



Université de Sherbrooke
Faculté des sciences
Département de physique

PLAN DE COURS
Trimestre d'automne 2016

RELATIVITÉ ET PHYSIQUE MODERNE

(PHQ 134)

COURS

Titre : Relativité et physique moderne Sigle : PHQ 134
Crédits : 3 Session : 1
Travaux dirigés : 1 heure/semaine Travail personnel : 5 heures / semaine

PROFESSEUR

Nom : René Côté (Professeur titulaire)
Bureau: D2-1074 (département de physique)
Téléphone : 819-821-8000, poste 62049
Site WWW : <https://www.usherbrooke.ca/moodle2-cours/>
Courriel: Rene.Cote@USherbrooke.ca
Horaire de disponibilité: À déterminer au début du cours
Chargé d'exercices : Charles-David Hébert (bureau : D3-1056)

PLACE DU COURS DANS LE PROGRAMME

Type de cours : obligatoire
Cours préalables : aucun

Ce cours est également obligatoire dans le programme de baccalauréat en enseignement au secondaire (BES), profil Sciences et technologies, option physique.

MISE EN CONTEXTE DU COURS

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 analyserons 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 conception de l'espace et du temps (relativité) et 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 introduirons dans ce cours le formalisme mathématique approprié à chacune des deux théories (relativité et mécanique quantique) soit une description covariante des équations de la mécanique et de la dynamique relativistes et une description basée sur la fonction d'onde et l'équation de Schrödinger pour les phénomènes à l'échelle atomique.

DESCRIPTIF OFFICIEL

PHQ 134

3 cr.

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.

ORGANISATION DE LA MATIÈRE

Le contenu détaillé du cours est le suivant :

1. **Théorie de la relativité restreinte**
 - a. Expérience de Michelson-Morley
 - b. Postulats d'Einstein

- c. Transformations de Lorentz
 - d. Dilatation du temps et contraction des longueurs
 - e. Structure de l'espace-temps (formulation covariante)
 - f. Mécanique relativiste
 - g. Dynamique relativiste
 - h. Effet Doppler
- 2. Quantification du rayonnement électromagnétique**
- a. Découverte des rayons X et de l'électron
 - b. Détermination de la charge de l'électron
 - c. Effet photoélectrique
 - d. Effet Compton
 - e. Radiation de freinage
- 3. La structure de l'atome**
- a. Spectres atomiques
 - b. Expérience de Franck et Hertz
 - c. Expérience de diffusion de Rutherford
 - d. Modèles atomiques de Thomson et de Rutherford
 - e. Modèle atomique de Bohr
- 4. Propriétés ondulatoires de la matière**
- a. Hypothèse de de Broglie
 - b. Diffusion électronique : expérience de Davisson et Germer
 - c. Dualité onde-corpuscule
 - d. La fonction d'onde et son interprétation
 - e. Principe d'indétermination d'Heisenberg
 - f. Équation de Schrödinger
 - g. Application au puits de potentiel infini
- 5. Le noyau atomique**
- a. Spectres caractéristiques en rayons X et numéro atomique
 - b. La découverte du neutron
 - c. Propriétés nucléaires (taille et forme des noyaux, spin, moment magnétique intrinsèque)
 - d. Forces nucléaires
 - e. Désintégrations alpha, bêta et gamma
 - f. Nucléides radioactifs : datation basée sur la radioactivité
- 6. Introduction à la physique des particules élémentaires**
- a. Premières découvertes : le positon et le méson de Yukawa
 - b. Les interactions fondamentales
 - c. Quarks
 - d. La classification des particules élémentaires
 - e. Lois de conservation et symétries

MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Le cours consiste en exposés magistraux dans lesquels nous faisons une grande place aux questions des étudiants, à la résolution de problèmes et aux illustrations de la théorie par des démonstrations physiques ou des vidéos. Une heure par semaine est consacrée à la correction des devoirs et/ou à la résolution de problèmes (cette heure est donnée par le chargé d'exercices).

ÉVALUATION

Moyens d'évaluation	<ul style="list-style-type: none">• 6 devoirs• 1 examen intra• 1 examen final
Types de question	<ul style="list-style-type: none">• Problèmes à résoudre• Questions de compréhension
Pondération	<ul style="list-style-type: none">• Devoirs : 30%• Intra : 30%• Final : 40%

- Les devoirs peuvent être faits individuellement ou en équipe de 2 ou 3 personnes (maximum). Une seule copie par équipe doit être remise pour la correction.
- Pénalité pour retard : à moins d'une entente préalable avec moi, la pénalité est de 10% pour le premier jour, de 20% additionnel pour le second jour. Aucun devoir n'est accepté plus de deux jours après la date de remise et en aucun cas après sa correction en classe.

BIBLIOGRAPHIE

Il est impératif de vous procurer la référence suivante que nous suivrons de très près :

Auteurs : Thornton et Rex

Titre : Physique moderne

Éditeur : de Boeck

ISBN : 978-2-8041-5963-0

Disponible à la librairie de la Coopérative

Coût : environ 110\$