

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**HARMONISATION**

**OFFRE DE FORMATION MASTER**

**ACADEMIQUE**

| <b>Etablissement</b>                                              | <b>Faculté / Institut</b>                      | <b>Département</b>            |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Université Mohammed<br/>Cherif Messaadia de<br/>Souk Ahras</b> | <b>Faculté des Sciences et<br/>Technologie</b> | <b>Sciences de la Matière</b> |

**Domaine : Sciences de la Matière**

**Filière : Physique**

**Spécialité : Physique des Rayonnements**

**Année universitaire : 2016/2017**

## **II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements**

(Prière de présenter les fiches des 4 semestres)

## 1- Semestre 1 :

| Unité d'Enseignement                              | VHS           | V.H hebdomadaire |             |    |        | Coeff     | Crédits   | Mode d'évaluation |        |
|---------------------------------------------------|---------------|------------------|-------------|----|--------|-----------|-----------|-------------------|--------|
|                                                   | 14-16 sem     | C                | TD          | TP | Autres |           |           | Continu           | Examen |
| <b>UE fondamentales</b>                           |               |                  |             |    |        |           |           |                   |        |
| <b>UEF1 (O/P)</b>                                 | <b>202.5h</b> | <b>9h</b>        | <b>4.5h</b> |    |        | <b>9</b>  | <b>18</b> | 33%               | 67%    |
| Physique statistique approfondie                  | 67.5h         | 3                | 1.5         |    |        | 3         | 6         | 33%               | 67%    |
| Spectroscopie atomique et moléculaire             | 67.5h         | 3                | 1.5         |    |        | 3         | 6         | 33%               | 67%    |
| Interaction rayonnement - matière                 | 67.5h         | 3                | 1.5         |    |        | 3         | 6         | 33%               | 67%    |
| <b>UE méthodologie</b>                            |               |                  |             |    |        |           |           |                   |        |
| <b>UEM1 (O/P)</b>                                 | <b>90h</b>    | <b>3h</b>        | <b>3h</b>   |    |        | <b>5</b>  | <b>9</b>  |                   |        |
| Electrodynamique des milieux                      | 45 h          | 1.5              | 1.5         |    |        | 2         | 4         | 50%               | 50%    |
| Outils mathématiques pour la physique             | 45h           | 1.5              | 1.5         |    |        | 3         | 5         | 50%               | 50%    |
| <b>UE découverte</b>                              |               |                  |             |    |        |           |           |                   |        |
| <b>UED1(O/P)</b><br>Une matière à choisir parmi : | <b>45h</b>    | <b>1.5h</b>      | <b>1.5h</b> |    |        | <b>2</b>  | <b>2</b>  |                   |        |
| - Sources de rayonnement                          | 45h           | 1.5              | 1.5         |    |        | 2         | 2         | 50%               | 50%    |
| - Physique médicale et Dosimétrie                 |               |                  |             |    |        |           |           |                   |        |
| <b>UE transversale</b>                            |               |                  |             |    |        |           |           |                   |        |
| <b>UET1(O/P)</b>                                  | <b>22.5h</b>  | <b>1.5h</b>      |             |    |        | <b>1</b>  | <b>1</b>  |                   |        |
| Anglais scientifique-1                            | 22.5h         | 1.5              |             |    |        | 1         | 1         |                   | 100%   |
| <b>Total Semestre 1</b>                           | <b>360h</b>   | <b>15h</b>       | <b>9h</b>   |    |        | <b>17</b> | <b>30</b> |                   |        |

## 2- Semestre 2 :

| Unité d'Enseignement                                     | VHS           | V.H hebdomadaire |             |           |        | Coeff     | Crédits   | Mode d'évaluation |        |
|----------------------------------------------------------|---------------|------------------|-------------|-----------|--------|-----------|-----------|-------------------|--------|
|                                                          | 14-16 sem     | C                | TD          | TP        | Autres |           |           | Continu           | Examen |
| <b>UE fondamentales</b>                                  |               |                  |             |           |        |           |           |                   |        |
| <b>UEF1(O/P)</b>                                         | <b>202.5h</b> | <b>6h</b>        | <b>4.5h</b> |           |        | <b>9</b>  | <b>18</b> |                   |        |
| Théorie quantique des solides                            | 67.5h         | 3                | 1.5         |           |        | 3         | 6         | 33%               | 67%    |
| Mécanique quantique approfondie                          | 67.5h         | 3                | 1.5         |           |        | 3         | 6         | 33%               | 67%    |
| Optique non linéaire                                     | 45h           | 1.5              | 1.5         |           |        | 3         | 6         | 33%               | 67%    |
| <b>UE méthodologie</b>                                   |               |                  |             |           |        |           |           |                   |        |
| <b>UEM1(O/P)</b>                                         | <b>112.5h</b> | <b>3h</b>        | <b>1.5h</b> | <b>3h</b> |        | <b>5</b>  | <b>9</b>  |                   |        |
| Physique numérique et simulation                         | 67.5h         | 1.5              |             | 3         |        | 3         | 5         | 50%               | 50%    |
| Méthodes d'analyse et caractérisations                   | 45h           | 1.5              | 1.5         |           |        | 2         | 4         | 50%               | 50%    |
| <b>UE découverte</b>                                     |               |                  |             |           |        |           |           |                   |        |
| <b>UED1(O/P)</b><br><i>Une matière à choisir parmi :</i> | <b>45h</b>    | <b>1.5h</b>      | <b>1.5h</b> |           |        | <b>2</b>  | <b>2</b>  |                   |        |
| - Initiation à l'astrophysique                           | 45h           | 1.5              | 1.5         |           |        | 2         | 2         | 50%               | 50%    |
| - Introduction à la physique des plasmas                 |               |                  |             |           |        |           |           |                   |        |
| - Rayonnement Thermique                                  |               |                  |             |           |        |           |           |                   |        |
| <b>UE transversales</b>                                  |               |                  |             |           |        |           |           |                   |        |
| <b>UET1(O/P)</b>                                         | <b>22.5h</b>  | <b>1.5h</b>      |             |           |        | <b>1</b>  | <b>1</b>  |                   |        |
| Anglais scientifique-2                                   | 22.5h         | 1.5              |             |           |        | 1         | 1         |                   | 100%   |
| <b>Total Semestre 2</b>                                  | <b>337.5</b>  | <b>13h</b>       | <b>6.5h</b> | <b>3h</b> |        | <b>17</b> | <b>30</b> |                   |        |

