Jean-François Arguin
Université de Montréal
10 décembre 2023

Plan de cours PHY2601

Physique subatomique

Professeur: Jean-François Arguin, B-4443, 514-343-2298, jean-francois.arguin@umontreal.ca

Disponibilités: sur demande

Auxiliaire d'enseignement: Fannie Bilodeau fannie.bilodeau@umontreal.ca

Disponibilités: à déterminer

Horaire de cours:

- Mardi 13:30 - 15:20
- Jeudi 12:30 - 13:20

Horaire des travaux pratiques:

- Jeudi 13:30 - 14:20

Introduction

Le but de ce cours est de vous procurer une vue d'ensemble de la physique des particules. Nous débuterons la première partie du cours avec une revue globale du Modèle Standard de la physique des particules. En particulier on étudiera le comportement des trois forces connues de l'infiniment petit: les forces électromagnétique, nucléaire forte et nucléaire faible. Suivra une discussion des concepts de symétrie et une mini-introduction à la théorie des groupes, qui joue un rôle majeur en physique des particules.

La deuxième partie du cours sera consacrée à l'aspect expérimental de la physique des particules. En effet, la seule façon de connaître la vraie nature de l'Univers est de faire des expériences! Cette partie débutera par une introduction au accélérateurs et détecteurs de

particules, qui historiquement, ont été la méthode la plus efficace pour avancer nos connaissances dans ce domaine. Par la suite, le cours se déroulera pour quelques semaines dans un laboratoire informatique où vous travaillerez en équipe sur l'analyse des données de l'expérience ATLAS et du Grand Collisionneur de Hadrons (en anglais Large Hadron Collider, LHC). Vous utiliserez le programme simplifié d'analyse des données d'ATLAS basé sur le langage Python. Cette partie inclut un projet final où vous devez vous-même analyser les vrais données d'ATLAS pour extraire et étudier un processus, comme par exemple la production de quarks top de bosons Z et de bosons W, etc. À noter que vous analyserez de vrais (de vrais) données de l'expérience ATLAS!

La troisième partie du cours a pour but de vous donner un avant-goût de la physique théorique en physique des particules. Nous verrons alors le calcul par diagramme de Feynman d'interaction de particules, puis nous étudierons l'électrodynamique quantique, soit la théorie quantique et relativiste de l'électromagnétisme.

Sujets

- Historique (de 1897 à nos jours)
- Dynamique des particules élémentaires
    - Électrodynamique quantique, Chromodynamique quantique, Intéraction faible, Lois de conservation
- Symétries
    - Mini-introduction à la théorie des groupes, saveur, parité, conservation de charge
- Expérience de physique des particules: collisionneurs et détecteurs
    - Rappel de relativité, intéraction des particules avec la matière, détecteurs et principes généraux d'expériences avec collisionneurs
- Analyse des données d'ATLAS
    - Le détecteur ATLAS et le LHC, la phénoménologie de la physique du LHC, introduction au programme d'analyse Root et ATLAS Open Data
- Calcul de Feynman
    - Désintégration et diffusion, section efficace
- Théorie de l'électrodynamique quantique
    - Équation de Dirac, règles de Feynman

Références

- **Référence principale**: David Griffiths, *Introduction to Elementary Particles*, Édition Wiley.

Plusieurs copies disponibles à la librairie. La majorité du cours sera basé sur les chapitres 1 à 7 (excluant chap. 5) de ce livre.

- **Références secondaires:**
    - Mark Thomson, *Modern Particle Physics*, Édition Cambridge.
    - B.R. Martin & G. Shaw, *Particle Physics,* Édition Wiley.
    - G. Barr, R. Devenish, R. Walczak, T. Weinberg, *Particle Physics in the LHC Era*, Oxford

Évaluation

- **Devoirs: 15%**
- **Intra: 30%**
    - Date proposée: à déterminer
- **Final: 30%**
    - Date prévue: 15 avril, 8:30 à 11:30
    - Étant donné que le cours possède aussi un projet final, les questions de l'examen final ne toucheront directement que la deuxième partie du cours, dans un effort de ne pas vous surcharger
- **Projet final 25%**
    - Le projet final consiste à extraire et étudier un processus dans les vrais données d'ATLAS. Des détails seront fournis en temps et lieu