

Jean-François Arguin

Université de Montréal

21 décembre 2016

Plan de cours PHY2601

Physique subatomique

Professeur: Jean-François Arguin, V-236-1, 514-343-2298

Auxiliaire d'enseignement: Jérôme Claude, V-235

Horaire de cours:

- Lundi 13:30 à 15:20, Z-205
- Mardi 11:30 à 12:20, P-318

Horaire des travaux pratiques:

- Vendredi 10:30 à 11:20
 - Jusqu'au 24 février: Pavillon André-Aisenstadt, local : 1177
 - 10 mars et après: P-312

Introduction

Le but de ce cours est de vous donner une vue d'ensemble de la physique des particules. Nous débuterons la première partie du cours avec une revue de l'histoire de la physique des particules, ce qui nous permettra en même temps d'introduire plusieurs concepts utiles pour la suite. Nous ferons ensuite un survol de la phénoménologie des trois forces décrites dans le Modèle Standard de la physique des particules, soit 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. Nous verrons alors le principe calcul par diagramme de Feynman d'interaction de particules, tel que des sections efficaces et des désintégrations. Si le temps le permet, nous étudierons l'électrodynamique quantique, soit la théorie quantique et relativiste de l'électromagnétisme.

L'objectif de la deuxième partie du cours sera de vous familiariser, pour éventuellement analyser vous-même, les données de l'expérience ATLAS et du Grand Collisionneur de Hadrons (en anglais Large Hadron Collider, LHC). Nous verrons une introduction rapide à l'interaction des particules avec la matière et des principes des détecteurs de particules. Suivra une introduction à la physique d'ATLAS et du LHC, où je compléterai avec toute connaissance qui sera nécessaire à l'analyse des données d'ATLAS. Nous terminerons le cours à nous familiariser avec le programme d'analyse des données d'ATLAS: <http://opendata.atlas.cern>. Le cours inclut un projet final où vous devez vous-même analyser les vraies données d'ATLAS pour extraire et étudier un processus, comme par exemple production de quarks top dans le canal dilepton, désintégration de bosons Z en leptons taus, production de paires de bosons W, production électrofaible de quarks top, etc!

Sujets

- Historique (de 1897 à nos jours)
- Dynamique des particules élémentaires
 - Électrodynamique quantique, Chromodynamique quantique, Interaction faible, Lois de conservation, Notation tensorielle
- Symétries
 - Mini-introduction à la théorie des groupes, saveur, parité, conservation de charge
- Calcul de Feynman
 - Désintégration et diffusion, section efficace, règle d'or de Fermi
- Théorie de l'électrodynamique quantique (si le temps le permet)
 - Équation de Dirac, le photon, règles de Feynman
- Expérience de physique des particules: collisionneurs et détecteurs
 - Interaction 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

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.

Évaluation

- **Devoirs: 15%**
- **Intra: 30%**
 - Date prévue: 13 février, 13:30 à 15:20, Z-205
- **Final: 30%**
 - Date prévue: 25 avril, 9:00 à 12:00, S-144
 - 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. Environ 5-6 choix de projets seront proposés (par exemple production de quarks top dans le canal dilepton, désintégration de bosons Z en leptons taus, production de paires de bosons W, production électrofaible de quarks top , etc). Environ 5 équipes de 5 personnes seront formées, chaque membre devant faire un projet différent, un peu comme une mini-collaboration en physique des particules. Vos résultats devront rester confidentiels à l'intérieur de votre équipe. Les résultats seront dévoilés dans une "conférence", qui aura lieu dans la dernière semaine de cours. On verra alors qui aura obtenu les meilleurs résultats!