



Mesure des performances d'une chambre à projection temporelle sans amplification gazeuse

Spécialité Physique corpusculaire des accélérateurs

Niveau d'étude Bac+4/5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DPhN/LSN](#)

Candidature avant le 01/05/2019

Durée 4 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [NEYRET Damien](#)

+33 1 69 08 75 52

damien.neyret@cea.fr

Résumé

Un projet de R&D a débuté à l'IRFU dans le but de développer une lecture directe des électrons primaires d'une chambre à projection temporelle (TPC) dénuée d'un étage d'amplification gazeuse. Cette lecture s'effectuera grâce à des circuits de lecture à très bas bruit IDeF-X et un plancher de lecture adapté. Un tel projet pourra intéresser par la suite plusieurs expériences. Le stagiaire travaillera à mettre en œuvre et mesurer les performances d'un prototype d'une telle TPC.

Sujet détaillé

Les chambres à projection temporelles (TPC) sont des volumes de gaz qui peuvent détecter les particules chargées les traversant grâce à la détection de l'ionisation du gaz qu'elles induisent. Les électrons d'ionisation dérivent grâce à un champ électrique jusqu'au bord de la chambre, et sont détectés à cet endroit le plus souvent avec des détecteurs gazeux, par exemple de type Micromegas. La mesure de la position de ces électrons et du temps pris par la dérive permet de reconstruire en 3 dimensions la trajectoire de la particule initiale. Dans ces détecteurs les électrons sont soumis à un champ électrique fort qui va provoquer un phénomène d'avalanche qui va fortement augmenter le nombre d'ionisations et induire un signal mesurable sur les électrodes de lecture. Cette méthode de lecture a montré de très bonnes performances en terme de résolution spatiale pour la reconstruction de la trajectoire des particules, cependant elle implique certaines contraintes qu'il n'est pas toujours possible de respecter. Ainsi le mélange gazeux utilisé dans la TPC doit pouvoir subir les phénomènes d'avalanches d'électrons de manière stable sans provoquer de décharges dans les détecteurs gazeux. De plus le phénomène d'amplification induit une dégradation de la mesure de l'énergie déposée par la particule initiale du fait de la variabilité statistique de ce phénomène.

Une étude sur un nouveau type de TPC, n'utilisant pas d'amplification gazeuse, a été lancée par notre groupe. L'objectif est de pouvoir détecter et mesurer directement les électrons primaires d'ionisation sur un plan de lecture adapté, grâce à une électronique de lecture à très bas bruit basée sur des circuits électroniques multi-canaux IDeF-X développés à l'Irfu. Le niveau de bruit de ces circuits étant directement lié à la capacité intrinsèque des électrodes de lecture, la taille de ces électrodes doit être la plus petite possible afin de limiter le bruit de lecture. Une telle TPC

pourrait apporter un avantage important pour les expériences de désintégration double-beta comme PandaX-III qui demandent d'avoir une très bonne résolution en énergie déposée dans la TPC, ainsi que pour d'autres expériences qui nécessitent d'utiliser des gaz non-adaptés à une amplification gazeuse, tel que l'hydrogène. Un prototype de TPC gazeuse utilisant une telle électronique avec un plan de lecture adapté est en cours de développement à l'Irfu afin de démontrer la validité de cette solution et de mesurer les performances de détection.

Le stagiaire participera avec les physiciens de l'Irfu/DPhN du groupe PandaX-III ainsi qu'avec les ingénieurs de l'Irfu/Dedip à la mise en œuvre de ce prototype et à la mesure de ses performances pour différents mélanges gazeux. Après avoir testé la TPC grâce à une source radioactive ainsi qu'avec des rayons cosmiques, il travaillera à l'analyse des données recueillies afin d'en déterminer le niveau de bruit de l'électronique, la résolution en énergie et l'homogénéité du gain du détecteur, ainsi que la résolution spatiale de la TPC. Les résultats pourront être présentés à la collaboration PandaX-III qui est directement intéressée par ce travail, ainsi que devant d'autres groupes.

Le travail proposé aura lieu au Département de Physique Nucléaire (DPhN) à l'Irfu au CEA de Saclay, ainsi que partiellement dans le laboratoire DEDIP de l'Irfu. La Collaboration PandaX-III comprend 60 physiciens de 12 laboratoires en Chine, aux États-Unis, en Espagne et en France. Les physiciens du groupe PandaX-III du DPhN ont participé à l'analyse des données plusieurs expériences de physique nucléaire et de physique hadronique ces dernières années et ont une grande expérience des problématiques de reconstruction de traces dans des détecteurs gazeux. Ils ont aussi développé différents détecteurs Micromegas pour les expériences Compass et n_TOF.

Durée du stage prévue: 4 à 6 mois

Formation demandée: M1 ou M2, le stage pourra éventuellement déboucher sur une thèse sur l'expérience PandaX-III

Mots clés

TPC, chambre à projection temporelle, détection gazeuse, électronique de lecture

Compétences

Analyses de données, analyse statistique, détecteurs gazeux, électronique de lecture et prise de données, simulation Monte-Carlo

Logiciels

C++, ROOT, GEANT4, Garfield++

Performance measurement of a temporal projection chamber without gaseous amplification

Summary

A R&D project started at IRFU aiming to develop a direct read-out of primary ionization electrons of a time projection chamber (TPC) without any gaseous amplification. This read-out will be done using very-low-noise IDeF-X chips and an adapted read-out board. Such a TPC read-out will be very interesting for several experiments. The student will test and evaluate the performance of the TPC prototype.

Full description

Keywords

TPC, time projection chamber, gaseous detection, read-out electronics

Skills

Data analysis, statistics, gaseous detectors, read-out electronics and data acquisition system, Monte-Carlo simulation

Softwares

C++, ROOT, GEANT4, Garfield++