# LPHY1331

*2015-2016*

# Noyaux et particules élémentaires

| 5.0 crédits | 30.0 h + 22.5 h | 2q |
|---|---|---|

| | |
|---|---|
| Enseignants: | Lemaitre Vincent ; |
| Langue d'enseignement: | Français |
| Lieu du cours | Louvain-la-Neuve |
| Préalables : | LPHY1211, LPHY1223, LPHY1322<br>*Le(s) prérequis de cette Unité d'enseignement (UE) sont précisés à la fin de cette fiche, en regard des programmes/formations qui proposent cette UE.* |
| Thèmes abordés : | Il s'agit d'un cours sur les fondements expérimentaux (découvertes de l'électron, des particules alpha, du noyau, du neutron, des rayons cosmiques, des muons, des pions, des neutrinos, des particules étranges, des anti-particules) et sur l'introduction des modèles de la physique nucléaire (énergie de liaison, goutte liquide, modèle en couches, potentiel de Yukawa) et de la physique des particules (la voie octuple et le modèle standard des interactions fondamentales entre particules élémentaires). En particulier, on mentionne l'unification des interactions électromagnétique et faible et on distingue l'interaction nucléaire forte et la chromodynamique quantique. Les concepts de fusion et de fission sont également abordés.<br>Le cours se veut introductif mais a pour ambition de ne pas se limiter à une connaissance purement journalistique. On insiste sur la relation entre l'expérience et la compréhension théorique des phénomènes observés. Les concepts de temps de vie et de section efficace sont donc introduits. On insiste aussi sur le contenu intellectuel des expériences qui ont, pour la plupart, été couronnées de Prix Nobel. Enfin, on réalise une mesure de temps de vie du muon en direct, au moyen d'un dispositif expérimental construit pour la cause et au moyen d'une analyse des données. |
| Acquis d'apprentissage | a. Contribution de l'activité au référentiel AA (AA du programme)<br>AA1 : 1.3, 1.6, 1.8<br>AA2 : 2.2<br>AA3 : 3.2, 3.5, 3.6<br>AA6 : 6.3<br><br>b. Formulation spécifique pour cette activité des AA du programme<br>A la fin de cette activité, l'étudiant est capable :<br>1. D'expliquer les phénomènes naturels aux échelles des noyaux et des particules élémentaires de façon qualitative.<br>2. D'apprécier le contenu intellectuel des découvertes expérimentales à la base des théories en question.<br>3. De communiquer et d'apprécier les hypothèses théoriques fondamentales des modèles nucléaires et du modèle standard au moyen d'un langage diagrammatical spécifique (amplitudes de probabilité)<br>4. De voir les différences conceptuelles entre la physique nucléaire et la physique des particules.<br>*La contribution de cette UE au développement et à la maîtrise des compétences et acquis du (des) programme(s) est accessible à la fin de cette fiche, dans la partie « Programmes/formations proposant cette unité d'enseignement (UE) ».* |
| Modes d'évaluation des acquis des étudiants : | L'évaluation consiste en un examen oral d'environ 40 minutes par étudiant. Il est proposé (sans obligation) à l'étudiant de préparer une question de son choix qu'il présentera oralement.<br>L'étudiant doit élaborer et argumenter ses réponses au moyen de ce langage diagrammatical et faire les liens avec les observables concrètes présentées lors du cours magistral.<br>L'étudiant doit pouvoir retracer les grandes idées et les expériences qui sont à l'origine de l'élaboration de théories de la physique nucléaire et des particules.<br>L'évaluation de ce travail est indirectement reprise lors de l'évaluation orale. Eventuellement, dépendant des années, un rapport (évalué) de laboratoire est demandé aux étudiants. |
| Méthodes d'enseignement : | Dispositifs pédagogiques : Tableau et projection de transparents.<br>On développe le langage diagrammatical qui se base sur les fondements de la mécanique quantique (amplitude de probabilité). Ces amplitudes sont mises en relation avec l'observations de phénomènes spectaculaires du monde de l'infiniment petit (les noyaux et les particules) . L'étudiant est pour la première fois en présence d'une description qualitative, mais moderne, de la physique microscopique.<br>Sans en faire un cours d'histoire des sciences, on retrace les premières découvertes qui sont à l'origine du développement de la physique microscopique moderne. On insiste donc sur les fondements expérimentaux (découverte des premiers noyaux et des particules) qui ont mené à l'élaboration des premiers modèles en physique nucléaire et en physique des particules.<br>Le volume 2 de ce cours est entièrement dédié à l'élaboration d'un laboratoire de mesure de temps de vie du muon. La découverte de cette particule et la notion de temps de vie est clairement mise en perspective dans le cours et ce laboratoire doit permettre aux étudiants de comprendre ce que l'on entend par « voir une particule », « mesurer son temps de vie » au moyen d'un dispositif faisant usage de techniques de détection moderne. Il s'ensuit une analyse de données et une discussion sur l'interprétation des résultats. |
| Contenu : | I. Introduction,<br>1.1 infiniment petit et connexion cosmologique. |

| | |
|---|---|
| | 1.2 Introduction aux diagrammes de Feynman<br>1.3 Rappel de quelques principes de détection des particules<br>1.4 Découverte des « rayonnements » alpha, beta et gamma<br>1.5 Rayonnement cosmique (origine et composition)<br><br>II Modèle nucléaires et découverte des premières particules<br>2.1 Découverte du neutron, les premiers noyaux et notion d'isospin fort.<br>2.2 Modèle de la goutte liquide<br>2.3 Modèle de Yukawa de l'interaction entre nucléons<br>2.4 Les découvertes du pion et du muon<br>2.5 Découverte des particules étranges et voie octuple<br><br>III. Interaction forte fondamentale et la physique nucléaire<br>3.1 Hypothèse des quarks et du confinement<br>3.2 Origine de la masse des particules<br>3.3 Interaction nucléaire forte et QCD, Le potentiel nucléon-nucléon revisité<br>3.4 Modèles nucléaires avancés (de type Yukawa ou de Woods-Saxon)<br>3.5 Introduction à la fusion et à la fission nucléaire<br>3.5 Description plus complète des désintégrations alpha, beta et gamma<br><br>IV. Interaction faible et introduction au Modèle Standard<br>4.1 Interaction à 4 fermions<br>4.2 Découverte des (anti-)neutrinos<br>4.3 Découverte de plusieurs saveurs de neutrinos<br>4.4 Hypothèses de base du Modèle Standard des interactions fondamentales<br>4.5 Vérifications expérimentales (courants neutres et bosons W et Z)<br>4.6 Sur l'origine de la masse des particules élémentaires (mécanisme BEH et découverte du bosons de Higgs) |
| Faculté ou entité en charge: | PHYS |

## Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)

| Intitulé du programme | Sigle | Crédits | Prérequis | Acquis d'apprentissage |
|---|---|---|---|---|
| Mineure en physique | LPHYS100I | 5 | - | 🔍 |
| Master [120] : ingénieur civil physicien | FYAP2M | 4 | - | 🔍 |
| Bachelier en sciences physiques | PHYS1BA | 5 | LPHY1211 **et** LPHY1223 | 🔍 |