

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

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

**OFFRE DE FORMATION  
L.M.D.**

**MASTER ACADEMIQUE**

<b>Etablissement</b>	<b>Faculté</b>	<b>Département</b>
<b>Université de M'sila</b>	<b>Faculté des sciences</b>	<b>Physique</b>

<b>Domaine</b>	<b>Filière</b>	<b>Spécialité</b>
<b>Science de la matière</b>	<b>Physique</b>	<b>Physique appliquée Option : Physique des matériaux intelligents</b>

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

عرض تكوين

ل. م . د

ماستر أكاديمي

القسم	الكلية	المؤسسة
الفيزياء	العلوم	جامعة المسيلة

التخصص	الشعبة	الميدان
فيزياء تطبيقية فرع: فيزياء المواد الذكية	فيزياء	علوم المادة

## 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 (UEF1)</b>									
Physique du Solide approfondie	45 h	1h 30min	1h 30min			3	9	33.33%	66.67%
Diélectriques	45 h	1h 30min	1h 30min			3	9	33.33%	66.67%
<b>UE Méthodologie (UEM1)</b>									
Modélisation et simulation des matériaux	67h 30min	1h 30min	3h			2	6	33.33%	66.67%
Cristallographie géométrique et super réseaux.	45 h	1h 30min	1h 30min			2	3	33.33%	66.67%
<b>UE Découverte (UED1)</b>									
Outils informatiques pour la physique	45 h3h			3h		2	1	33.33%	66.67%
<b>UE Transversales (UET1)</b>									
Méthodes mathématiques pour la physique	45h	1h30	1h30			2	1	33.33%	66.67%
Anglais scientifique	45h					1	1	33.33%	66.67%
<b>Total Semestre 1</b>	<b>337h30min</b>	7h30	9h	6h		15	<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 (UEF2)</b>									
Physique des dispositifs électroniques	45h	1h 30min	1h 30min			3	9	33.33%	66.66%
Méthodes d'Elaboration des Matériaux	45h	3h				3	9	33.33%	66.66%
<b>UE méthodologie (UEM2)</b>									
Nouvelles technologies des énergies renouvelables	45h	3h				2	3	33.33%	66.66%
Méthodes de caractérisation des matériaux 1	45h	1h 30min		1h 30min		2	3	33.33%	66.66%
Traitement de signal	45h	1h 30min	1h 30min			2	3	33.33%	66.66%
<b>UE découverte (UED2)</b>									
Projet de réalisation technique: bureau d'études	22h 30min	1h 30min				2	2	33.33%	66.66%
<b>UE transversales (UET2)</b>									
Anglais scientifique	45h			3h		1	1	33.33%	66.66%
<b>Total Semestre 2</b>	<b>292h 30 m</b>	<b>12h</b>	<b>3h</b>	<b>4h 30min</b>		<b>15</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 (UEF3)</b>									
Couches minces et nanotechnologie	<b>45h</b>	1h 30min	1h 30min			3	9	33.33%	66.67%
Couplages multi physiques et matériaux intelligent	<b>90h</b>	1h 30min	1h 30min	3h		3	9	33.33%	66.67%
<b>UE méthodologie (UEM3)</b>									
Méthodes de caractérisation des matériaux 2	67h30	3h	1h30		Exposé	3	6	33.33%	66.67%
Nouvelles Technologies de récupération d'énergie	<b>45h</b>	3h				3	3	33.33%	66.67%
<b>UE découverte (UED3)</b>									
Séminaire	<b>22h 30 min</b>	1h 30min						100%	
<b>UE transversales (UET3)</b>									
Gestion des projets de recherche	<b>22h 30 min</b>	1h 30min				2	2	33.33%	66.67%
Anglais scientifique	<b>45h</b>			3h		1	1	33.33%	66.67%
<b>Total Semestre 3</b>	<b>337h 30min</b>	12h	4h 30min	6h		<b>15</b>	<b>30</b>		

#### 4- Semestre 4 :

**Domaine** : Sciences de la matière (SM)

**Filière** : physique

**Spécialité** : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents

Pendant le quatrième semestre sous la responsabilité d'un enseignant chercheur du laboratoire. L'étudiant est en stage qui doit donner lieu à un mémoire écrit qui présente les résultats obtenus et une soutenance orale devant un jury.