### 3- Semestre 3 :

| Unité d'Enseignement                                      | VHS           | V.H hebdomadaire |             |           |        | Coeff     | Crédits   | Mode d'évaluation |        |
|-----------------------------------------------------------|---------------|------------------|-------------|-----------|--------|-----------|-----------|-------------------|--------|
|                                                           | 14-16 sem     | C                | TD          | TP        | Autres |           |           | Continu           | Examen |
| <b>UE fondamentales</b>                                   |               |                  |             |           |        |           |           |                   |        |
| <b>UEF1(O/P)</b>                                          | <b>180</b>    | <b>7.5h</b>      | <b>4.5h</b> |           |        | <b>9</b>  | <b>18</b> |                   |        |
| Physique des semi conducteurs et composants électroniques | 67.5h         | 3                | 1.5         |           |        | 3         | 6         | 33%               | 67%    |
| Physique des lasers et applications                       | 67.5h         | 3                | 1.5         |           |        | 3         | 6         | 33%               | 67%    |
| Nano physique                                             | 45h           | 1.5              | 1.5         |           |        | 3         | 6         | 33%               | 67%    |
| <b>UE méthodologie</b>                                    |               |                  |             |           |        |           |           |                   |        |
| <b>UEM1(O/P)</b>                                          | <b>112.5</b>  | <b>3h</b>        | <b>1.5h</b> | <b>3h</b> |        | <b>5</b>  | <b>9</b>  |                   |        |
| Langages de programmation et logiciels                    | 67.5h         | 1.5              |             | 3         |        | 3         | 5         | 50%               | 50%    |
| Optoélectronique                                          | 45h           | 1.5              | 1.5         |           |        | 2         | 4         | 50%               | 50%    |
| <b>UE découverte</b>                                      |               |                  |             |           |        |           |           |                   |        |
| <b>UED1(O/P)</b>                                          | <b>22.5h</b>  | <b>1.5h</b>      |             |           |        | <b>1</b>  | <b>2</b>  |                   |        |
| Procédés didactiques                                      | 22.5h         | 1.5              |             |           |        | 1         | 1         |                   | 100%   |
| <b>UE transversales</b>                                   |               |                  |             |           |        |           |           |                   |        |
| <b>UET1(O/P)</b>                                          | <b>22.5h</b>  | <b>1.5h</b>      |             |           |        | <b>2</b>  | <b>1</b>  |                   |        |
| Ethique et Déontologie                                    | 22.5          | 1.5              |             |           |        | 2         | 1         |                   | 100%   |
| <b>Total Semestre 3</b>                                   | <b>337.5h</b> | <b>13.5h</b>     | <b>5.5h</b> | <b>3h</b> |        | <b>17</b> | <b>30</b> |                   |        |

#### 4- Semestre 4 :

**Domaine** : Sciences de la Matière  
**Filière** : Physique  
**Spécialité** : Physique des Rayonnements

Stage au Laboratoire Physique de la Matière et du Rayonnement (LPMR, Université de Souk-ahras) sanctionné par un mémoire et une soutenance.

|                                         | <b>VHS</b>  | <b>Coeff</b> | <b>Crédits</b> |
|-----------------------------------------|-------------|--------------|----------------|
| <b>Travail Personnel</b>                | 200h        | 10           | 20             |
| <b>Stage en entreprise</b>              |             |              |                |
| <b>Séminaires</b>                       | 20 h        | 1            | 2              |
| <b>Autre (Laboratoire de recherche)</b> | 140h        | 4            | 8              |
| <b>Total Semestre 4</b>                 | <b>360h</b> | <b>15</b>    | <b>30</b>      |

**5- Récapitulatif global de la formation :** (indiquer le VH global séparé en cours, TD, pour les 04 semestres d'enseignement, pour les différents types d'UE)

| <b>UE</b><br><b>VH</b>                 | <b>UEF</b> | <b>UEM</b> | <b>UED</b> | <b>UET</b> | <b>Total</b> |
|----------------------------------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| <b>Cours</b>                           | 382.5h     | 157.5h     | 67.5h      | 90h        | 607.5h       |
| <b>TD</b>                              | 225h       | 90h        | 45h        |            | 360h         |
| <b>TP</b>                              |            | 90h        |            |            | 90h          |
| <b>Travail personnel</b>               | 200h       |            |            |            | 200h         |
| <b>Autre (Laboratoire +Séminaires)</b> |            |            |            |            | 360h         |
| <b>Total</b>                           | 807.5h     | 337.5h     | 272.5h     | 90h        |              |
| <b>Crédits</b>                         | 84         | 27         | 6          | 3          | <b>120</b>   |
| <b>% en crédits pour chaque UE</b>     | 70%        | 22.5%      | 5%         | 2.5%       | 100%         |

### **III - Programme détaillé par matière** (1 fiche détaillée par matière)

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 1**

**Intitulé de l'UE : Fondamentale**

**Intitulé de la matière : Physique Statistique Approfondie**

**Crédits : 6**

**Coefficients : 3**

## **Objectifs de l'enseignement**

*Maîtrise du formalisme théorique pour des systèmes en équilibre ou hors équilibres thermique*

## **Connaissances préalables recommandées**

*Thermodynamique classique, Notions de probabilité et statistique mathématique*

## **Contenu de la matière**

### **Chapitre 1: Description des systèmes physiques**

- *Description quantique* : Opérateur densité - Propriétés - Opérateur densité réduit.
- *Description classique* : Densité en phase - Densité en phase réduite -hiérarchie BBGKY

### **Chapitre 2: Distribution d'équilibre**

- Entropie statistique
- Postulat fondamental
- Ensembles : microcanonique, canonique, grand-canonique, ...
- Applications : gaz parfait, mélange de gaz, gaz mono, dia et polyatomiques....

### **Chapitre 3: Particules sans interactions**

- Statistique de Boltzmann - Dégénérescence faible
- Gaz dégénéré de Fermi
- Gaz dégénéré de Bose - Gaz de photons

### **Chapitre 4: Introduction aux transitions de phase**

- Transition liquide-gaz - Transition de phase pour un fluide - Analogie magnétique
- Théorie du champ moyen et Ferromagnétisme - modèle d'Ising
- Equation de van der Waals
- Théorie de Landau des transitions de phase : transitions du second ordre - transition du premier ordre.

