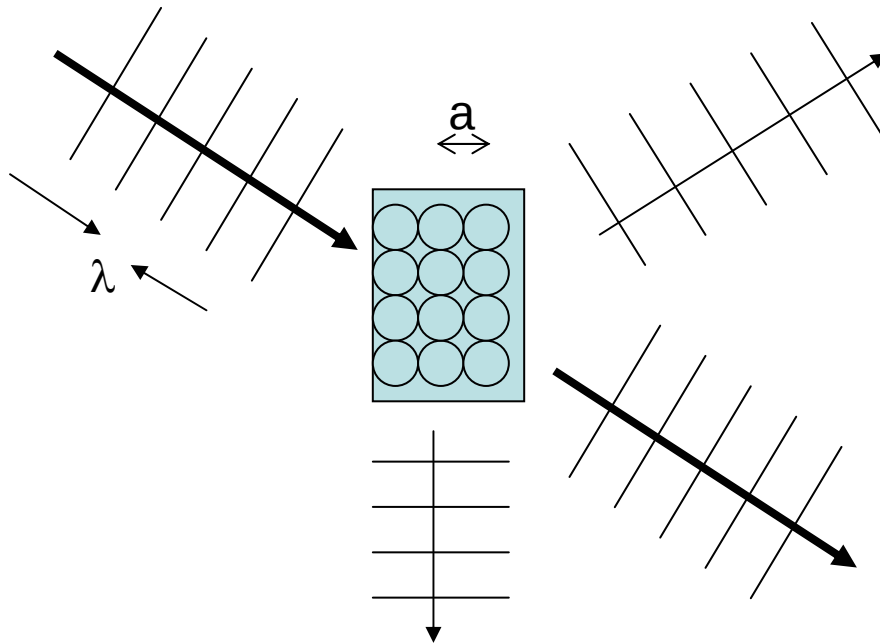


2. Diffraction

Diffraction av vågor (elektromagnetisk strålning, partikelvågor [DeBroglie: $\lambda = h/mv$]) används för att bestämma kristallstrukturer.



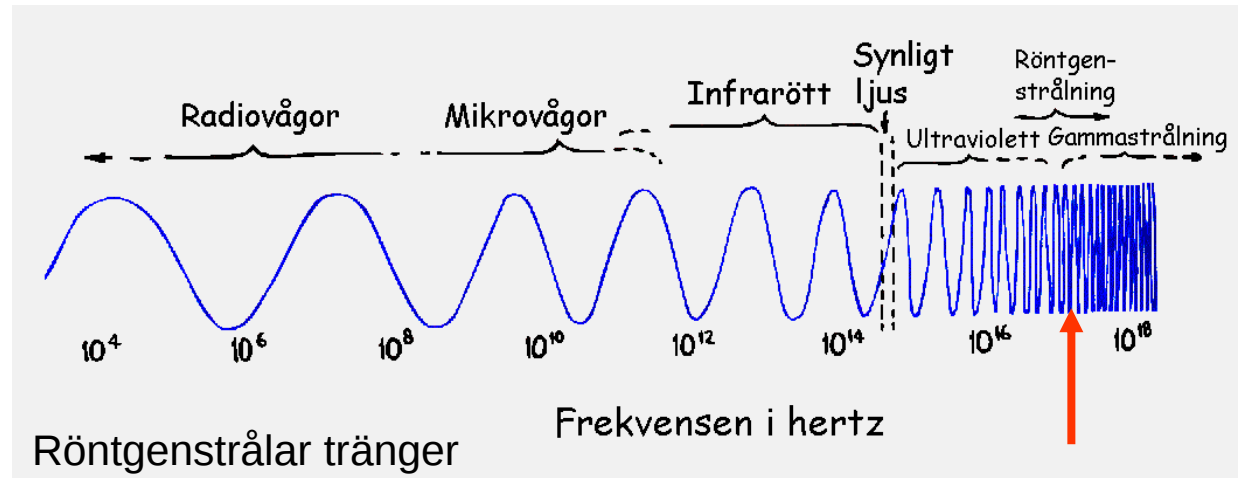
Enskilda atomer sprider
Infallande vågor. Konstruktiv
Interferens i vissa riktningar.

