

Titre :

Études de conception et de validation de la source de positrons du FCC-ee: des simulations avancées aux expériences de démonstration de principe au PSI.

Résumé:

Porté par l'intérêt de la communauté de physique des hautes énergies (HEP) pour des études de précision du Modèle Standard (SM), le CERN a proposé le Futur Collisionneur Circulaire electron-positron (FCC-ee) en tant que collisionneur de nouvelle génération. Le FCC-ee est conçu pour fonctionner à plusieurs énergies dans le centre de masse, avec une luminosité sans précédent. L'un des éléments clés pour atteindre cet objectif est la conception d'une source de positrons à haute intensité et faible émittance.

Cette thèse est consacrée à la conception et à l'optimisation de la source de positrons du FCC-ee, depuis la cible de production jusqu'à la fin de la section de capture, qui constituent les étapes les plus critiques. Les défis propres à chaque sous-système sont étudiés. Un cadre de simulation dédié a été développé à l'aide des codes Geant4 et RF-Track, validé par une série de mesures expérimentales réalisées sur la source de positrons de SuperKEKB, et comparé à d'autres outils de simulation largement utilisés (EGS5, ASTRA, GPT). Ce cadre, l'installation expérimentale et les résultats de validation sont présentés, fournissant une base solide pour la conception et l'optimisation d'une source de positrons à haute intensité pour le FCC-ee. La conception et le schéma optimisés de la source de positrons du FCC-ee sont également décrits.

Une alternative basée sur l'utilisation des effets cohérents du réseau cristallin dans des cristaux orientés est proposée et étudiée. Un modèle physique pour cette source de positrons utilisant un cristal est développé, et son application au FCC-ee ainsi qu'à l'expérience PSI Positron Production (P^3) est explorée.

De plus, une campagne d'irradiation a été menée au MAin Microtron (MAMI) afin d'étudier les dommages induits par l'irradiation dans des cibles cristallines et de mettre en service un dispositif de diagnostic thermique destiné à mesurer l'échauffement dû à l'irradiation. Le montage expérimental ainsi que les résultats des mesures sont présentés en détail.