



Modélisation des spectres antineutrino de réacteur

Spécialité Physique nucléaire

Niveau d'étude Bac+4/5

Formation Ingénieur/Master

Unité d'accueil [DPhP](#)

Candidature avant le 30-09-2018

Durée 4 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [VIVIER Matthieu](#)

+33 1 69 08 66 26

matthieu.vivier@cea.fr

Autre lien <http://doublechooz.in2p3.fr/>

Résumé

Les récentes mesures des flux d'antineutrinos de réacteurs publiées par les expériences dédiées à l'étude des oscillation de neutrinos sont en désaccord avec les modèles. L'objectif de ce stage est de tester l'hypothèse selon laquelle ce désaccord viendrait de la modélisation des branches beta, ingrédient nécessaire à la prédiction des flux d'antineutrino de réacteur.

Sujet détaillé

Les antineutrinos de réacteurs ont depuis leur découverte en 1956 joué un rôle prépondérant dans la compréhension des propriétés fondamentales du neutrino. Les neutrinos sont des particules élémentaires qui peuvent exister sous forme de trois saveurs, associées à l'électron, au muon et à la particule tau. Ils possèdent notamment la propriété de pouvoir changer de saveur au cours de leur propagation, phénomène confirmé en 1998 par les expériences SuperKamiokande et SNO, et connu sous le nom d'oscillation des neutrinos. Les centrales nucléaires utilisées pour la production d'électricité sont des sources intenses de neutrinos, et offrent un moyen très efficace de mesurer précisément la probabilité d'oscillation des neutrinos lorsque l'on place un ou plusieurs détecteurs à proximité. Pour les besoins de Double Chooz, expérience située dans les Ardennes sur la centrale nucléaire de Chooz, l'IRFU a procédé en 2011 à une réévaluation des spectres antineutrinos de réacteur. Les tout derniers spectres expérimentaux mesurés en 2016 par les expériences Daya Bay et Double Chooz, sont cependant en désaccord avec ces prédictions. Les antineutrinos de réacteur sont émis par désintégration beta - des produits issus de la fission du combustible nucléaire (U235, U238, Pu239, Pu241). Le spectre antineutrino émis par un coeur de réacteur résulte ainsi de la superposition de milliers de branches beta. Pour expliquer le désaccord entre théorie et expérience, la communauté scientifique s'accorde à dire que certaines hypothèses faites dans la modélisation des spectres antineutrinos réacteurs sont incorrectes, notamment au niveau de la modélisation des branches beta.

L'objectif de ce stage sera ainsi de quantifier l'impact d'une modélisation raffinée du spectre antineutrino émis par une branche beta sur les prédictions des spectres antineutrinos de réacteur. Outre les corrections usuelles à la théorie de Fermi (effet de taille fini du noyau, correction d'échange et d'écrantage, correction radiatives...) qui peuvent changer de quelques pour-cent le spectre neutrino d'une branche beta, l'effet des transitions interdites sur le spectre antineutrino total sera étudié et quantifié. Pour réaliser cette étude, l'étudiant aura à disposition un outil de

modélisation des spectres beta écrit avec le logiciel Matlab. Il évoluera dans l'équipe du projet NENUFAR (New Evaluation of Neutrino Fluxes At Reactors) qui a pour but de réviser et d'affiner la prédiction des spectres antineutrinos de réacteur.

Mots clés

Physique des particules; Physique nucléaire

Compétences

Programmation orientée objet, calcul numérique haute performance

Logiciels

C++; Matlab

Reactor antineutrino spectrum modeling

Summary

The experimental reactor neutrino fluxes, such as those measured by experiments dedicated to study neutrino flavor oscillation, recently showed disagreement with respect to the state of the art predictions. The goal of the following internship is to test whether or not such a disagreement could originate from the modeling of single beta branch neutrino spectra.

Full description

Since their discovery in 1956, reactor neutrinos played an important role in unveiling and understanding the fundamental properties of the neutrino. Neutrinos are elementary particles which come in three flavors, each associated to the electron, muon, and tau particles. When propagating, neutrinos can especially change from one flavor to another, a phenomenon known as neutrino flavor oscillation, which was experimentally confirmed in 1998 by the SuperKamiokande and SNO experiments. Nuclear power plants are copious sources of antineutrinos, and are therefore interesting to precisely measure the neutrino oscillation probability with one or several dedicated detectors placed nearby. In 2011, the reactor neutrino group at IRFU reassessed the state of the art predictions of reactor antineutrino fluxes for the Double Chooz experiment, located at the Chooz nuclear power plant in northern France. Since then, this new reactor antineutrino flux modeling has been extensively used by experiments using reactor antineutrinos, such as Double Chooz. However, the latest experimental reactor antineutrinos spectra, as for example measured by the Daya Bay and Double Chooz experiments, turned out to be surprisingly different from the current predictions.