**Mode d'évaluation** : Continu : 33% Examen : 67%

## **Références :**

- Statistical Mechanics, K. Huang, John Wiley & Sons, 2<sup>e</sup> edition, (1987)
- Du microscopique au macroscopique, Volumes I et II, R. Balian, Ed. Ellipses, (1982)
- Statistical Mechanics, R.Kubo, John Wiley & Sons, (1965)

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 1**

**Intitulé de l'UE : Fondamentale**

**Intitulé de la matière : Spectroscopie Atomique et Moléculaire**

**Crédits : 6**

**Coefficients : 3**

## **Objectifs de l'enseignement**

*Acquisition des notions de base de la spectroscopie atomique et moléculaire*

## **Connaissances préalables recommandées**

*Notions de base de la Physique atomique et moléculaire*

## **Contenu de la matière**

### **Chapter1: Structure atomique**

- 1.1 L'atome d'hydrogène quantique
- 1.2 Transitions Radiatives et règles de sélection
- 1.3 La structure fine des raies spectrales. Spin électronique
- 1.4 Multiplicité dans le spectre des atomes à plusieurs électrons. Notation spectroscopique.

### **Chapter2: Structure moléculaire**

- 2.1 Les états électroniques des atomes diatomiques
- 2.2 Ordre énergétique des états électroniques
- 2.3 Propriétés de symétrie des états électroniques
- 2.4 Moment angulaire électronique
- 2.5 Spins électroniques, multiplicité et structure fine et notation spectroscopiques
- 2.6 Transitions Radiatives et règles de sélection

### **Chapitre3 : Absorption et émission des radiations**

- 3.1 Emission et absorption des radiations électromagnétiques par les atomes
- 3.2 Transitions spontanée et induite. Coefficients d'Einstein
- 3.3 Probabilités de transition pour l'absorption et l'émission induite
- 3.4 Règles de sélection
  - 3.4.1 Règles de sélection pour le nombre quantique magnétique
  - 3.4.2 Règles de sélection et parité
  - 3.4.3 Règles de sélection pour le nombre quantique de spin
  - 3.4.4 Transition multipolaire d'ordre supérieur
  - 3.4.5 Transition dipolaire magnétique

### **3.5 Durée de vie des états excités**

### **Chapitre 4 : profile de raies**

- 4.1 Elargissement naturel de raie
- 4.2 Elargissement Doppler
- 4.3 Elargissement de pression

### **Chapitre 5 : Rotation et vibration des molécules diatomiques**

- 5.1 L'approximation adiabatique
- 5.2 Rotation des molécules diatomiques
  - 5.2.1 Le rotateur rigide
  - 5.2.2 Distorsion centrifuge
  - 5.2.3 L'influence du mouvement des électrons
- 5.3 Vibrations des molécules diatomiques
- 5.4 Interaction entre Rotation et Vibration
- 5.5 Spectre des molécules diatomiques
- 5.6 Eléments de Matrice de transition
- 5.7 Transition de Vibration-Rotation
- 5.8 La structure des transitions électroniques
- 5.9 Le spectre continu

**Mode d'évaluation :** *Continu : 33% Examen : 67%*

**Références :**

- Molecular spectra and molecular structure, I Spectra of diatomic molecules, G. Herzberg, D. Van Nostrand Company, New York, USA 1950
- Modern spectroscopy, J. Michael Hollas. John Wiley & Sons, Inc. USA 2006
- Atoms Molecules and Photons, W. Demtröder, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006
- The basics of spectroscopy. W.D. Ball. Spie Press, Bellingham, Washington USA 2001
- Spectra of atoms and molecules, Peter F. Bernath, Oxford University Press, New York USA 1995

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 1**

**Intitulé de l'UE : Fondamentale**

**Intitulé de la matière : Interaction Rayonnement Matière**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

## **Objectifs de l'enseignement**

*Les objectifs du cours est que l'étudiant soit capable de citer et décrire les phénomènes d'interaction rayonnement matière, comprendre les lois régissant ces interactions, et pouvoir définir les grandeurs utilisées.*

## **Connaissances préalables recommandées**

*Notions générales sur la nature des différents rayonnements et leur origine, classification des rayonnements, structure de la matière.*

## **Contenu de la matière**

### **Chapitre 1 :Notions générales sur les rayonnement**

#### **1- Type de rayonnement**

- a- Rayonnement électromagnétique
- b- Rayonnement particulaire
- c- Dualité onde- particule

#### **2- Classification des rayonnements**

#### **3- Principe d'étude**

#### **4- Application des rayonnements**

### **Chapitre 2: Structure de la matière**

#### **1- Les modèles atomique**

#### **2- Les particules élémentaires**

- a- Le modèle standard
- b- Les interactions fondamentales
- c- Les particules élémentaires du modèle standard
  - ✓ Fermions
  - ✓ Bosons
  - ✓ Accélérateur de particules

#### **d- Antimatière**

### **Chapitre 3: Notions fondamentales sur les interactions**

#### **1- Les méthodes de diffraction**

#### **2- Les méthodes spectrométrie**

#### **3- La diffusion**

- Diffusion élastique
  - a- Diffusion Rayleigh
  - b- Rétrodiffusion

- Diffusion inélastique
  - a- L'effet Photoélectrique
  - b- L'effet Compton

#### 4- L'ionisation

### **Chapitre 4: Interaction des rayons X avec la matière**

- 1- Définition
- 2- Production des rayons X ( principe - méthode)
- 3- Spectre de rayons X ( continu - de raies)
- 4- Atténuation des RX
  - a. Transmission avec ou sans changement de direction
  - b. Absorption - effet de fluorescence
- 5- L'irradiation X
- 6- Détection des RX
- 7- Méthode d'investigation utilisant les RX

### **Chapitre 5: Interaction des neutron avec la matière**

- 1- Quelques rappels sur les neutrons
- 2- Classification des neutrons
- 3- les interactions neutroniques
  - Diffusion
  - Absorption
- 4- Section efficace d'interaction
- 5- Le libre parcours moyen

### **Chapitre 6: Interaction des ions avec la matière**

- 1- Interaction ion-atome isolé
- 2- Collisions élastiques, - Diffusion de Rutherford, collisions inélastiques
- 3- Interaction ion-solide
- 4- Emission ionique des particules
- 5- Implantation ionique

**Mode d'évaluation :** Continu : 33% Examen : 67%

### **Références :**

- Alonso-Finn, Physique générale, Champs et Ondes, Inter Edition, Paris, 1977
- Pierre CHEVALIER, Interaction du rayonnement avec la matière, technique de l'ingénieur
- D. Barchiesi . D. Barchiesi. Ondes et matière : Physique de la matière, électromagnétisme, interactions rayonnement-matière. Ellipses (2007)
- G.Taieb, R.Vetter. La lumière à ma portée. Cépaduès (2007)
- <https://www-fourier.ujf-grenoble.fr/~faure/.../matiere-rayon/cours.pd>

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 1**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Electromagnétisme des milieux**

**Crédits : 5**

**Coefficients : 3**

## **Objectifs de l'enseignement**

*Assurer des connaissances approfondies sur l'électromagnétisme des milieux continus, et*

