

2021-2022	Tronc Commun	Année 2 – Sem. 4
PHYS206	Physique Moderne	Obligatoire
ECTS : 3 (crédits)	Enseignants : Dr Mustapha Ziadé, Dr Georges Sakr, Dr. Fadia Taher	Langue : Français
Total: 39 heures	Période : Mars-Juin	

### Description

Ce module de physique moderne a pour but d'introduire d'une part les notions de la relativité restreinte (macroscopique) suite à l'échec de la physique classique, et d'autre part les notions de la mécanique quantique (microscopique).

### Acquis de la formation

- Choisir (suivant les données) d'utiliser la physique classique, ou la relativité, ou la mécanique quantique.
- Calculer les transformations des grandeurs (positions, longueurs, temps, durées, simultanités, vecteurs vitesses, masses, quantités de mouvement, énergies, etc.) en physique classique et en physique relativiste.
- Calculer une ou plusieurs grandeurs (fréquences, vitesses, etc.) pour un effet Doppler classique et pour un effet Doppler relativiste.
- Calculer une ou plusieurs grandeurs (vitesses, énergies, fréquences, etc.) pour un effet Compton.
- Calculer les grandeurs (masses, longueurs d'onde, etc.) pour la dualité onde-corpuscule de De Broglie.
- Calculer une ou plusieurs grandeurs en mécanique quantique (fonctions d'onde, probabilités, valeurs moyennes, normalisation, niveaux, énergies, etc.) en utilisant pour une particule (électron) l'équation de Schrödinger à une dimension pour un puits de potentiel infini, pour un puits de potentiel fini, pour une barrière de potentiel, pour l'effet tunnel.

### Contenu

#### Relativité classique :

- Principe de la relativité de Galilée ; Temps et espace absolus.
- Invariance de la célérité de la lumière ; Aberration de la lumière.
- L'effet Doppler classique.

#### Transition entre la relativité classique et la relativité restreinte :

- Expérience de Fizeau.
- Expérience de Michelson et Morley.

#### Relativité restreinte :

- Simultanéité des événements.
- Transformation de Lorentz (forme vectorielle et matricielle) et ses conséquences :  
Relativité de la simultanéité ; contraction des longueurs ; ralentissement de la marche des horloges mobiles ; Transformation des vitesses.
- Quantité de mouvement : masse relativiste et masse propre.
- Masse et énergie (relation d'Einstein).
- Effet Doppler relativiste.

#### Mécanique quantique :

- Introduction : Effet Compton ; Diffraction des rayons X ; Théorie quantique de la lumière.

- Hypothèse de De Broglie (dualité onde corpuscule, longueur d'onde de Broglie) : vitesse de phase et vitesse de groupe ; ondes planes de De Broglie.
- Fonction d'onde ; probabilité et condition de normalisation ; principe de superposition ; valeur moyenne ; notation Bra-Ket.
- Opérateurs : positions, impulsion, énergie (cinétique, potentielle et hamiltonien) et moment cinétique.
- Equation de Schrödinger : Etats stationnaires ; Valeurs propres ; Fonctions propres ; Fonctions d'ondes à une dimension ; Puits de potentiel infini ; Puits de potentiel fini ; Barrière de potentiel et effet tunnel.
- Application : microscope à effet tunnel (STM).

### Références

- Nolan P.J., Fundamentals of Modern Physics, 2014, State University of New York, USA.
- Krane K., Modern Physics, 3rd edition, 2012, Oregon State University, USA.

### Méthode d'évaluation :

L'évaluation dans les domaines suivants sera convertie en points, pour calculer la note finale dans ce

- Examen partiel
- Examen final

<b>2021-2022</b>	<b>Common Trunk</b>	<b>Year 2 – Sem. 4</b>
<b>PHYS206</b>	<b>Modern Physics</b>	<b>Mandatory</b>
ECTS: 3 (credits)	Instructors: Dr Mustapha Ziadé, Dr Georges Sakr, Dr. Fadia Taher	Language : English
Total hours: 39 h.	Period : March-June	

### Description

This module "Modern Physics" aims to introduce on the one hand the notions of special relativity (macroscopic) following the failure of classical physics, and on the other hand the notions of quantum mechanics (microscopic).

### Learning outcomes

- Choose (depending on the data) to use classical physics, or relativity, or quantum mechanics.
- Calculate the transformations of quantities (positions, lengths, times, durations, simultaneities, velocity vectors, masses, linear momentum, energies, etc.) in classical physics and in relativistic physics.
- Calculate one or more quantities (frequencies, speeds, etc.) for a classical Doppler effect and for a relativistic Doppler effect.
- Calculate one or more quantities (speeds, energies, frequencies, etc.) for the Compton effect.
- Calculate the quantities (masses, wavelengths, etc.) for the De Broglie wave-particle duality.
- Calculate one or more quantities in quantum mechanics (wave functions, probabilities, average values, normalization, levels, energies, etc.) using for a particle (electron) the one-dimensional Schrodinger equation for a potential well infinite, for a finite potential well, for a potential barrier, for the tunnel effect.

### Content

#### Classical relativity:

- Galileo's principle of relativity; Absolute time and space.
- Invariance of the celerity of light; Aberration of light.
- The classic Doppler effect.

#### Transition between classical relativity and special relativity:

- Fizeau's experiment.
- Michelson and Morley experiment.

#### Relativity:

- Simultaneity of events.
- Lorentz transformation (vector and matrix form) and its consequences:  
Relativity of simultaneity; contraction of lengths; time dilation (slowing down of moving clocks); transformation of velocities.
- Quantity of motion: relativistic mass and eigen-mass (mass at rest).
- Mass and energy (Einstein relation).
- Relativistic Doppler effect.

#### Quantum mechanics:

- Introduction: Compton effect; X-ray diffraction; Quantum theory of light.
- De Broglie hypothesis (corpuscle-wave duality, De Broglie wavelength): phase speed and group speed; De Broglie plane waves.
- Wave function; Probability and condition of normalization; Principle of superposition; average value;

Bra-Ket notation.

- Operators: positions, linear momentum, energy (kinetic, potential and Hamiltonian) and angular momentum.
- Schrodinger's equation: stationary states; eigenvalues; eigen-functions; one-dimensional wave functions; infinite potential well; finite potential well; potential barrier and tunnel effect.
- Application: scanning tunneling microscope (STM).

#### References

- Nolan P.J., Fundamentals of Modern Physics, 2014, State University of New York, USA.
- Krane K., Modern Physics, 3rd edition, 2012, Oregon State University, USA.

#### Evaluation method

Assessment in the following areas will be converted to points, to compute the final grade in this course:

- Midterm exam
- Final exam