Våglängden λ måste vara av
samma storleksordning som
gitterparametern a : Det gäller
För röntgenstrålning, termiska
neutroner, lågenergetiska
elektroner, heliumatomstrålar,...

Jfr: Varför är himlen blå? Jo våg-
längden för blått (men inte rött) ljus
är av samma storleksordning som
partiklarna som sprider solljuset!

2.1 Strålkällor

A. Röntgenstrålning



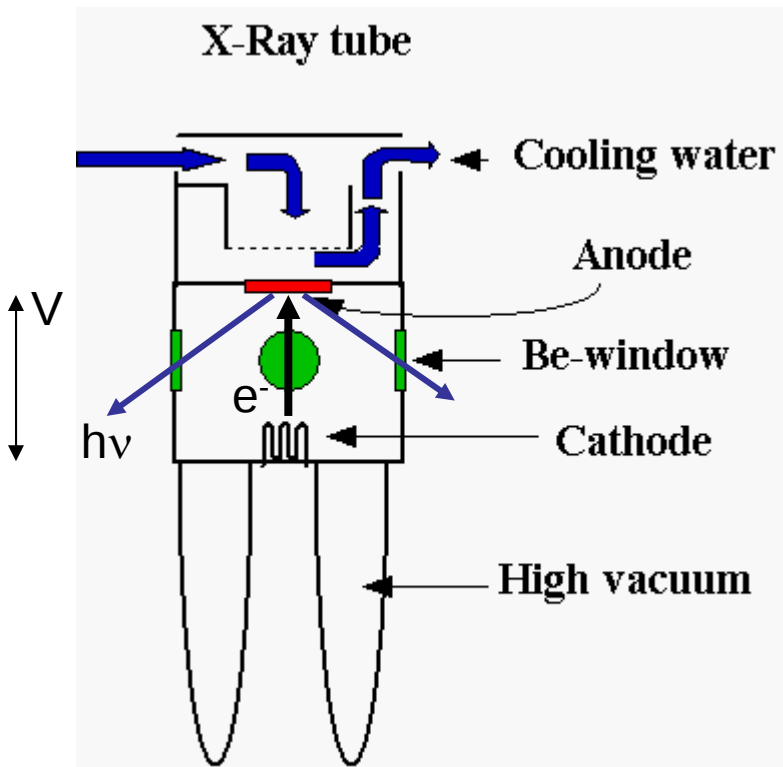
Röntgenstrålar tränger
10-tusentals atomlager
In i kristallen



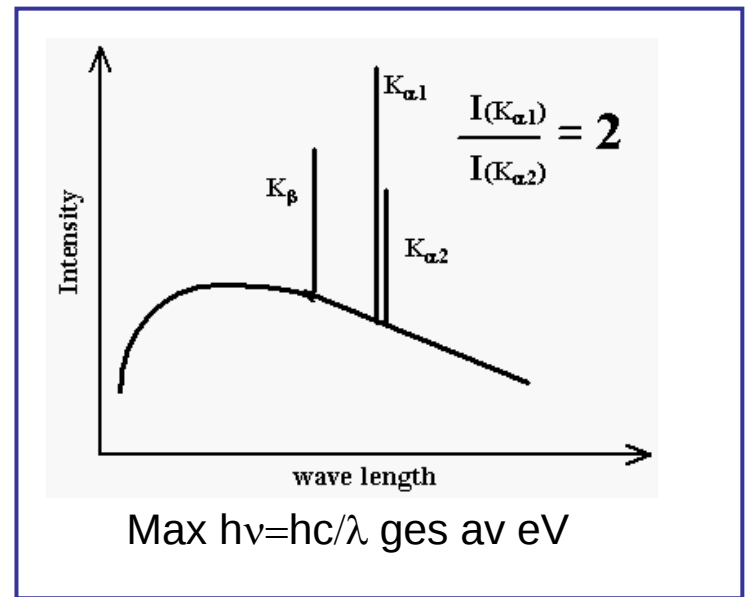
(ovan: Wilhelm Röntgen (upptäckt 1895, NP 1901)
(nederst): Fru Röntgen (detalj; obs ringen!)



