



UNIVERSITE ALIOUNE DIOP DE BAMBEY

SYLLABUS

## Mécanique quantique

Code EC : MPC12341

### 1. RESPONSABLE DU COURS

Prénom et Nom : Senghane Mbodji

Disponibilités : Permanent

Email : [senghane.mbodji@uadb.edu.sn](mailto:senghane.mbodji@uadb.edu.sn)

Site web : <https://ifoad.uadb.edu.sn/mutualisation/course/view.php?id=55#section-0>

Exigence pratique :

Lors du cours magistral l'étudiant se soumet à certaines obligations telles que : mettre en mode silencieux les téléphones portables.

Pendant les séances de d travaux dirigés, l'étudiant doit préparer les exercices de la série de TD, venir à l'heure et éteindre son téléphone portable.

### 2. IDENTIFICATION DU COURS

Niveau : Licence 2

UE Physique III Code UE : MPC1234

Nombre de crédits de l'UE : 8

EC Mécanique quantique Code EC : MPC12341

Poids dans l'UE : 1/2

Volume horaire du cours : **CM**: 24h, **TD** : 24h ; **TPE** : 32h

### 3. DESCRIPTION DU COURS

Ce cours est organisé pour les étudiants titulaires d'un bac scientifique. Il est articulé autour de quatre chapitres qui seront déroulé suivant un ordre. Au niveau du premier chapitre quelques phénomènes quantiques seront exposés. L'objectif est de montrer à l'étudiant les

limites de la physique classique. Le chapitre n°2 est réservé à la vérification de l'équation de Schrödinger. L'application de l'équation de Schrödinger à certains cas simples est enseignée à l'étudiant au niveau du chapitre n°3. Au chapitre n°4, le formalisme de la mécanique quantique sera introduit.

#### **4. PLACE DU COURS DANS LE PROGRAMME**

Ce cours est un cours d'enseignement général organisé au premier semestre.

#### **5. PRÉALABLES AU COURS**

L'étudiant doit pouvoir :

- calculer les dérivées partielles et / ou entières;
- calculer les limites ;
- faire le calcul intégral ;
- faire des études de fonctions ;
- faire des calculs sur les suites numériques ;
- faire la résolution d'équations différentielles ;
- calculer des incertitudes ;
- faire des lectures expérimentales ;
- etc.

#### **6. OBJECTIFS DU COURS**

##### **6.1 Objectifs généraux (ou buts du cours)**

Ce cours a pour but principal de montrer les limites de la physique classique et d'introduire les bases de la mécanique quantique qui constitue la physique moderne. En effet quelques phénomènes quantiques seront utilisés pour expliquer :

- le caractère quantique du rayonnement ;
- le caractère discret des niveaux d'énergie dans les édifices atomiques et moléculaires ;
- la dualité onde-corpuscule ;
- le formalisme de la mécanique quantique.

L'étudiant saura à l'arrivée, que la notion de position d'une particule est relative.

##### **6.2 Objectifs spécifiques (ou compétences attendues)**

Le cours a pour objectif spécifique :

- d'interpréter le rayonnement du corps noir, l'effet photoélectrique et l'effet Compton en

se basant sur l'aspect corpusculaire du rayonnement et la nature discrète des échanges d'énergie entre la matière et le rayonnement.

- d'expliquer le caractère discret de l'énergie des édifices atomiques et moléculaires : L'expérience de Franck et Hertz sera utilisée comme exemple
- d'étudier la spectroscopie de l'atome d'Hydrogène par le modèle atomique de Niels BOHR. La quantification de l'action permettra de montrer le caractère discret des niveaux d'énergie de l'atome d'Hydrogène.
- d'introduire le principe d'incertitude d' Heisenberg ;
- d'expliquer la dualité onde-corpuscule en partant de l'Hypothèse de Louis de Broglie. L'expérience de DAVISSON et GERMER sera utilisée pour étayer cette hypothèse.
- d'expliquer la quantification du moment cinétique par l'expérience de STERN et GERLACH et d'introduire le Spin.
- de donner la signification physique de la fonction d'onde
- d'établir l'équation de Schrödinger et de l'appliquer à quelques cas simples comme la marche de potentiel et le puits de potentiel.
- d'introduire les postulats de la mécanique quantique pour aboutir aux notions d'opérateurs, de fonctions propres et de valeurs propres d'un opérateur. Ainsi la signification de la mesure en physique sera acquise par l'étudiant.

