



Étude de détecteurs Micromegas pour l'expérience sPHENIX à BNL

Spécialité Instrumentation

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DPhN/LQGP](#)

Candidature avant le 30/06/2019

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [PEREIRA-DA-COSTA Hugo](#)
+33 1 69 08 73 08
hugo.pereira-da-costa@cea.fr

Résumé

Le sujet de stage proposé consiste à l'étude de détecteurs Micromegas pour équiper la chambre à projection temporelle de l'expérience sPHENIX. Il s'agit de trouver une configuration permettant de minimiser la remontée ionique dans le détecteur tout en conservant de bonnes résolution en énergie et résolution spatiale.

Sujet détaillé

L'expérience sPHENIX est construite à RHIC comme remplacement de l'expérience PHENIX maintenant terminée. Elle établira les caractéristiques du Plasma de Quarks et de Gluons dans un régime complémentaire de celui étudié au LHC par les expériences ALICE, ATLAS et CMS. Le dispositif expérimental combine une reconstruction et identification précise des particules chargées au moyen d'une chambre à projection temporelle (TPC) nouvelle génération avec une calorimétrie à la fois électromagnétique et hadronique permettant la reconstruction complète des jets. Le design et la construction de sPHENIX a débuté en 2017. La première prise de donnée aura lieu en 2023. Entre temps, de nombreux défis aussi bien en terme de détecteurs que de software doivent être surmontés pour que l'expérience puisse atteindre les performances attendues.

Le sujet de stage proposé consiste en l'étude de détecteurs Micromegas destinés à équiper la TPC de sPHENIX. Les détecteurs doivent fournir une résolution spatiale suffisante pour permettre la mesure précise de l'impulsion des particules chargées. Par ailleurs ils doivent minimiser la présence de charges électriques positives (ions) dans le volume de la TPC. Ces charges peuvent en effet susciter des distorsions locales du champ électrique dans la TPC et détériorer sa capacité à reconstruire la trajectoire des particules.

Les détecteurs Micromegas sont des détecteurs gazeux à plaques parallèles constituées de deux étages: (1) un étage de dérive coïncidant avec le volume de la TPC et (2) un étage d'amplification situé entre le circuit imprimé qui collecte le signal et une micro-grille. Le champ électrique présent dans l'espace d'amplification est très élevé, donnant lieu à un phénomène d'avalanche lorsqu'y pénètre un électron. Les ions résultant de cette avalanche sont ceux responsables de possibles distorsions du champ électrique dans la TPC. Le travail de l'étudiant(e) consistera à étudier la possibilité d'ajouter une ou plusieurs micro-grilles au dessus de la micro-grille d'amplification de façon à capturer ces ions avant

qu'ils n'entrent dans l'espace de dérive. Cela nécessitera de construire plusieurs détecteurs prototypes de taille réduite, de les caractériser à l'aide à la fois de sources radioactives et de tests en faisceau, puis d'en simuler les propriétés de façon précise à l'aide d'outils tels que GARFIELD++

L'étudiant(e) travaillera dans un environnement enrichissant constitué de scientifiques et ingénieurs provenant de deux départements du CEA: le Département de Physique Nucléaire (DPhN) et le Département d'Électronique des Détecteurs et d'Informatique pour la Physique (DEDIP). Il/elle fera partie d'une collaboration scientifique internationale de grande taille: sPHENIX. Il/elle devra montrer son intérêt pour 1) le développement et la construction de détecteurs de particules et 2) les simulations.

Mots clés

Physique des particules, plasma de quarks et de gluons, Micromegas, Chambre à projection temporelle

Compétences

Caractérisation de détecteurs à l'aide de sources radioactives et de tests en faisceau. Analyse des résultats de tests avec ROOT. Simulations des propriétés de détecteurs à l'aide de GARFIELD++.

Logiciels

c, c++, labview, ROOT, GARFIELD++

R&D on Micromegas detectors for the sPHENIX experiment at BNL

Summary

The proposed internship subject consists in studying Micromegas detectors for the sPHENIX Time Projection Chamber. The goal is to find a detector configuration that minimizes the ion back-flow, while keeping good spacial and energy resolutions.

Full description

sPHENIX is an experiment being build at RHIC as a replacement of the now decommissioned PHENIX experiment. It will pin down the properties of the Quark-Gluon Plasma in a regime complementary to that which is being studied at the LHC by ALICE, ATLAS and CMS. Its apparatus combines precise charged particle reconstruction and identification using a state of the art Time Projection Chamber (TPC) together with calorimetry both hadronic and electromagnetic, targeting full jet reconstruction. sPHENIX design and construction has started in 2017. It will take data in 2023. In the meanwhile many challenges have to be met regarding both detectors and software for the experiment to achieve its foreseen performances.

The proposed internship subject consists in designing Micromegas detectors suitable to equip the sPHENIX TPC. The detectors must provide a good enough spacial resolution in order to accurately measure the momentum of the produced charged particles. At the same time, it must minimize the presence of positive charges (ions) in the TPC volume. These charges could create local distortions to the electric field in the TPC and ruin its ability to properly reconstruct the particle's trajectory.

Micromegas detectors are parallel plate gas detectors that consist of two stages: (i) a drift stage that coincides with the TPC drift volume and (ii) an amplification stage delimited by the printed circuit board that collects the signal and a mesh. The electric field in the amplification stage is very large, resulting in an avalanche process when entered by an electron coming from the drift stage. The positive ions resulting from this avalanche are the ones that could cause electric field distortions in the TPC. The student's job during his/her PhD will be to study the possibility to add one or several extra meshes on top of the amplification mesh in order to capture these ions before they enter the drift volume. This will require the design of smaller size detector prototypes, their precise characterization using both radioactive sources and beam tests, and the detailed simulation of their properties using simulation programs such as GARFIELD++.

The student will work in a rich environment constituted of both physicist and engineers coming from two departments: the Department of Nuclear Physics (DPhN) and the Department of Electronics, Detectors and Computing for Physics (DEDIP). He/She will participate in a large international scientific collaboration: sPHENIX. He/She will have to show interest in 1) detector hardware and 2) simulations.

Keywords

Particle physics, Quark-Gluon plasma, Micromegas, Time projection chamber

Skills

Detector characterization using radioactive sources and beam tests. Data analysis using ROOT. Detector simulations using GARFIELD++.

Softwares

c, c++, labview, ROOT, GARFIELD++