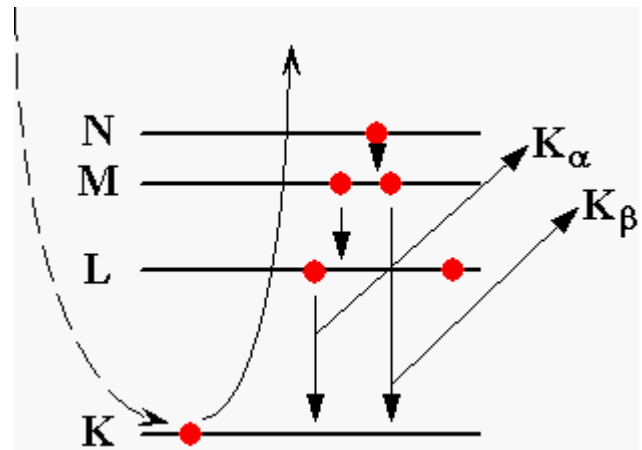
Konventionell källa: röntgenrör



Elektroner emitteras från en glöd-spiral. En potential V på 20-150 kV mellan anod och katod accelererar elektroner mot anoden. Den röntgenstrålningen som bildas lämnar röret genom beryllium-fönster. Normala röntgenrör klarar en effekt på upp till 3 kW. Det mestablr till värme.



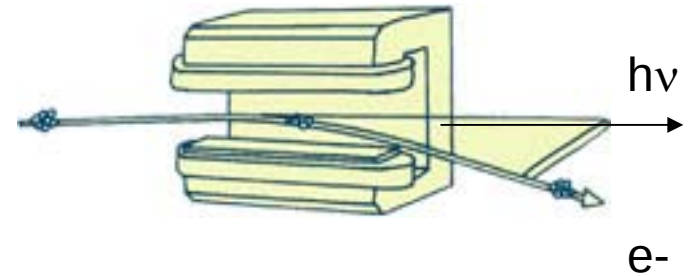
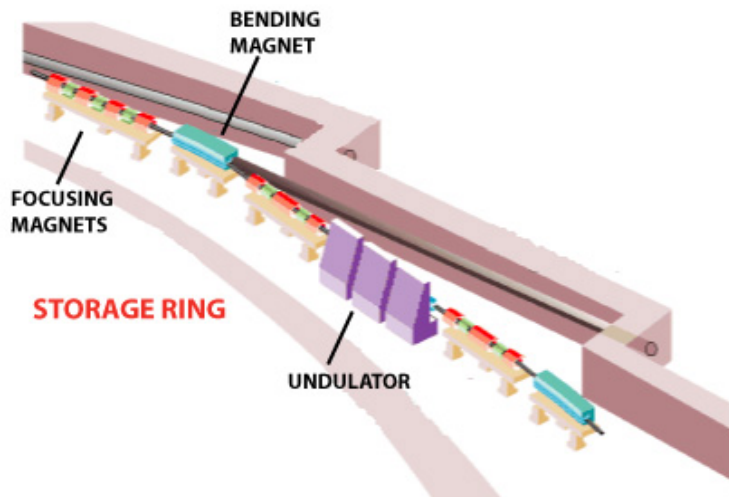
Bromsstrålning plus ämnes-karakteristiska linjer ger emitterat spektrum



