

Titre: Research and development optique pour atteindre les performances ultimes de ThomX.

Mots clés: Cavité Fabry-Perot, diffusion Compton inverse, production de rayons X, systèmes de verrouillage PDH, Rayonnement synchrotron, anneau de stockage.

Résumé: L'expérience ThomX répond au besoin croissant d'une source de rayons X plus compacte, plus rentable et de meilleure qualité. Cette thèse se concentre sur l'installation, la caractérisation et l'optimisation des composants liés au stockage de l'énergie dans la cavité optique de l'expérience ThomX. Elle se termine également par la présentation du travail expérimental effectué sur la cavité de recherche et de développement de l'IJCLab appelée "SBox". L'installation du système d'amplification de la cavité Fabry-Perot (FPC) de ThomX est un point fort, ainsi que la caractérisation détaillée du profil du faisceau de sortie. En outre, nous avons installé les nouveaux miroirs multicouches à haute réflexion développés par le laboratoire LMA, ce qui nous a permis d'atteindre la finesse la plus élevée dans la FPC ThomX, avec une finesse impressionnante de 30 000 et un gain de plus de 11 000. La synchronisation temporelle de la cavité optique et de son oscillateur avec l'anneau électronique est essentielle pour le processus de diffusion Compton inverse, un aspect fondamental de l'expérience ThomX. Cette recherche a notamment permis de produire des rayons X dans la machine ThomX par diffusion Compton inverse, ce qui constitue une étape importante. Les résultats préliminaires des rayons X produits démontrent leur faisabilité, le spectre d'énergie des rayons X montrant des preuves concluantes de la diffusion Compton inverse des rayons X, comme l'indique la détection du bord Compton à 45 keV. Outre les travaux sur le FPC de ThomX, cette thèse englobe la recherche et le développement de cavités situées à l'IJCLab. Avec une configuration à deux miroirs, une finesse de 30 000 a été atteinte, et le stockage de puissance dans la cavité a atteint la valeur impressionnante de 63 kW. En outre, une preuve de concept a été présentée, illustrant le verrouillage de la fréquence d'un oscillateur à impulsion dans la cavité optique SBox à l'aide d'une configuration à deux miroirs. Ces avancées contribuent à l'objectif plus large de développer des sources de rayons X plus efficaces et plus puissantes pour un large éventail d'applications dans les domaines de la science et de l'industrie.

Title: Optical Research and development to reach ThomX ultimate performance

Keywords: Fabry-Perot cavity, Inverse Compton scattering ICS, X-ray production, PDH lock systems, Synchrotron radiation, storage ring.

Abstract: The ThomX experiment addresses the growing need for a more compact, cost-effective, and high-quality X-ray source. This thesis focuses on installing, characterizing, and optimizing components related to power storage within the optical cavity of the ThomX experiment. It also ends with presenting the experimental work done on the research and development cavity in IJCLab called "SBox". The installation of the ThomX Fabry-Perot Cavity (FPC) amplification system is a key highlight, along with the detailed characterization of the output beam profile. Furthermore, we installed the new high-reflective multilayered coated mirrors developed by the LMA laboratory. This enabled us to achieve the highest finesse in the ThomX FPC, reaching an impressive 30 000 finesse and a gain of over 11 000. Temporal synchronization of the optical cavity and its oscillator with the electron ring is essential for inverse Compton scattering, a fundamental aspect of the ThomX experiment. Notably, this research has yielded the production of X-rays in the ThomX machine through inverse Compton scattering, marking a significant milestone. Preliminary results of the produced X-rays demonstrate their feasibility, with the X-ray energy spectrum showing conclusive evidence of inverse Compton scattering X-rays, as indicated by the detection of the Compton edge at 45 keV. In addition to the ThomX FPC work, this thesis encompasses the research and development of cavities located at IJCLab. With a two-mirror setup, a finesse of 30,000 was achieved, and power storage within the cavity reached an impressive 63 kW. Additionally, a proof of concept was presented, illustrating the locking of a pulse-picked oscillator frequency into the SBox optical cavity using a two-mirror setup. These advancements contribute to the broader goal of developing more efficient and powerful X-ray sources for various applications in science and industry.