## **Connaissances préalables recommandées**

*Electromagnétisme des le vides*

## **Contenu de la matière**

### **Chapitre 1 : Rappel la théorie du champ électromagnétique**

Équations de Maxwell dans le vide, Energie du champ électromagnétique, vecteur de Poynting, Formalisme complexe, décomposition spectrale du champ

### **Chapitre 2 : Polarisation des milieux matériels : aspect macroscopique en régime stationnaire**

Polarisation des milieux matériels, Vecteur polarisation volumique, Équation de Maxwell-Gauss dans un milieu, Potentiel et champ créés par un milieu polarisé, Milieux diélectriques linéaires,

### **Chapitre 3 : Aimantation des milieux matériels : aspect macroscopique en régime stationnaire**

Aimantation des milieux matériels, Vecteur aimantation volumique, Équation de Maxwell-Ampère dans un milieu, Potentiel et champ créés par un milieu aimanté, Milieux magnétiques linéaires

### **Chapitre 4 : Équations de Maxwell et énergie dans les milieux matériels : cas général**

Polarisation et aimantation dans le cas général, Équations de Maxwell dans un milieu matériel, Forces et énergie électromagnétiques dans un milieu matériel, Bilan d'énergie dans un milieu linéaire non dissipatif et dissipatif

### **Chapitre 5 : Réflexion et réfraction des ondes électromagnétiques**

Propagation dans un milieu matériel limité, Réflexion sur un conducteur en incidence normale, Réflexion et transmission entre deux diélectriques

**Mode d'évaluation :** Continu : 50% Examen : 50%

## **Références :**

- 1-LANDAU et E. LIFCHITZ, Théorie du champ, Mir
- 2- LANDAU et E. LIFCHITZ, Électrodynamique des milieux continus, Mir
- 3- J.D. JACKSON, Classical electrodynamics, John Wiley,
- 4- J.Ph. PÉREZ, Electromagnétique, fondement et applications, Dunod

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 1**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Outils Mathématiques pour la Physique**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

## **Objectifs de l'enseignement**

*L'objectif de ce module est de présenter un certain nombre d'outils mathématiques nécessaires à une bonne formation en physique.*

## **Connaissances préalables recommandées**

*Les nombres complexes, l'analyse réelle, les équations différentielles*

## **Contenu de la matière**

### **Chapitre 1 : Analyse complexe**

- Fonctions holomorphes
- Intégration complexe
- Séries de Laurent
- Théorème des résidus et applications

### **Chapitre 2 : Transformation de Fourier**

- Définition et formule d'inversion
- Propriétés : continuité, linéarité, décalage, convolution, identité de Plancherel
- Transformées en cosinus et en sinus

### **Chapitre 3 : Transformation de Laplace**

- Définition et formule d'inversion
- Propriétés : holomorphie, linéarité, dérivées, intégration, décalage, convolution
- Quelques applications de la transformation de Laplace :
  - Equations différentielles linéaires à coefficients constants
  - Equation de Schrödinger à une dimension

### **Chapitre 4 : Equations aux dérivées partielles**

- Introduction
- Equations linéaires homogènes à coefficients constants
- Equation de propagation des ondes
  - Milieu infini à une dimension
  - Milieu fini à une dimension
  - Equation de propagation à trois dimensions
- Equation de diffusion
- Equation de Laplace

**Mode d'évaluation :** Continu : 50% Examen : 50%

**Références :**

- W. APPEL, Mathématiques pour la physique et les physiciens, H&K Edition, Paris, 2008.
- E. BELORIZKY, Outils mathématiques à l'usage des scientifiques et des ingénieurs, EDP Sciences, Paris, 2007.
- C. ASLANGUL, Des mathématiques pour les sciences, concepts, méthodes et techniques pour la modélisation, De Boeck, Bruxelles, 2011.
- B. DACOROGNA, C. TANTERI, Analyse avancée pour ingénieurs, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2002.
- M. R. SPIEGEL, Formules et tables de mathématiques, McGraw-Hill, Paris, 1974.

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 1**

**Intitulé de l'UE : Découverte**

**Intitulé de la matière : Sources de Rayonnement**

**Crédits : 2**

**Coefficients : 2**

## **Objectifs de l'enseignement**

*Assurer des connaissances sur les différents types de rayonnement*

## **Connaissances préalables recommandées**

*Physique atomique et physique nucléaire*

## **Contenu de la matière**

### **1. Unités et définitions**

- 1.1. Activité d'une source radioactive
- 1.2. Activité spécifique d'une source radioactive
- 1.3. Energie

### **2. Sources d'électrons rapides**

- 2.1. Décroissance bêta
- 2.2. Conversion interne
- 2.3. Electrons Auger
- 2.4. Accélérateurs d'électrons

### **3. Sources de particules lourdes chargées**

- 3.1. Décroissance Alpha
- 3.2. Fission Spontanée
- 3.3. Accélérateurs

### **4. Sources de radiations électromagnétiques**

- 4.1. Rayons Gamma provenant de la Décroissance Béta
- 4.2. Radiation d'annihilation
- 4.3. Rayons Gamma provenant des réactions nucléaires
- 4.4. Bremsstrahlung
- 4.5. Rayons X caractéristiques
  - 4.5.1. Excitation par décroissance radioactive
  - 4.5.2. Excitation par une radiation externe

### **5. Sources de neutrons**

- 5.1. Fission spontanée
- 5.2. Sources Radioisotopiques ( $\gamma$ , n)
- 5.3. Sources photoneutron
- 5.4. Réactions à partir d'accélérateurs de particules chargées

**Mode d'évaluation :** Continu : 50% Examen : 50%

## **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 1**

**Intitulé de l'UE : Découverte**

**Intitulé de la matière : Dosimétrie et Physique médicale**

**Crédits : 2**

**Coefficients : 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

*Assurer des connaissances sur les différents types de rayonnement*

### **Connaissances préalables recommandées**

*Interaction R&M, physique nucléaire*

### **Contenu de la matière :**

- 1- Notions sur la matière vivante
- 2- Interaction rayonnement matière – vivante
- 3- Dosimétrie
- 4- Notion sur la médecine nucléaire
- 4- Radiothérapie
- 5- Imagerie médicale

**Mode d'évaluation :** *Continu : 50% Examen : 50%*

**Références bibliographiques () :**

## **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 1**

**Intitulé de l'UE : Transversale**

**Intitulé de la matière : Anglais Scientifique-1**

**Crédits : 1**

**Coefficients : 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

*Maîtrise de la l'Anglais scientifique pour comprendre et écrire des articles scientifiques et présenter des séminaires dans cette langue.*

### **Connaissances préalables recommandées**

*Anglais pour débutants*

### **Contenu de la matière**

#### **1-Développer le 'Listening and comprehension' de l'anglais scientifique (I)**

- Comprendre le contenu d'une conférence
- comprendre un séminaire etc..

