

Produzione di raggi X

Esistono diversi modi di produrre radiazioni X.

In laboratorio, la radiazione viene normalmente prodotta con tubi a raggi X (tubi di Coolidge), il cui funzionamento è molto semplice.

Un fascio di elettroni (ottenuti da un filamento, con correnti dell'ordine di alcune decine di mA) viene accelerato ad elevato voltaggio (ordine di decine di kV) contro un anodo metallico ('anticatodo'). L'energia viene principalmente dissipata come calore (>95%) e in parte minore utilizzata per l'emissione di radiazioni X.

Potenza totale: $30\text{mA} \times 50\text{ kV} = 1500\text{ W}$ (una lavatrice e mezza!)

Lo spettro prodotto contiene due componenti distinte:

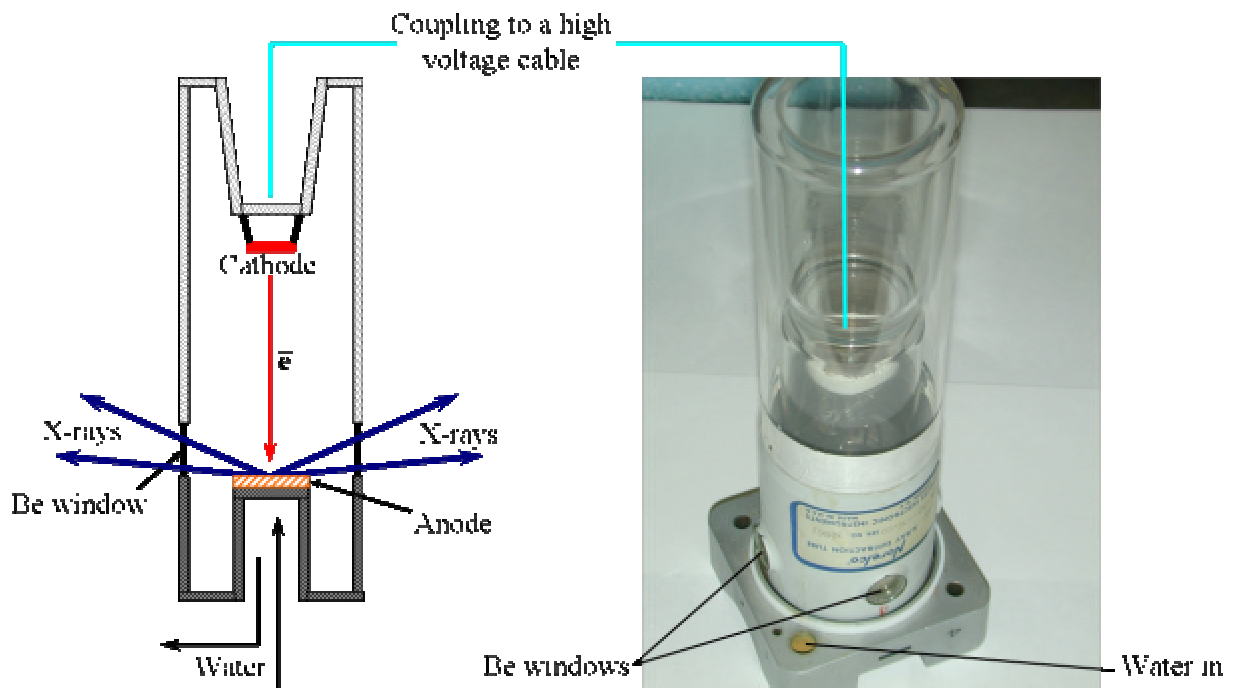
- una parte continua dovuta alla decelerazione degli elettroni (radiazione di frenamento o *brehmsstrahlung*)
- una parte discontinua dovuta all'estrazione di elettroni legati del metallo e successiva emissione per rilassamento di elettroni più esterni

La minima lunghezza d'onda (o massima energia) della curva di *brehmsstrahlung* dipende dal potenziale usato per l'accelerazione degli elettroni