Reactor antineutrinos originate from beta - decay of the products initiated by the fission of nuclear fuel (U235, U238, Pu239, Pu241). The resulting antineutrino spectrum is therefore a superposition of thousands of beta branches. To explain the aforementioned disagreement between theory and experimental results, the scientific community agrees on the fact that several assumptions made for predicting antineutrino reactor fluxes are incorrect, especially those made for the modeling of a single beta branch neutrino spectrum. The goal of the following internship is to quantify the impact of a refined modeling of single beta branch neutrino spectra, so as to check the beta branch modeling argument for explaining such a disagreement. Further to the usual corrections applied to the Fermi theory of beta decay (such as nucleus finite size effect, screening and exchange corrections, or radiative corrections), which can change a single branch neutrino spectrum up to a few percents, the effect of forbidden transitions on the total antineutrino spectrum will be studied and quantified in details. For this purpose, a Matlab-written benchmarked tool for beta spectrum modeling and computation will be used. The proposed work is part of the NENuFAR (New Evaluation of Neutrino Fluxes At Reactors) projet, which aims at revising and refining the predictions of reactor antineutrino spectra.

Keywords

Particle physics; Nuclear Physics

Skills

Object oriented programming, high performance numerical computation

Softwares

C++; Matlab



Etude expérimentale d'un caloduc cryogénique pulsé de 2 m de long

Spécialité Mécanique des fluides

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DACM / LCSE](#)

Candidature avant le 29-12-2018

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [Romain Bruce](#)

+33 1 69 08 47 82

roser.vallcorba@cea.fr

Résumé

Sujet détaillé

Les caloducs cryogéniques pulsés ou "pulsating heat pipe" (PHP) constituent un lien thermique très performant entre la source de froid (cryo-générateur) et le système à refroidir. Ce système de transfert diphasique innovant peut transporter la chaleur par oscillations de la phase liquide sur de grande distance. La géométrie simple du caloduc correspond à un serpentin formé à partir d'un tube capillaire lisse. Son comportement thermo-hydraulique est assez complexe car il est issu de l'entretien permanent de nombreuses instabilités responsables d'un état de « non-équilibre » nécessaire à son bon fonctionnement.

Des études ont déjà été réalisées dans le laboratoire sur un long caloduc pulsé horizontal (1 m) en azote, néon et argon pour le refroidissement d'aimant supraconducteur de nouvelle génération. L'objectif du stage est de caractériser expérimentalement un caloduc pulsé horizontal de 2 m de long et de développer un système de mesure innovant directement placé dans l'écoulement.

Avec l'aide de l'équipe technique, l'étudiant participera aux sessions expérimentales (prise de données), analysera les résultats expérimentaux sous le logiciel Matlab. Pour identifier les différents phénomènes physiques intervenant dans le fonctionnement du caloduc oscillant, un système innovant, mesurant localement la température et la pression à l'intérieur des caloducs pulsés, sera mise au point et installé sur le banc d'essai. L'étudiant participera à son développement en modélisant numériquement le comportement thermique, voir dynamique, de ce système de mesure sous OpenFoam.

Mots clés

Thermique, Diphasique, cryogénie, Méthodes numériques

Compétences

Instrumentation, Méthodes numériques

Logiciels

Matlab

Summary

Full description

Pulsating Heat Pipes (PHP) are passive two-phase heat transfer devices consisting of a long capillary tube bent into many U-turns connecting the condenser part to the evaporator part. These innovative systems are thermally driven by an oscillatory flow of liquid slugs and vapor plugs coming from phase changes and pressure differences along the tube. The coupling of hydrodynamic and thermodynamic effects allows high heat transfer performances between the hot and the cold part (cryocooler).

Three closed-loop 1-meter long pulsating heat pipes have been developed by the laboratory using nitrogen and neon as working fluid to cool down next generation of superconducting magnet. The objective of this internship is to characterize a 2 meters long PHP and develop an innovative measurement system placed inside in contact with the fluid inside the system.

The student will participate in the experimental sessions (data acquisition) with the technical support needed and will analyze the experimental results under the Matlab software. An innovative system measuring locally both temperature and pressure will be design and install inside the PHP to improve the characterization of the fluid. The student will numerically model the thermal behavior of this system using the OpenFoam software.

Keywords

Two phase flow, thermic, cryogenics,

Skills

Softwares

Matlab



Vers des performances ultimes du détecteur Micromegas

Spécialité CHIMIE

Niveau d'étude Bac+3

Formation Ingenieur/Master

Unité d'accueil [DEDIP / DEPHYS](#)

Candidature avant le 11-01-2019

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [FERRER-RIBAS Esther](#)

+33 1 69 08 38 52

esther.ferrer-ribas@cea.fr

Résumé

Les détecteurs Micromegas sont utilisés largement dans les expériences de physique de particules et physique nucléaire. L'Irfu est impliqué dans des expériences telles qu'ATLAS-NSW (Cern) et CLAS12 (Jefferson Laboratory) mais également dans la recherche et développement générique pour continuer à innover dans les détecteurs du futur. Dans ce but, nous avons développé un outil, avec précision micrométrique, qui nous permet d'optimiser de façon indépendante les paramètres importants d'un détecteur Micromegas.. Le stagiaire devra optimiser la performance des détecteurs pour différents mélanges gazeux. Il effectuera des mesures de gain et résolution en énergie. Il effectuera également des mesures d'« ion back flow » avec différentes configurations qui sont cruciales pour les futures chambres de projection temporelle pour des expériences telles que SPHENIX ou l'ILC.