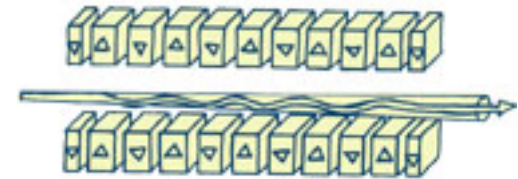
Modern strålkälla: Synkrotronljus



Lagringsringen, European Synchrotron Radiation Source (ESRF), Grenoble



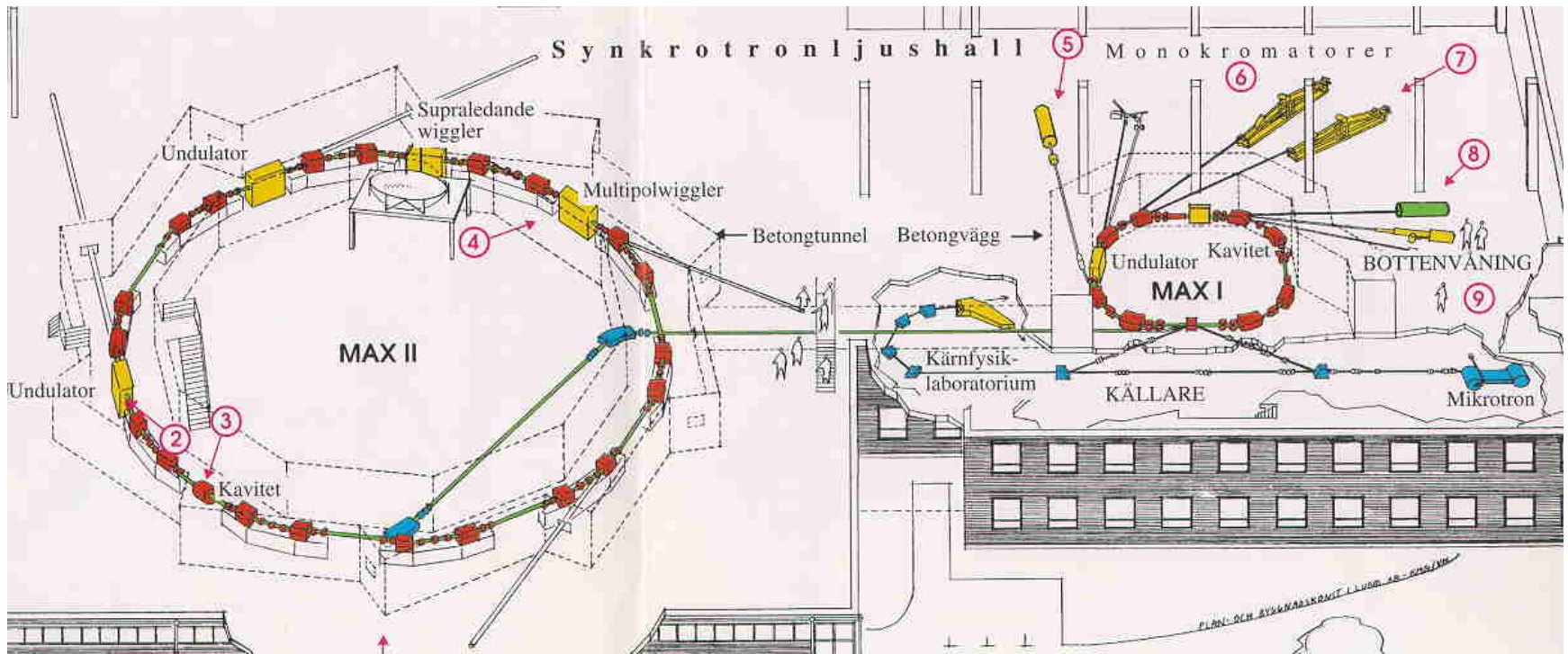
Elektronbanan böjs av med magnetfält.
Acc. i böjen ger strålning



Alternativt sätt generera strålning:
"Undulator" ger elektr. vågformig bana

Fördelar: Hög intensitet, relativt fritt val av våglängd. Ljuset polariserat parallellt med elektronbanan.