#### **2-Développer le 'reading et le speaking' de l'anglais scientifique (I)**

- communication en anglais scientifique etc..

#### **3-Développer le 'Writing' de l'anglais scientifique et de spécialité (I)**

- comprendre le contenu d'un article scientifique
- traduction scientifique

**Mode d'évaluation :** *Examen : 100%*

### **Références :**

- Reading technical books, EINSENBERG A., Ed. Prentice-Hall, Inc, 1978.
- Sci-Tech, Drobnic F., Abrams S., Morray M., ELS Publications, 1981.
- [www.bbc.co.uk/learningenglish](http://www.bbc.co.uk/learningenglish).
- [www.learnigenglish.org.uk/ki\\_frame.html](http://www.learnigenglish.org.uk/ki_frame.html).

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 2**

**Intitulé de l'UE : Fondamentale**

**Intitulé de la matière : Théorie Quantique des Solides**

**Crédits : 6**

**Coefficients : 3**

## **Objectifs de l'enseignement**

*Approfondissement des connaissances sur la physique de l'état solide*

## **Connaissances préalables recommandées**

*Mécanique quantique, physique de l'état solide*

## **Contenu de la matière**

**Chapitre 1 :** Seconde quantification

**Chapitre 2 :** Champ de fermions et approximation de Hartree-Fock

**Chapitre 3 :** L'énergie en tant que fonctionnelle de la densité - Méthode de Kohn et Sham

**Chapitre 4 :** Symétries cristallines - Ondes de Bloch

**Chapitre 5 :** Magnétisme - Interaction d'échange - Ordre magnétique - Magnons

**Chapitre 6:** L'effet de Haas-van Alphen

**Chapitre 7 :** Fonction de Green - Applications à la physique du solide

**Mode d'évaluation :** *Continu : 33% Examen : 67%*

## **Références :**

- N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics, Holt, Rinehart, Winston (1976)
- O. Madelung, Introduction to the Solid State Theory, Springer Verlag (1981)

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 2**

**Intitulé de l'UE : Fondamentale**

**Intitulé de la matière : Mécanique Quantique Approfondie**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

## **Objectifs de l'enseignement**

*Assurer des connaissances approfondies en mécanique quantique*

## **Connaissances préalables recommandées**

*Les postulats de la mécanique quantique*

## **Contenu de la matière**

### **Chapitre 1 : Rappels**

Particule dans un potentiel central. Atome d'hydrogène

### **Chapitre 2 : Méthodes d'approximation**

- *Perturbations stationnaires* : Perturbation d'un niveau non dégénéré, perturbation du premier ordre, perturbation d'ordre supérieur, application à l'état fondamental des atomes héliumoides. Perturbation d'un niveau dégénéré.
- *Problèmes dépendant du temps* : Equation de Schrödinger en représentation  $\{|\varphi_n\rangle\}$  - Equations de perturbation - Solution à l'ordre 1 - Probabilité de transition - Application au cas d'une perturbation périodique. Résonances.
- *Méthode variationnelle* : Problème des valeurs propres - Calcul variationnel des niveaux discrets - Niveaux excités - L'état fondamental de He - Méthode de Hartree-Fock

### **Chapitre 3 : Particules identiques**

- Particules identiques en théorie quantique
- Opérateurs de permutation
  - Cas de deux particules
  - Cas de N particules
- Le postulat de symétrisation
- Application du postulat : système de deux particules, généralisation à plusieurs particules.

### **Chapitre 4 : Introduction à la Seconde quantification**

- Opérateurs de création et d'annihilation
  - Définitions
  - Action des  $a$  et  $a^\dagger$  dans la base des états
  - Relations de commutation et d'anticommutation
  - L'opérateur champ
- Expression des observables en seconde quantification
  - Observables à un corps

- Observables à deux corps

**Mode d'évaluation :** *Continu : 33% Examen : 67%*

**Références :**

- C. Aslangul, Mécanique quantique 2 : Développements et applications à basses énergies, De Boeck, Bruxelles, 2008.
- C. Cohen-Tannoudji, B.Diu et F. Laloë, Mécanique quantique, tome 2, Hermann, Paris, 1973.
- A. Messiah, Mécanique quantique, tome 2, Dunod, Paris, 1995.

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 2**

**Intitulé de l'UE : Fondamentale**

**Intitulé de la matière : Optique non linéaire**

**Crédits : 6**

**Coefficients : 3**

## **Objectifs de l'enseignement**

*assurer des connaissances approfondies sur la théorie de la photonique ainsi physique de l'optique non linéaire et ses applications aux différents domaines*

## **Connaissances préalables recommandées**

*Electrodynamique, électromagnétisme des milieux, interaction rayonnement-matière, ...*

## **Contenu de la matière**

1. Milieux diélectriques
2. Polarisation non linéaire
3. Origine physique de la non linéaire
4. Effets non linéaires
5. Accord de phase
6. Dispersion d'un milieu physique
7. Variation des propriétés optiques
8. Effet Kerr optique
9. Equations de propagation non linéaire
10. Dynamique de la propagation des ondes solitaires courtes
11. Initiations au transport de l'information dans les fibres non linéaires.

**Mode d'évaluation :** Continu : 33% Examen : 67%

## **Références :**

- Vandamme P., Thomine J. B. et Devaux F. Théorie des guides d'ondes électromagnétiques , 1985.
- Joindot M. et Joindot I., La transmission par solitons, 1996.
- G.P. Agrawal Nonlinear fiber optics, New York(2001)

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 2**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Physique Numérique et Simulation**

**Crédits : 5**

**Coefficients : 3**

## **Objectifs de l'enseignement**

*L'objectif de ce module est de compléter et de mettre en valeur d'autres modules déjà abordés en licence. Il permettra, donc, aux étudiants qui désirent faire des études doctorales de se doter de certaines méthodes de simulation modernes.*

## **Connaissances préalables recommandées**

*Méthodes Numériques et Programmation, Physique Numérique*

## **Contenu de la matière**

### **PARTIE I : METHODES NUMERIQUES**

#### **Chapitre 1. Méthodes numériques (Rappel)**

- Interpolation polynômiale.
- Ajustement par moindres carrées.
- Calcul des racines d'équations non-linéaires.
- Solution des systèmes d'équations linéaires.
- Intégration numérique.
- Différenciation numérique.

