

Iryna CHAIKOVSKA

Titre: Sources de positrons polarisés pour les futurs collisionneurs linéaires.

Résumé: Au cours des prochaines années les expériences au grand collisionneur de hadrons (LHC) au CERN vont explorer méticuleusement les lois fondamentales de la physique des hautes énergies à une énergie qui n'a jamais été atteinte auparavant. Afin de compléter les recherches du LHC, plusieurs projets de Collisionneur Linéaire (CL) de lepton de prochaine génération utilisant des collisions $e^+ - e^-$ ont été proposés pour permettre des études de haute précision. Dans ce cadre il existe deux grands projets: le collisionneur linéaire international (ILC) pour explorer une plage d'énergie dans le centre de masse de $\sqrt{s} = 0.5 - 1$ TeV et le collisionneur linéaire compact (CLIC) qui devrait fonctionner à $\sqrt{s} = 0.5 - 3$ TeV. Le programme de physique du futur CL profitera grandement de collisions où les deux faisceaux seront polarisés.

Cette thèse présente la source de positrons polarisés qui est un élément clef du future CL. Dans ce contexte, les différents concepts de source de positrons polarisés sont présentés en mettant en avant les principaux défis technologiques. Plus spécifiquement, le centre d'intérêt principal est sur la source de positrons Compton adoptée par CLIC comme option préférée pour l'amélioration de la future source de positrons. Dans cette source, les rayons gamma de haute énergie produits par diffusion Compton sont envoyés sur une cible où les interactions électromagnétiques produisent des positrons dans des $e^+ - e^-$. Pour améliorer l'efficacité de l'étape de production de rayons gamma, une ligne de multiples points de collisions est proposée intégrée à un linac à récupération d'énergie. Les simulations de la production de positrons, de leur capture et de leur accélération initiale permettent d'estimer l'efficacité de production de positrons et de fournir une paramétrisation simple de la source de positrons polarisés basée sur l'interaction Compton dans la perspective des besoins futurs du CL.

L'option d'une source Compton basée sur un anneau de stockage appelé anneau Compton est aussi décrite. La principale contrainte de ce concept provient de la dynamique faisceaux à cause de la grande dispersion en énergie et l'augmentation de la longueur du paquet ce

qui affecte le taux de production des rayons gamma. Une contribution théorique originale est présentée pour calculer la dispersion en énergie induite par la diffusion Compton.

De plus, une expérience pour tester la production de rayons gamma par diffusion Compton en utilisant un système laser au fait de la technologie et développé au LAL est en cours dans le cadre du projet "MightyLaser" à l'ATF, KEK. La configuration expérimentale ainsi que les résultats principaux obtenus sont discutés en détails.

Les recherches décrites dans cette thèse montrent que la source de positrons polarisés basée sur la diffusion Compton est un candidat prometteur pour la source de positrons polarisés du futur CL. Pour atteindre les performances requises des travaux supplémentaires et de la R&D sont nécessaires dans le domaine des lasers de puissance, des cavités optiques et des accélérateurs d'électrons à fort courant tels que les linacs à récupération d'énergie.