Maxlab i Lund är en annan synkrotronljuskälla



Nobel Pris /fysik, kemi, medicin) för forskning med/om röntgenstrålar

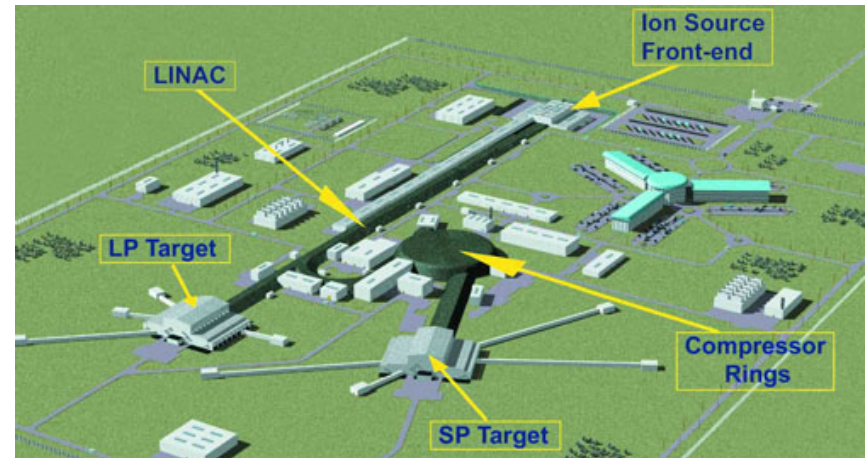
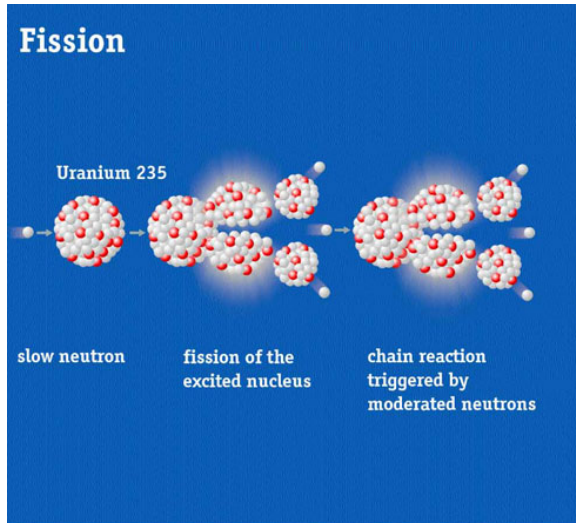
- 1901 **W. C. Röntgen** in Physics for the discovery of x-rays.
- 1914 **M. von Laue** in Physics for x-ray diffraction from crystals.
- 1915 **W. H. Bragg and W. L. Bragg** in Physics for crystal structure derived from x-ray diffraction.
- 1917 **C. G. Barkla** in Physics for characteristic radiation of elements.
- 1924 **K. M. G. Siegbahn** in Physics for x-ray spectroscopy.
- 1927 **A. H. Compton** in Physics for scattering of x-rays by electrons.
- 1936 **P. Debye** in Chemistry for diffraction of x-rays and electrons in gases.
- 1962 **M. Perutz and J. Kendrew** in Chemistry for the structure of hemoglobin.
- 1962 **J. Watson, M. Wilkins, and F. Crick** in Medicine for the structure of DNA.
- 1979 **A. McLeod Cormack and G. Newbold Hounsfield** in Medicine for computed axial tomography.
- 1981 **K. M. Siegbahn** in Physics for high resolution electron spectroscopy.
- 1985 **H. Hauptman and J. Karle** in Chemistry for direct methods to determine x-ray structures.
- 1988 **J. Deisenhofer, R. Huber, and H. Michel** in Chemistry for the structures of proteins that are crucial to photosynthesis.