#### **Chapitre 2. Equations différentielles ordinaires**

1. Equations différentielles ordinaires à valeurs initiales.
  - Méthode d'Euler.
  - Méthodes Runge-Kutta.
2. Equations différentielles ordinaires à conditions aux limites.

#### **Chapitre 3. Discrétisation des équations différentielles à dérivées partielles**

- Classification des équations différentielles.
- Méthode des différences finies.
- Méthode des éléments finis.
- Méthode des volumes finis.
- Autres méthodes de discrétisation.
- Méthode des différences finies.

#### **Chapitre 4. Nombres aléatoires et méthodes Monte-Carlo**

- Nombres aléatoires.
- Intégration Monte-Carlo.
- Calcul des moyennes thermodynamiques.

## **PARTIE II : EXEMPLES DE SIMULATION NUMERIQUE EN PHYSIQUE**

### **Chapitre 1. Dynamique moléculaire**

- Coordonnées atomiques.
- Champs de force.
- Analyse dans l'approximation harmonique.

### **Chapitre 2. Electrostatique**

- Solution de l'équation de Laplace (charge électrique nulle).
- Solution de l'équation de Poisson.

### **Chapitre 4. Mécanique quantique**

- Solution de l'équation de Schrödinger indépendante du temps.
- Solution de l'équation de Schrödinger dépendante du temps à une dimension.

**Mode d'évaluation :** *Continu : 50% Examen : 50%*

### **Références :**

- Philipp O.J. Scherer, Computational Physics : simulation of classical and quantum systems, Springer.
- J.-T. Lapreste, Introduction à Matlab, ellipses.
- Jérôme Bastien, Introduction à l'analyse numérique : Applications sous Matlab, Dunod.
- Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles, Pierre-Arnaud Raviart, Dunod.
- Introduction à l'analyse numérique, Jacques Rappez, Presses polytechniques et universitaires Romandes.

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 2**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Méthodes d'Analyse et Caractérisation**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

## **Objectifs de l'enseignement**

- *Maîtrise de la structure quantique de la matière ; échelle atomique*
- *Maîtrise des différentes méthodes spectrométriques utilisées dans le traitement de la structure atomique de la matière*

## **Connaissances préalables recommandées**

*Structure de la matière*

## **Contenu de la matière**

### **1. Ellipsométrie optique**

- Principes Polarisation de la lumière.
- Appareillage.
- Application à l'étude des couches minces spectroscopie (UPS).

### **2. Spectrométrie de masse**

- principe
- Caractéristiques d'un spectromètre (optique, pouvoir de résolution)
- Application : analyse de masse, séparation isotopique, SIMS

### **3. Spectroscopie des rayons X**

- Rappels sur la production et la détection des RX
- Applications : Radiographie, fluorescence X, cristallographie, XPS (i.e. ESCA)

### **4. Spectroscopie à électrons**

- Microsonde à électrons (application à la métallurgie et la géologie)
- Diffraction électronique (LEED, RHEED, EBSD)
- Principe de la microscopie électronique (transmission et balayage)
- Microscopie à effet tunnel

### **5. Spectroscopie nucléaire**

- Gammagraphie
- Activation neutronique
- Analyse par faisceaux (PIXE, RBS et RN)
- RMN - Imagerie

**Mode d'évaluation :** *Continu : 50% Examen : 50%*

## **Références :**

- Peter Wiliam Atkins Elément de chimie physique. De Boeck université 1996.
- Dean's analytical chemistry handbook. McGraw-Hill 2004.

- P. Barchewitz. Spectroscopie atomique et moléculaire. Masson et Cie-Editeurs 1970.
- Donald L. Pavia and al. Introduction to spectroscopy. Thomson Learning; Inc 2001. Peter Atkins, Julio de Paula. ATKINS' Physical Chemistry. Oxford University Press 2006.

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 2**

**Intitulé de l'UE : Découverte**

**Intitulé de la matière : Initiation à l'Astrophysique**

**Crédits : 2**

**Coefficients : 2**

## **Objectifs de l'enseignement**

*L'objectif de ce cours d'introduire l'étudiant dans l'univers extraordinaire de l'astrophysique, en le faisant voyager depuis les théories de l'antiquité jusqu'aux théories modernes décrivant l'univers.*

## **Connaissances préalables recommandées**

*Mécanique 1, Géométrie, Optique,...*

## **Contenu de la matière**

### **I. Historique.**

- a. L'Antiquité : Les scientifiques de l'égypte ancienne, de la grèce antique jusqu'à Copernic en passant par Les ibn Shakir .
- b. De Galilée à Le verrier : Contributions de Galilée, Kepler, Newton et Le verrier.
- c. La nouvelle mécanique et la cosmologie moderne : La relativité générale d'Einstein (1916). Découverte de la récession des galaxies par Hubble (1929). La théorie du Big Bang par Gamow (1948). Découverte du fond cosmique fossile par Penzias et Wilson (1964). Découverte du premier système extra solaire (1995).

### **II. Le système Terre-Lune.**

- a. Caractéristiques de la Terre.
- b. Caractéristiques de la Lune.
- c. Les phases et les éclipses.

### **III. Le Système Solaire.**

- a. Description du système solaire : Planètes : Tailles, compositions, orbites , satellites,...
- b. Planètes telluriques ou gazeuses.
- c. Création du système solaire.
- d. Les autres systèmes stellaires.

### **IV. De notre galaxie à l'Univers**

- a. La Voie Lactée.
- b. Les galaxies, Hubble et le décalage vers le rouge "the Red-Shift".
- c. Les dimensions de l'Univers.

**Mode d'évaluation :** Continu : 50% Examen : 50%

## **Références :**

- Astronomie Astrophysique, Agnès Acker, Dunod, 5<sup>e</sup> édition, 2013
- Astronomie, Sabine Boccador, Fleurus, 2015

## **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 2**

**Intitulé de l'UE : Transversale**

**Intitulé de la matière : Anglais Scientifique-2**

**Crédits : 1**

**Coefficients : 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

*Maîtrise de l'Anglais scientifique pour comprendre et écrire des articles scientifiques et présenter des séminaires dans cette langue.*

### **Connaissances préalables recommandées**

*Anglais pour débutants*

### **Contenu de la matière**

#### **1-Developper le 'Listening and comprehension' de l'anglais scientifique (II)**

- Comprendre le contenu d'une conférence
- comprendre un séminaire etc..

#### **2-Développer le 'reading et le speaking' de l'anglais scientifique (II)**

- communication en anglais scientifique etc..

