

Quellen für hoch brillante Röntgenstrahlung

Abstract:

Röntgenstrahlung ist ein wichtiges Instrument zur Analyse von Materialeigenschaften und zur Beobachtung von Prozessen. Für viele Anwendungen in der Physik wird ein hoher Photonenfluss auf durch Probe benötigt. Ein Maß für die Strahlqualität ist die Brillanz.

Für hohe brillante Strahlung eignet sich Synchrotronstrahlung. Diese entsteht durch Beschleunigung von Ladung. Für Beschleunigung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung ist die Strahlung maximal, so dass eine Kreisbahn sich als günstig erweist. Für hochrelativistische Teilchen ist abgestrahlte Leistung von der Energie, dem Bahnkrümmungsradius und der Ruhemasse des geladenen Teilchens abhängig. Für hohe Strahlleistungen sind leichte Teilchen zu bevorzugen, weshalb man Elektronen oder Positronen verwendet. Die Strahlung wird in Bewegungsrichtung der Elektronen emittiert. Die Divergenz der Strahlung ist indirekt proportional zum Relativistischen Faktor γ . Da der Elektronenstrahl gebündelt ist die Strahlung auch gepulst.

Hochenergie Kreisbeschleuniger sind in der Regel Synchrotron. Für die Emission von Synchrotronstrahlung sollte der Beschleuniger eine geringe Emittanz aufweisen, wie es Speicherringe tun. Die bei einem Umlauf abgestrahlte Leistung muss durch einen Hohlraumresonator wieder ersetzt werden.

Mit einem Undulator lässt sich die Brillanz noch weiter erhöhen, da hier bestimmte Wellenlängen, die Harmonischen, konstruktiv interferieren, während das restliche Spektrum durch destruktive Interferenz unterdrückt wird. Werden die Elektronen mit der Wellenlänge der ersten Harmonischen beim Durchlaufen des Undulators angeregt, kommt es zur stimulierten Emission. Ist die Emittanz des Elektronenbündels gering genug, entsteht ein Laserstrahl, man spricht vom Freien Elektronen Laser (FEL).

Referenzen:

K. Wille 1991 "Synchrotron radiation sources" Rep. Prog. Phys. 54 1005

Florian Löhler 2005 "Measurements of the Transverse Emittance at the VUV-FEL", DESY-THESIS 2005-014

Bergmann u. Schäfer 2004 „Lehrbuch der Experimentalphysik Band 3“ Auflage 10, Gruyter