B. Neutroner

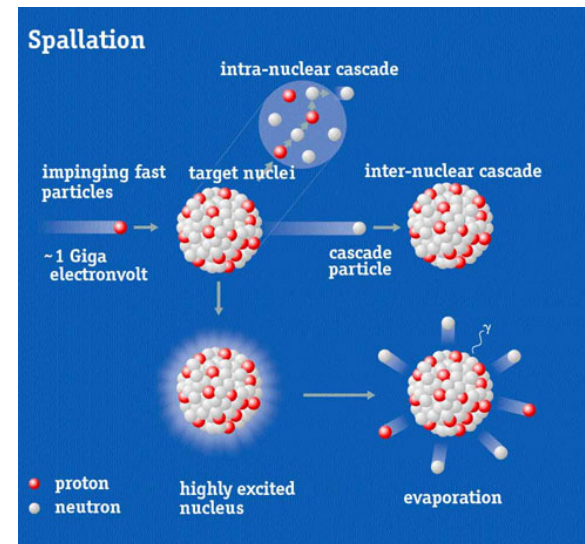
Strålkällor: Kärnreaktorer (nedan) och spallationsanläggningar (t.h.)



Kärnreaktorn i Studsvik



Planerar Europeisk spallationskälla. Till Sverige?



Neutroner har magnetiskt moment, dvs de kan känna av *magnetisk* ordning

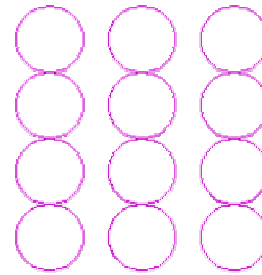
B. Elektroner



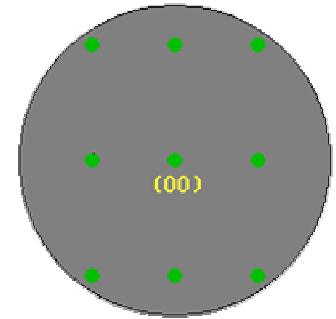
LEED (Low Energy Electron Diffraction). Lågenergetisk elektrondiffraktion, $E=10-1000$ eV.

Litet inträngningsdjup – bra
För ytstudier

Real Space - fcc(110) surface

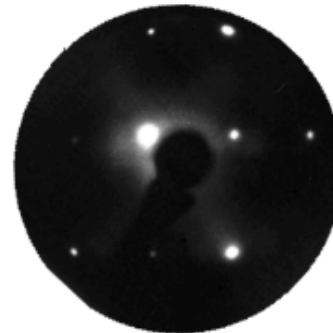


Diffraction Pattern

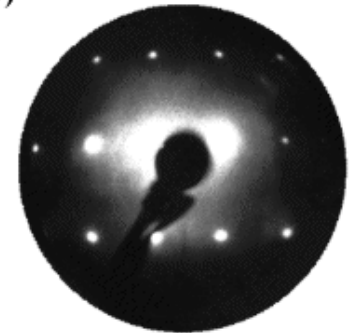


Diffraktionsmönstret har liksom den avbildade kristallen en regelbunden struktur. Relationen?

Cu(110)