$$\lambda_{\min} = hc/eV = 12398 / V$$

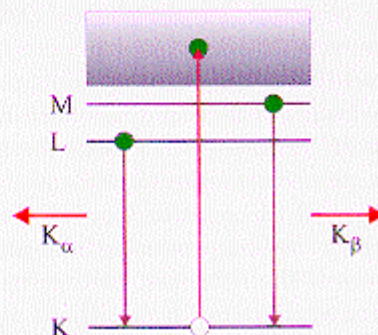
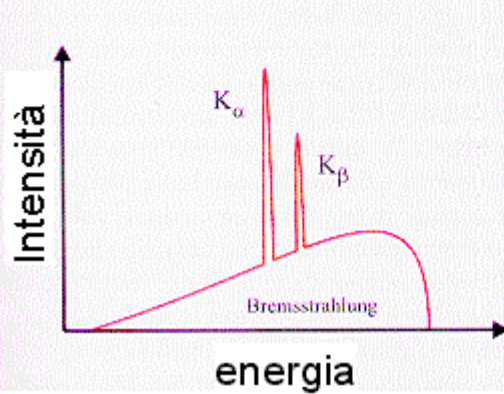
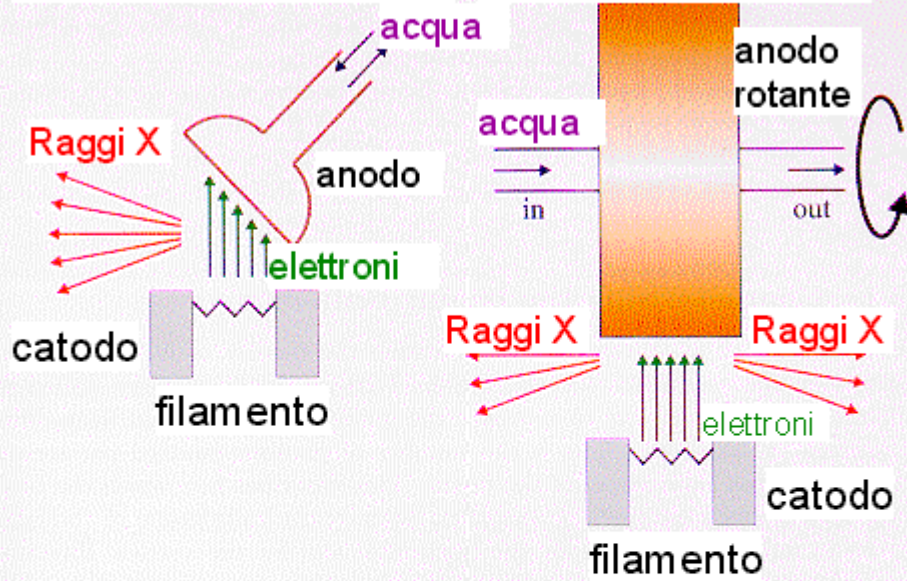
Per esperimenti di cristallo singolo la radiazione impiegata è però quella prodotta dalle linee caratteristiche di un dato anodo metallico (componente discontinua). In particolare è impiegata la radiazione $K\alpha$ ossia la radiazione emessa dal rilassamento verso lo strato K di un elettrone dello strato L.

Una sorgente alternativa e di maggiore efficienza è l'anodo rotante, ossia un sistema in cui l'anodo non sia fisso, bensì in costante rotazione. Ciò permette di raffreddare l'anodo in modo più efficace, e di aumentare il flusso di corrente (mA!) di un fattore 10.



Tubo di Coolidge

Anodo Rotante



Le energie delle linee caratteristiche (e quindi le lunghezze d'onda prodotte) dipendono dal materiale impiegato come anodo. Ecco alcune delle lunghezze d'onda (in Å) maggiormente impiegate nei laboratori a raggi X per impiego cristallografico:

Anodo	Ka_1	Ka_2
Cu	1.540	1.544
Mo	0.7093	0.7135
Ag	0.5594	0.5638

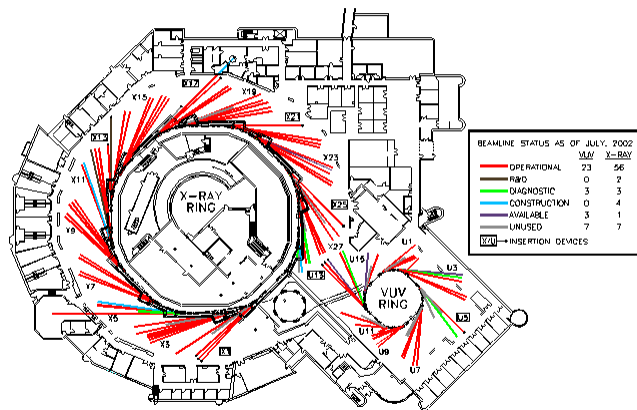
La suddivisione a_1 , a_2 dipende da effetti relativistici (poiché gli strati L non sono unici, ma doppi). Le due 'linee' non sono normalmente separabili.

