

PHQ134 – RELATIVITÉ ET PHYSIQUE MODERNE

Cours

Titre :	Relativité et physique moderne
Sigle :	PHQ134
Session :	1 (Automne)
Crédits :	3
Travaux dirigés :	1 heure / semaine
Travail personnel :	5 heures / semaine

Professeur

Nom :	Jeffrey Quilliam
Courriel :	jeffrey.quilliam@usherbrooke.ca
Bureau :	D9-1010
Labo :	D2-0046
Poste :	66476
Cellulaire :	(819) 570-3636

Place du cours dans le programme

Type de cours :	obligatoire
Cours préalables :	aucun
Cours concomitants :	aucun

Chargé d'exercices

Nom :	Alexandre Leblanc
Courriel :	Alexandre.Leblanc3@USherbrooke.ca

MISE EN CONTEXTE

C'est au début du 20^e siècle, alors que certains scientifiques pensaient avoir atteint une compréhension totale de la nature, que commencent à apparaître un ensemble de résultats expérimentaux qui viennent ébranler la belle cohérence des lois de la physique classique. En effet, jusqu'à cette période, les théories classiques comme la mécanique, la thermodynamique, et l'électromagnétisme expliquaient très bien bon nombre de phénomènes physiques. La première mise en échec de la théorie classique est venue avec la théorie de la relativité d'Einstein. Ensuite, une série d'expériences sur les atomes et le noyau atomique ont mis en lumière l'incapacité des théories classiques à rendre compte des phénomènes se produisant à cette échelle microscopique et ont conduit à la création de la mécanique quantique. Les théories de la relativité (restreinte et générale) ainsi que la mécanique quantique sont les piliers de ce qu'on appelle la « physique moderne ». Ces théories ont conduit à une véritable révolution dans notre façon de concevoir le monde physique.

Dans le cours de Physique moderne (PHQ 134), nous étudierons tout d'abord les expériences célèbres qui ont permis de remettre en question la physique classique et nous montrerons comment elles nous ont conduits à introduire une nouvelle description du mouvement à l'échelle atomique (mécanique quantique) qui ne fait plus appel à un déterminisme strict mais plutôt à une description statistique. Nous montrerons comment la mécanique quantique permet de décrire les propriétés de l'atome et du noyau atomique et comment elle permet de donner une description unifiée de l'ensemble des particules subatomiques.

Nous étudierons ensuite la théorie de la relativité restreinte. Nous montrerons comment il faut modifier la mécanique classique pour incorporer les postulats d'Einstein menant à la contraction des longueurs et à la dilatation du temps. Nous montrerons comment décrire la dynamique relativiste par un diagramme de Minkowski.

DESCRIPTIF OFFICIEL

PHQ 134 (3 crédits) – Relativité et physique moderne (3-1-5)

Cible(s) de formation

Se familiariser avec la théorie de la relativité restreinte ainsi qu'avec les phénomènes physiques ayant suscité la révolution quantique.

Contenu

Théorie de la relativité restreinte. Bases expérimentales de la physique quantique. Structure de l'atome. Propriétés du noyau atomique. Propriétés ondulatoires de la matière. Interprétation probabiliste de Born. Principe d'indétermination d'Heisenberg. Équation de Schrödinger. Introduction à la physique des particules élémentaires.

HORAIRE

- Mercredi 10h30 – 12h20,
- Vendredi 13h30 – 15h20

Ce cours consiste en 3 heures de leçons magistrales données par le professeur et 1 heure de travaux dirigés (exercices) avec un chargé d'exercices. Souvent les travaux dirigés auront lieu le vendredi après-midi à 14h30, mais ceci peut changer d'une semaine à l'autre.

OBJECTIFS

En général, le cours PHQ134 vise à

- initier à la mécanique quantique et à la relativité restreinte – les deux théories contra-intuitives qui forment la base de la physique moderne.
- expliquer le contexte historique et expérimental derrière le développement de ces théories
- présenter une introduction simple à la physique nucléaire

PLAN DE LA MATIÈRE

1. Mise en contexte – la physique avant 1895

- La mécanique classique
- Électromagnétisme et les ondes électromagnétiques
- Modèle atomique, thermodynamique, équipartition

2. La relativité restreinte

- Les contradictions menant à la relativité (eg. l'expérience de Michelson-Morley)
- Postulats d'Einstein
- Transformations de Lorentz
- Dilatation du temps et contraction des longueurs
- Relativité de la simultanéité
- Confirmations expérimentales de la relativité restreinte
- Effet Doppler relativiste
- Espace-temps et diagrammes de Minkowski
- Dynamique relativiste

3. Quantification du rayonnement électromagnétique

- Découverte des rayons-X et de l'électron
- Détermination de la charge de l'électron
- Rayonnement du corps noir et postulat de Planck
- Effet photoélectrique
- Radiation de freinage
- Effet Compton

4. La structure de l'atome

- Spectres atomiques
- Expérience de Franck et Hertz
- Expérience de diffusion de Rutherford
- Modèles atomiques de Thomson et de Rutherford
- Modèle atomique de Bohr

5. Introduction à la mécanique quantique

- Hypothèse de de Broglie
- Diffusion électronique : expérience de Davisson et Germer

- Dualité onde-corpuscule
- La fonction d'onde et son interprétation
- Les paquets d'onde
- Principe d'indétermination d'Heisenberg
- Équation de Schrödinger
- Résolution de l'équation de Schrödinger pour le puits carré infini et introduction à la notion de base de fonctions.

6. Introduction à la physique nucléaire

- Becquerel et la radioactivité
- La découverte du proton
- La découverte du neutron
- Propriétés nucléaires (taille et forme des noyaux, spin, moment magnétique intrinsèque)
- Énergie de liaison nucléaire et stabilité des noyaux
- Forces nucléaires
- Désintégrations alpha, bêta et gamma et capture électronique
- Nucléides radioactifs
- Datation basée sur la radioactivité
- Réactions nucléaires : fission et fusion

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

- Leçons magistrales données par le professeur
- Résolution de problèmes avec un chargé d'exercices (travaux dirigés)

ÉVALUATION

30%	Devoirs (5 × 6%)
30%	Examen intra
40%	Examen final

- Les devoirs peuvent être faits individuellement ou en équipe de 2 ou 3 personnes (maximum). Une seule copie par équipe doit être remise.
- Pénalité pour retard : 20% par jour

BIBLIOGRAPHIE

Il est impératif de vous procurer la référence suivante (disponible à la librairie du campus) que nous suivrons de très près :

Auteurs : Thornton et Rex

Titre : Physique moderne

Éditeur : de Boeck

ISBN : 978-2-8041-5963-0

Coût : environ 110\$