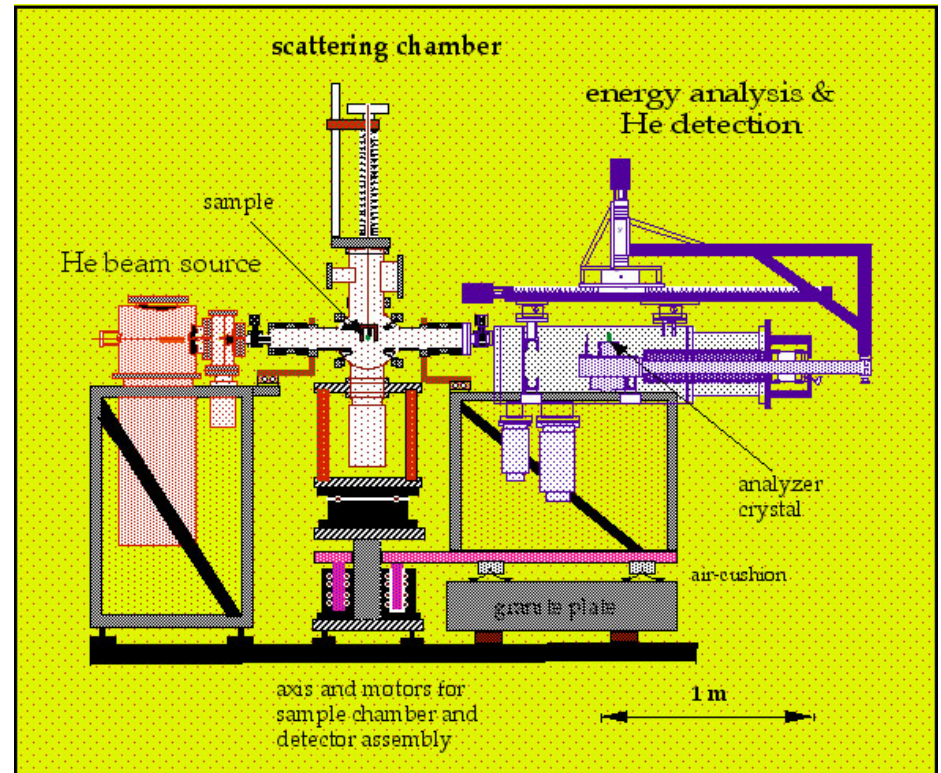
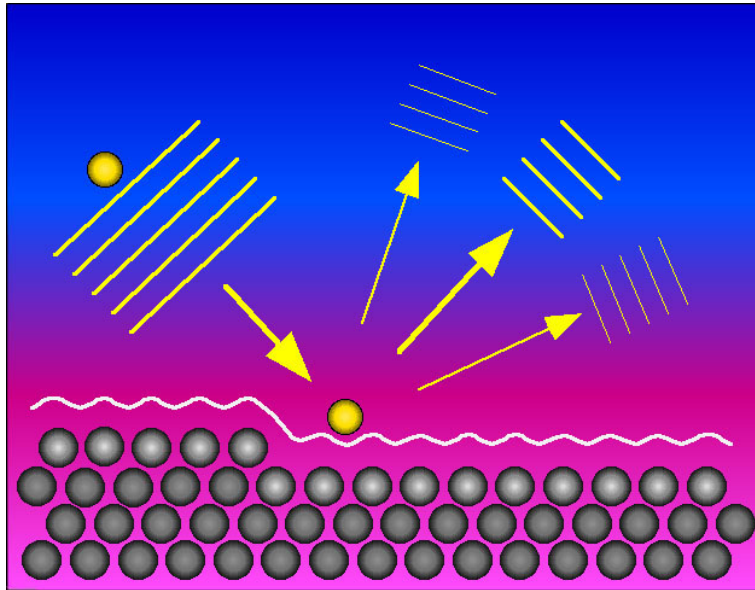
90 eV



140 eV

B. Helium

Inget inträngningsdjup, dvs
Extremt ytkänsligt
För ytstudier



2.2 Diffraktionsvillkor

Härledning av von Laues villkor (1912)

$$\Delta \mathbf{k} \cdot \mathbf{a} = 2\pi h, \Delta \mathbf{k} \cdot \mathbf{b} = 2\pi k, \Delta \mathbf{k} \cdot \mathbf{c} = 2\pi l$$

De $\Delta \mathbf{k}$ som uppfyller villkoren betecknas G_{hkl} och spänner ett gitter i det *reciproka rummet* (k-rummet)

Exempel: Spridning mot sc och bcc gitter