#### **3-Développer le 'Writing' de l'anglais scientifique et de spécialité (II)**

- comprendre le contenu d'un article scientifique
- traduction scientifique

**Mode d'évaluation :** *Examen : 100%*

### **Références :**

- Reading technical books, EINSENBERG A., Ed. Prentice-Hall, Inc, 1978.
- Sci-Tech, Drobnic F., Abrams S., Morray M., ELS Publications, 1981.
- [www.bbc.co.uk/learningenglish](http://www.bbc.co.uk/learningenglish).
- [www.learnenglish.org.uk/ki\\_frame.html](http://www.learnenglish.org.uk/ki_frame.html).

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Fondamentale**

**Intitulé de la matière : Physique des Semi conducteurs et Composants Electroniques**

**Crédits : 6**

**Coefficients : 3**

## **Objectifs de l'enseignement**

*L'objectif de ce module est d'acquérir une vue globale sur la physique des semiconducteurs et la physique des composants à base de ces matériaux.*

## **Connaissances préalables recommandées**

*physique statistique, physique de l'état solide, physique quantique, électricité.*

## **Contenu de la matière**

### **Partie I : Physique des semi-conducteurs**

#### **Chapitre1. Bandes d'énergie et concentration des porteurs à l'équilibre**

Introduction (conducteurs, isolants et semiconducteurs)

Structure cristallographique,

Structure des bandes d'énergie

Statistique de Fermi-Dirac, densité d'états et concentration intrinsèque des porteurs de charges

Dopage des semiconducteurs.

#### **Chapitre2. Phénomènes de transport des porteurs de charge**

Dérive des porteurs(mobilité des porteurs, courant de dérivation)

Diffusion des porteurs

Mécanismes de génération-recombinaison

Equation de continuité

Emission thermo-ionique, effet Tunnel

### **PARTIE II. COMPOSANTS SEMICONDUCTEURS**

#### **Chapitre3. Jonction p-n**

Formation de la jonction

Zone de charge d'espace, capacité de la jonction

Caractéristique courant-tension

Claquage de la jonction

Hétérojonction p-n

#### **Chapitre 4. Transistor Bipolaire**

L'action transistor

Caractéristiques statiques du transistor bipolaire

Réponse fréquentielle du transistor bipolaire

Transistor bipolaire à hétérojonction

#### **Chapitre 5. Transistor à effet de champs MESFET**

Contact métal-semiconducteur

Régimes de fonctionnement des MESFETs

## **Chapitre 6. Capacité MOS et Transistors MOSFET**

Capacité MOS idéale

Transport des porteurs dans la capacité MOS

Fonctionnement des MOSFETs

**Mode d'évaluation :** *Continu : 40% Examen : 60%*

### **Références :**

- S.M. Sze and M. K. Lee, Semiconductor Devices: Physics and Technology, John Wiley & Sons.
- H. Mathieu et Hervé Fanet, Physique des semiconducteurs et des composants électroniques (cours et exercices corrigés), Dunod.

## **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Fondamentale**

**Intitulé de la matière : Physiques des Lasers et Applications**

**Crédits : 6**

**Coefficients : 3**

### **Objectifs de l'enseignement**

*Approfondir des connaissances en physique des lasers et ses applications*

### **Connaissances préalables recommandées**

*connaissances sur la physique atomique*

### **Contenu de la matière**

**Chapitre 1.** Introduction aux lasers

**Chapitre 2** Processus de conservation d'énergie et effet Laser

**Chapitre 3** La lumière dans les cavités

**Chapitre 4** L'originalité de la lumière Laser

**Chapitre 5** Principaux lasers et leurs applications

**Mode d'évaluation :** *Continu : 33% Examen : 67%*

### **Références :**

- D. Dangoisse, les lasers, Dunod, 2004
- B. Cagnac, Lasers : interaction lumière-atomes, EDP Sciences, 2002
- R. Farcy Applications des lasers, Dunod, 1997
- W.T.Silfvast, Lasers fondamentals, Combridge univ. Press , 2004

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Fondamentale**

**Intitulé de la matière : Nano Physique**

**Crédits : 6**

**Coefficients : 3**

## **Objectifs de l'enseignement**

*Approfondir les connaissances sur cette branche de la physique*

## **Connaissances préalables recommandées**

*Mécanique quantique, physique de l'état solide*

## **Contenu de la matière**

**Chap. I :** Rappels.

**Chap. II :** Effets quantiques du confinement.

**Chap. III :** Transport électronique dans des structures cohérentes.

**Chap. IV :** Effet tunnel résonant.

**Chap. V :** Blocage de Coulomb.

**Chap. VI :** Graphène et nanotubes de carbone.

**Chap. VI :** Forces aux échelles nanométriques.

**Mode d'évaluation :** Continu : 33% Examen : 67%

## **Références :**

- C.W.J.Beenaker and H. van Houten, *Quantum transport in semiconductor nanostructures*, Solid State Physics 44 (Academic Press 1991)
- L.J.Kelly, *Low-dimensional semiconductors* (Oxford University Press 1995)
- S.Datta, *Electronic transport in mesoscopic systems* (Cambridge University press 1995)
- D.K.Ferry, S.M.Goodnick, *Transport in nanostructures* (Cambridge university press 1997)
- T.Ouisse, *Electron transport in nanostructures and mesoscopic devices* (ISTE & Wiley 2008)

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Langages de Programmation et Logiciels**

**Crédits : 5**

**Coefficients : 3**

## **Objectifs de l'enseignement**

*L'objectif principale de ce cours est d'introduire les étudiants au domaine de la programmation pour la physique dans l'environnement Linux/GNU et d'avoir aussi une idée sur l'utilisation de certain logiciels.*

## **Connaissances préalables recommandées**

*L'outil informatique*

## **Contenu de la matière**

### **Chapitre 1 : Initiation à Linux**

- a) Qu'est-ce qu'un logiciel Libre ?
- b) Unix et les Unix-like (GNU/Linux)
- c) Projet GNU
- d) Qu'est-ce que Linux ?
- e) Principales distributions : Red Hat, Mandriva, SUSE, Ubuntu ou Debian

### **Chapitre 2 : Distribution Fedora (GNU/Linux)**

- a) Commandes fondamentales et scripts
- b) Installation et configuration, Session utilisateur et interface graphique, Gestionnaires de paquets, mise à jour

### **Chapitre 3 : Initiation à la programmation (en C++)**

- a) Notions pratiques :
  - (1) Qu'est-ce qu'un langage de programmation ?
  - (2) Notions élémentaires (Instructions, Déclarations, Opérations élémentaires sur les nombres).
  - (3) Boucles
  - (4) Conditions
  - (5) Entrées-sorties (Écran et clavier, Les fichiers,...)
  - (6) Autres boucles. (do while,...)
  - (7) Tableaux (Déclaration, Manipulation globale de tableaux)
  - (8) Fonctions (Une fonction très simple, Prototype
  - (9) Les classes
- b) Compilateur GCC sous linux.
- c) Bibliothèques standard du C++
- d) Générateur de nombres pseudo-aléatoires : Mersenne Twister.
- e) Éditeurs de code source : Notepad++, Vim , Emacs

