

**SP303**

# Physique Moderne

**Fridolin KWABIA TCHANA**  
(Coordinateur du module)

[kwabia@lisa.ipsl.fr](mailto:kwabia@lisa.ipsl.fr)

Maître de Conférences  
Université Paris Cité

**23-24**



## Présentation de l'Equipe Enseignante

- **Fridolin Kwabia Tchana** (CM GR1 & CTD PP)
- **Bader Bellahsène** (CM GR2 & TD groupes BN et INT3)
- **Ziad Adem** (CM INT)
- **Thibaut Larroque** (CTD, Bordeaux)
- **Mahamadou Seydou** (TD groupes A, B et D)
- **Sandy MAKHLOUF** (TD groupes F et INT2)
- **Iman Ragheb** (TD groupes C et E)
- **David Msika** (TD groupe INT1)

# Déroulement et modalités d'évaluation

## Déroulement:

- 15 h de cours et 13h de TD pour SP303 et SP303I
- 43 h de cours-TD pour SP303P
- 28 h de cours-TD pour SP303B

## Modalités d'évaluation:

- **CC** (Contrôle continu, semaines 39 & 45) : **40%**
- **DE** (Devoir Écrit) : **60%**

# Plan du cours

**Chapitre 0 : Rappel de mécanique classique (1.5 h)**

**Partie A: Introduction à la relativité restreinte**

Chapitre 1 : Transformations et principe de relativité Galiléens (2.5 h)

Chapitre 2 : Théorie de la relativité restreinte (2h)

Chapitre 3 : Dynamique relativiste (2h)

**Partie B: Introduction à la mécanique quantique**

Chapitre 4 : Onde et matière (4h)

Chapitre 5 : Introduction à la mécanique quantique (3h)

# Plan des TD

TD Chapitre 1 : Transformations et principe de relativité Galiléens (3 h)

TD Chapitre 2 : Théorie de la relativité restreinte (2h)

TD Chapitre 3 : Dynamique relativiste (1.5h)

TD Chapitre 4 : Onde et matière (3.5h)

TD Chapitre 5 : Introduction à la mécanique quantique (3h)



# AVANT - PROPOS

Les physiciens des années 1890 pensaient que l'application de méthodes expérimentales rigoureuses et la pensée intellectuelle pouvaient expliquer pratiquement n'importe quoi dans la nature. L'application de la mécanique à la théorie cinétique des gaz et la thermodynamique statistique, par exemple, fut un grand succès.

La question de la nature de la lumière fut apparemment tranchée au début des années 1800 en faveur des ondes. Pendant plus de 100 ans le point de vue corpusculaire avait prévalu, principalement du fait d'une opinion du grand Newton à laquelle il ne tenait pas si fort. Dans les années 1860 Maxwell montra que sa théorie électromagnétique prédisait pour les ondes électromagnétiques une gamme de fréquences bien plus étendue que celle correspondant aux phénomènes optiques visibles. Au XX<sup>e</sup> siècle, le choix entre ondes et corpuscules allait refaire son apparition.




## AVANT - PROPOS

Les lois de conservation de l'énergie, de la quantité de mouvement, du moment cinétique et de la charge sont bien établies. Les trois forces fondamentales sont l'interaction gravitationnelle, électrofaible et forte. *Au fil des ans plusieurs forces ont été unifiées en ces trois-là.* Les physiciens poursuivent activement leurs efforts pour unifier ces trois forces en seulement deux ou même une seule force fondamentale.

La théorie atomique de la matière suppose que les atomes constituent la plus petite unité de matière que l'on peut identifier à un élément donné. Les molécules sont composées d'atomes, et ces atomes peuvent être associés à des éléments différents. La théorie cinétique des gaz part de l'hypothèse que la théorie atomique est correcte, et ces deux théories se sont développées ensemble. La théorie atomique de la matière n'a pas été acceptée totalement avant 1910 environ, époque à laquelle Einstein avait expliqué le mouvement brownien et Perrin avait publié des preuves expérimentales convaincantes.

# AVANT - PROPOS



En l'an 1895, plusieurs problèmes importants semblaient ne déranger que quelques physiciens. Parmi ces problèmes, citons l'incapacité de détecter un milieu électromagnétique, la difficulté de comprendre l'électrodynamique des corps en mouvement, et le rayonnement du corps noir. Quatre découvertes importantes, dans la période 1895-1897, allaient donner le départ de l'âge atomique : les rayons X, la radioactivité, l'électron et le dédoublement des raies spectrales (effet Zeeman). La compréhension de ces problèmes et découvertes (entre autres) constitue l'objet de la physique moderne.





efrei

PARIS PANTHÉON-ASSAS UNIVERSITÉ

# RESUME

La physique moderne développe la physique basée sur les deux axes majeurs du début du XX<sup>e</sup> siècle: la **relativité** et la **mécanique quantique**.

Le but de ce cours est d'introduire la physique quantique et son rôle dans la construction de modèles modernes de la matière et du rayonnement.

Ce cours montre en détail comment les nouvelles observations, expériences et idées se sont développées. Nous considérons les paradoxes expérimentaux et théoriques qui ont forcé de sortir du raisonnement classique et la logique traditionnelle. Il s'agit d'introduire les nouvelles idées de la physique moderne « quantique » utile pour mieux comprendre la nature.

**L'objectif de ce cours est de donner à l'étudiant une compréhension profonde sur la base de la relativité restreinte et de la mécanique quantique de Schrödinger.**



PARIS PANTHÉON-ASSAS UNIVERSITÉ

efrei

# Acquis d'apprentissage

Au terme de ce module, les étudiants seront capables de :

- Etablir le lien entre l'approche algébrique (transformation de Lorentz) à l'interprétation géométrique (dans l'espace-temps) pour décrire des phénomènes tels que la dilatation du temps et la contraction des longueurs.
- Expliquer d'une manière simple les limites de la physique classique et l'origine de la physique quantique
- Utiliser l'interprétation quantique des phénomènes physique abordés en cours (effet compton, effet photoélectrique...), pour résoudre la problématique de la théorie classique et mettre tous ces phénomènes observés en évidence expérimentalement.

# Bibliographie

- Modern Physics, Frank J. Blatt, McGraw-Hill, (ISBN 0-07-005877-6), 1999
- « Relativité: Fondements et applications », J.-P. Perez (Dunod, Paris, 1999)
- Introduction à la physique moderne : relativité et physique quantique, Claude Fabre, Charles Antoine, Nicolas Treps (Dunod, 2015)
- Introduction à la mécanique quantique, M. Chrysos and J. Hladik, Dunod, (ISBN 2-10-050034-1), 2000