Sujet détaillé

Les détecteurs Micromegas (Micro Mesh Gaseous Structure) sont des détecteurs gazeux inventés au milieu des années 90 par un groupe de physiciens du CEA-Saclay en collaboration avec Georges Charpak (prix Nobel de physique en 1992). Les chercheurs du Cern et du CEA/Irfu travaillent depuis plus de 15 ans sur ces détecteurs et sur l'optimisation de leurs performances dans différents environnements : en physique de particules (par exemple sur l'expérience ATLAS au Cern), en physique nucléaire ou encore au sur des expériences d'astroparticules, en particulier, sur la détection d'évènements rares comme les Weakly Interacting Particles (WIMPs) ou les Axions, tous les deux candidats à la matière noire de l'Univers.

Nous avons développé un outil, avec précision micrométrique, qui nous permettra d'optimiser de façon indépendante les deux espaces importants dans un détecteur Micromegas : l'espace d'amplification et l'espace de dérive. D'abord, l'étudiant étudiera le comportement pour différents jeux de paramètres. Il/elle pourra s'aider des simulations pour l'optimisation. Il participera également à la fabrication et à la mise en place du protocole de tests et à l'analyse de données. Il/elle mettra en place un système pour effectuer des mesures nouvelles sur l'ion back flow avec différentes configurations. Il/elle aura en charge le dispositif expérimental constitué d'une chambre pour accueillir des détecteurs avec l'électronique et système d'acquisition associés pour effectuer des mesures de gain et résolution en énergie et pour optimiser la performance des détecteurs.

Le stagiaire intégrera l'équipe internationale R&D Micromegas de l'IRFU composée de physiciens, d'ingénieurs et techniciens spécialisés dans les domaines de la conception et le développement de systèmes de détection de particules (mécanique, électronique intégrée et temps réel, mesures physiques, et analyse de données de tests)

Ce stage donnera lieu à des mesures originales effectuées pour la première fois qui permettront de mieux comprendre le détecteur et seront de grande utilité pour de futures applications.

Mots clés

Instrumentation, détecteurs gazeux, détecteurs Micromegas

Compétences

Mesures expérimentales sur prototypes avec des rayons cosmiques et des sources radioactives, traitement des données avec le logiciel ROOT. Simulations avec le logiciel COMSOL, GARFIELD++

Logiciels

Summary

Full description

Keywords

Skills

Softwares



Etude thermo-mécanique des cryomodules pour le projet DONES

Spécialité CHIMIE

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DACM / LIDC2](#)

Candidature avant le 12-03-2019

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse non

Contact [BAZIN Nicolas](#)

+33 1 69 08 49 98

nicolas.bazin@cea.fr

Résumé

Dans le cadre de l'étude du linac supraconducteur du projet DONES, le stagiaire participera aux études de l'ensemble des cryomodules en effectuant une partie des calculs thermo-mécaniques et en participant à la réalisation de la maquette 3D du linac supraconducteur.

Sujet détaillé

Le stage sera effectué au sein de l'Institut de Recherche sur les lois Fondamentales de l'Univers, dans le Département des Accélérateurs, de cryogénie et de Magnétisme (DACM). Le DACM a pour mission de mener à bien, avec la communauté nationale et internationale, des recherches et des développements d'excellence dans le domaine des accélérateurs de particules, des systèmes cryogéniques et des aimants supraconducteurs destinés à la recherche fondamentale. Ce Service est composé de plusieurs laboratoires dont le Laboratoire d'Intégration et Développement des Cavités et Cryomodules (LIDC2) qui est chargé de la recherche sur les cavités accélératrices supraconductrices et de l'intégration de cryomodules.

Les cryomodules sont des éléments destinés à l'accélération de particules et comportent des cavités supraconductrices en niobium refroidies à la température de l'hélium liquide. Ce sont des systèmes mécaniques très complexes.

Dans le cadre de l'étude du linac supraconducteur du projet DONES, le CEA a la responsabilité de concevoir les cinq cryomodules de l'accélérateur. Sous la responsabilité du responsable du SRF Linac, le stagiaire participera aux études de l'ensemble des cryomodules. Il effectuera une partie des calculs scientifiques dans les domaines de la mécanique, de la thermique et du vide. Il participera à la réalisation de la maquette 3D du linac supraconducteur en collaboration avec les ingénieurs du projet.

Vous préparez un diplôme de niveau Bac+5 en Ingénierie généraliste avec une spécialisation en mécanique.

Vous avez acquis ou allez acquérir certaines des compétences suivantes :

- Connaissances en mécanique, structure, thermique
- Modélisation par éléments finis
- Conception assisté par ordinateur (Solidworks)

Créatif et ouvert, vous proposerez des solutions novatrices. Curieux et autonome, vous êtes doté d'un sens du relationnel et vous aimez travailler en équipe.

Mots clés

Compétences

Logiciels

Summary

Full description

Keywords

Skills

Softwares