#### **Chapitre 4: Initiation à Latex et Beamer**

- a) Structure d'un fichier .tex
- b) Découverte de LaTeX : Démarrage avec TEXstudio
- c) Compréhension et utilisation de LaTeX : Le préambule et les packages
- d) Gros exemple mathématique avec TeXLive – Fedora or TeXnicCenter-Windows
- e) Diaporamas en LaTeX avec Beamer

#### **Chapitre 5 Traitement des données et Représentations graphiques avec :**

- a) R
- b) ROOT
- c) Gnuplot

**Mode d'évaluation :** *Continu : 50% Examen : 50%*

#### **Références :**

- Linux, entraînez-vous sur les commandes de base : Redhat, Fedora, Suse, Debian ( Nicolas Pons).
- Initiation à la programmation avec Python et C++ (Yves Bailly).
- Rédigez des documents de qualité en LaTeX (Noël-Arnaud Maguis).
- [www.fedora-fr.org](http://www.fedora-fr.org), <https://root.cern.ch>, <https://www.r-project.org/>,  
<http://www.gnuplot.info/>, <https://www.latex-project.org/>, <http://www.texstudio.org/>,

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Optoélectronique**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

## **Objectifs de l'enseignement**

*Mécanismes fondamentaux de l'émission ou l'absorption d'un rayonnement par un semiconducteur ; exploitation de ces mécanismes dans des dispositifs d'optoélectronique.*

## **Connaissances préalables recommandées**

*Electromagnétisme des milieux*

## **Contenu de la matière**

### **Chapitre 1 : Propriétés optiques des semiconducteurs**

- 1.1. Eléments dipolaires dans les semiconducteurs à gap direct
- 1.2. Susceptibilité optique d'un semiconducteur
- 1.3. Absorption et émission spontanée
- 1.4. Conditions d'amplification optique dans les semiconducteurs

### **Chapitre 2 : Hétérostructures semi-conductrices et puits quantiques**

- 2.1. Le formalisme de la fonction enveloppe
- 2.2. Puits quantique
- 2.3. Densité d'états et statistique dans un puits quantique
- 2.4. Transitions optiques inter-bande dans un puits quantique
- 2.5. Transitions optiques inter-sous-bande dans un puits quantique
- 2.6. Absorption optique et angle d'incidence

### **Chapitre 3 : Photodétecteurs à semiconducteurs**

- 3.1. Distribution de porteurs dans un semiconducteur photoexcité
- 3.2. Photoconducteurs
- 3.3. Détecteur photovoltaïque
- 3.4. Photodétecteur à émission interne
- 3.5. Photodétecteur à puits quantiques
- 3.6. Photodétecteur à avalanche

### **Chapitre 4 : Diodes électroluminescentes et diodes laser**

- 4.1. Introduction
- 4.2. Injection électrique et densités de porteurs hors d'équilibre
- 4.3. Diodes électroluminescentes
- 4.4. Amplification optique dans des diodes à hétérojonctions
- 4.5. Diodes laser à double hétérojonction
- 4.6. Diodes laser à puits quantiques
- 4.7. Comportement temporel des diodes laser
- 4.8. Quelques caractéristiques du rayonnement des diodes laser

**Mode d'évaluation :** Continu : 50% Examen : 50%

## **Références :**

- Chang S.L., Physics of optoelectronics devices, New york, 1995
- Battacharya, semi conductor optoelectronics devices, New York, 1998

# **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Découverte**

**Intitulé de la matière : Procédés Didactiques**

**Crédits : 1**

**Coefficients : 1**

## **Objectifs de l'enseignement**

- *S'initier aux pratiques d'enseignement et à l'exercice du métier d'enseignant*
- *Concevoir, planifier et évaluer des pratiques d'enseignement et d'apprentissage.*

## **Connaissances préalables recommandées**

*Notions de base de physique et des différents concepts et une maîtrise de la langue française.*

## **Contenu de la matière**

### **1- Introduction**

- Définition, champs et objets
- Didactique et sciences humaines, didactique et pédagogie, didactique et psychologie, didactique et psychologie sociale, didactique et épistémologie.

### **2- Les concepts clés**

- Le triangle didactique
- La transposition didactique
- Les conceptions / les représentations des élèves
- L'obstacle didactique et l'objectif-obstacle
- Le contrat didactique
- La séquence didactique / exemple de situation problème

### **3- Missions de l'enseignant :**

Enseigner, expliquer, convaincre : comment aider les changements conceptuels des apprenants ? Outils et moyens utilisés.

### **4- Etude des situations didactiques**

### **5- Méthodologie de recherche en didactique : Recherche documentaire et bibliographique**

### **6- Préparation d'un cours et sa présentation**

**Mode d'évaluation :** *Examen : 100%*

## **Références :**

- Aster. Didactique et histoire des sciences, éditions INRP, 1986, n°5.
- VIENNOT, L. Raisonner en physique, éditions De Boeck, 1996.
- Aster, Revue de didactique des sciences expérimentales, INRP, N°5, 1987, Didactique et histoire des sciences.
- ASTOLFI, J.P. et PETERFALVI, B. Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales, in Aster, éditions INRP, 1993, n°16, pp.100-110.

## **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : S3**

**Intitulé de l'UE : Transversale**

**Intitulé de la matière : ETHIQUE ET DEONTOLOGIE**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

Apprendre à l'étudiant l'éthique et la déontologie universitaire.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Culture générale

### **Contenu de la matière :**

Le cours développe les principaux termes de la charte d'éthique et de déontologie Universitaires.

### **Mode d'évaluation :**

Examen 100%

## **Intitulé du Master : Physique des Rayonnements**

**Semestre : S4**

**Intitulé de la matière : Projet de fin d'études**

**Crédits : 30**

**Coefficients : 15**

### **Objectifs de l'enseignement :**

*Le projet de fin d'études permet à l'étudiant, à l'issue de la formation, de mettre en pratique l'ensemble de ses acquis académiques dans un contexte professionnel, et d'approfondir ses connaissances dans un domaine particulier de la recherche en lien avec les activités du laboratoire de recherche où il effectue son stage.*

### **Mode d'évaluation :**

*Le projet de fin d'études se déroule sur une période bien déterminée. Il donne lieu à un mémoire écrit ainsi qu'à une soutenance orale devant un jury. La note affectée au stage tient compte du rapport écrit et de la soutenance orale.*