Radiazione di Sincrotrone

Al di là di impieghi in laboratori 'convenzionali', radiazioni X possono essere prodotte in strutture scientifiche di grande scala, come gli anelli di Sincrotrone (in cui elettroni accelerati in grandi anelli producono radiazioni sfruttate per vari impieghi).

- Esistono circa 20 Sincrotroni 'dedicati' alla produzione di raggi X, UV, Vis, IR con caratteristiche speciali:
 - Alta intensità
 - Spettro continuo, bianco
 - Struttura temporale molto fine
 - Radiazione altamente polarizzata

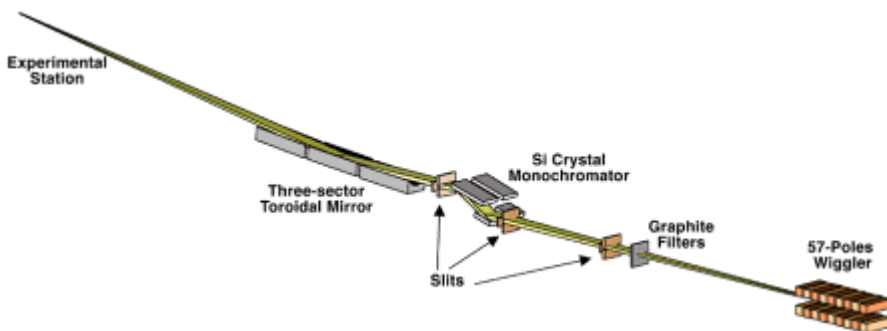
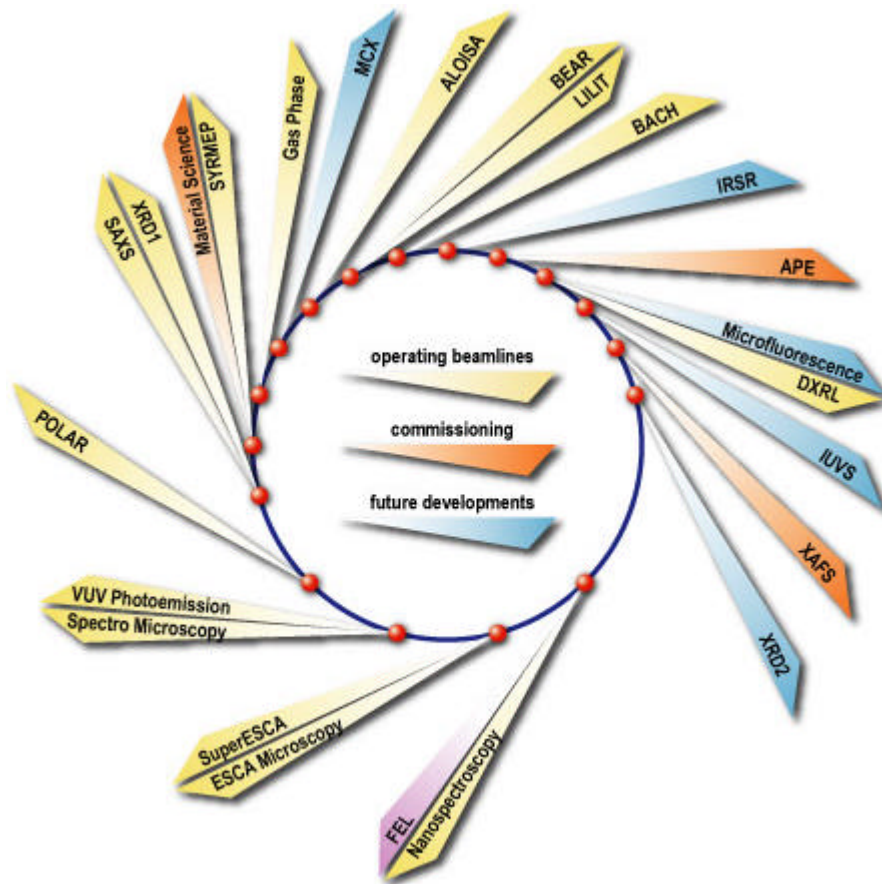
Alcuni esempi: *NSLS a Brookhaven (Stati Uniti)*,
<http://nslsweb.nsls.bnl.gov/nsls/default.htm>



ESRF, Grenoble (Francia), <http://www.esrf.fr/>



ELETTRA, Trieste (Italia), www.elettra.trieste.it



I vantaggi dell'uso di radiazione di sincrotrone sono l'enorme **brillanza** (molti ordini di grandezza superiore a quella prodotta da comuni tubi a raggi X), la minor **divergenza** della radiazione e la **flessibilità** della lunghezza d'onda prodotta.