## 7. CONTENU DU COURS

Le programme s'articule autour de quatre chapitres :

- Le premier chapitre traite les phénomènes quantiques en vue d'expliquer le caractère corpusculaire, la quantification de l'énergie des édifices atomiques et moléculaires et la dualité onde-corpuscule. Ce chapitre expliquera la naissance de la mécanique quantique.
- Au chapitre deux, l'équation de Schrödinger est établie.
- Le chapitre trois est réservé à l'étude de quelques cas simples par l'équation de Schrödinger.
- Au chapitre quatre, les postulats de la mécanique quantique sont donnés. L'introduction du formalisme, les opérateurs et leurs propriétés seront vus et la signification de la mesure physique détaillée.

Le cours est présenté suivant le plan :

### Introduction générale

#### Chapitre I. Phénomènes quantiques

- Le corps noir
- Expérience de Franck et Hertz
- Effet photoélectrique
- Effet Compton
- Spectroscopie de l'atome d'hydrogène
- Modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène
- Longueur d'onde de Louis de Broglie
- Expérience de Davisson et Germer
- Relation d'incertitude d'Heisenberg

- Le Spin

## **Chapitre II : Equation de Schrödinger**

La fonction d'onde

Equation de Schrödinger

## **Chapitre III : Application de l'Equation de Schrödinger**

Marche de potentiel classique et quantique

Puits de potentiel

Barrière de potentiel rectangulaire

## **Chapitre IV : Les postulats de la mécanique quantique**

Espace des états : les fonctions d'onde

Notion d'opérateur

Postulats de la mécanique quantique

## **8. METHODES PÉDAGOGIQUES**

Nous adoptons comme méthode pédagogique le cours-TD en Amphi où l'enseignement de chaque concept s'accompagne dans l'immédiat d'un exercice d'application pour permettre une meilleure compréhension aux étudiants.

Pendant les séances de travaux dirigés, les étudiants sont organisés en groupe de TD. Ceci leur permettra d'être en contact avec l'enseignant, responsable du TD d'une part et une interaction entre eux même d'autre part.

## **9. MODALITÉS D'ÉVALUATION**

L'objet de l'évaluation est de vérifier le degré de compréhension du cours par l'étudiant. Pour cela nous procéderons à des devoirs. Si c'est un devoir, la note de devoir représente 40% et l'examen final sera estimé à 60%. Si c'est au moins deux devoirs, la moyenne des notes de devoirs représente 60% et l'examen final est estimé à 40%.

L'étudiant est averti au moins une semaine à l'avance qu'il s'agit d'un partiel ou de l'examen. L'utilisation ou non de documents pendant les évaluations sera fonction de l'épreuve et l'étudiant sera averti quel que soit le cas une semaine à l'avance.

## 10. RESSOURCES

### 10.1 Bibliographie

**Pierre MOREL** : Physique quantique et thermique (cours de physique)  
Edition : Hermann, 1969.

**Hubert LUMBROSO** : Problèmes de Physique commentés. Premier cycle. 2<sup>e</sup> année. Tome 2  
Editeur : Masson, 1993.

**FRANCK LALOË, Claude Cohen-TANNOUJJI et Bernard DIU**, Mécanique quantique.  
Tome.1. Editeur Hermann, 2007.

**V. RYDNIK** : Qu'est-ce que la mécanique Quantique ?  
Edition : MIR, 1969.

**Jean HLADIK et Michel CHRYSOS** : Introduction à la Mécanique Quantique  
Cours et Exercices Corrigés, Edition : DUNOD, 2000.

**Heinz Pagels** : L'Univers quantique, des quarks aux étoiles  
Nouveaux Horizons, Inter Editions, 1985

### 10.2 Webographie

[http://media4.obspm.fr/public/AAM/pages\\_quotient/Bohr/bohr.png](http://media4.obspm.fr/public/AAM/pages_quotient/Bohr/bohr.png)

<http://gvallver.perso.univ-pau.fr/wp/wp-content/uploads/FranckHertz.png>

### 10.3 Bases de données

<http://international.scholarvox.com/>

<http://www.jstor.org/betasearch>

### 10.4 Autres ressources.

**Prof. Senghane MBODJI**

**Le chef de département**  
**Prof. Alphousseyni NDIAYE**

**Le Directeur de l'UFR**  
**Prof. Issa SAMB**