	<b>VHS</b>	<b>Coeff</b>	<b>Crédits</b>
<b>Travail Personnel</b>		2	15
<b>Stage en entreprise</b>			
<b>Séminaires</b>			
<b>Soutenance</b>		2	15
<b>Total Semestre 4</b>		4	30

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

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière :** Physique du solide approfondie

**Semestre :** 1

**Objectifs de l'enseignement :** Etude des propriétés fondamentales des matériaux solides cristallins, physique des électrons, des vibrations (phonons) et propriétés optiques (Interaction onde électromagnétique – solide).

**Connaissances préalables recommandées** Connaissances de base en physique quantique

**Contenu de la matière :**

## I. Théorie semi-classique de la conduction dans les métaux

- I.1 Approximation du temps de relaxation
- I.2 Calcul de la fonction de distribution hors équilibre
- I.3 Conductivité électrique en courant
- I.4 conductivité thermique
- I.5 Pouvoir thermoélectrique

## II. Théorie classique du cristal harmonique

- II.1 l'approximation harmonique
- II.2 Approximation adiabatique
- II.3 Chaleur spécifique d'un cristal classique
- II.4 Mode normaux d'un réseau de Bravais monoatomique unidimensionnel
- II.5 Mode normaux d'un réseau de Bravais monoatomique tridimensionnel

## III. Théorie quantique du cristal harmonique

- III.1 Modes normaux et phonons
- III.2 Forme générale de la chaleur spécifique du réseau
- III.3 Chaleur spécifique à haute température
- III.4 Chaleur spécifique à basse température
- III.5 Chaleur spécifique aux températures intermédiaires : modèles de Debye et d'Einstein
- III.6 Densité de modes normaux

## IV. Propriétés optiques des solides

- IV.1 Ondes électromagnétiques
- IV.2 Constantes optiques des matériaux
- IV.3 Interaction d'une onde électromagnétique avec les électrons dans un métal à basses fréquences
- IV.4 Interaction d'une onde électromagnétique avec les électrons dans un métal à hautes fréquences

**Mode d'évaluation :**  $\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$

**Références :**

1. Physique des solides, N.W. Ashcroft, N.D Mermin, traduit par F. Biet, H. Kachkachi, EDP Sciences, 2002
2. Introduction to solid state physics, C. Kittel, 5<sup>th</sup>, Wiley .1983.
3. H.E Hall, Solid state physics, Wiley ELBS ed ,1979



# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Diélectriques**

**Semestre : 1**

**Objectifs de l'enseignement :** cette matière fournir des connaissances de base sur les propriétés physiques des diélectriques et décrire leurs applications dans le domaine de récupération d'énergie.

**Connaissances préalables recommandées :** Les connaissances de base des sciences des matériaux et électromagnétisme

**Contenu de la matière :**

## **I- Diélectriques -Bases théoriques-**

- 1- Généralités
- 2- Polarisation des diélectriques
3. Différents types de polarisation
4. Courants de conduction et de déplacement dans un isolant
5. Courants transitoires dans les isolants
6. Réponse en fréquence et pertes diélectriques des isolants

## **II- Propriétés diélectriques des plastiques**

1. Comportement diélectrique des polymères
2. Résistivité
3. Polymères semi-conducteurs et conducteurs
4. Rigidité diélectrique
  - 4.1 Définition
  - 4.2 Rigidité diélectrique

## **III Mesures électriques des matériaux diélectriques solides**

- 1- Évolution des matériaux diélectriques
- 2- Définitions et grandeurs mesurables
3. Techniques de mesures électriques

**Mode d'évaluation :**  $\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$

**Références :**

- 1- Dielectrics. **J. C. Anderson**. Modern electrical studies.
- 2- Ferroelectric devices. **Kenji UCHIND**. Mercel Dekker inc.
- 3- Technique de l'ingénieur.
- 4- Physique de l'état solide. **Charles Kittel**. Dunod.
- 5- Physique de la matière condensée, cours, exercices et problèmes corrigés. **Hungt. Diep**. Dunod.

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

## **Intitulé de la matière : Modélisation et simulation des matériaux**

### **Semestre : 1**

**Objectifs de l'enseignement :** Cette matière précise le contexte scientifique associé aux méthodes de modélisation et simulation, afin de mieux appréhender le fonctionnement de telles méthodes.

**Connaissances préalables recommandées :** physique de la matière condensée, distribution, analyse fonctionnelle, analyse complexe.

### **Contenu de la matière :**

- 1 - Analyse numérique appliquée à la physique.
- 2 - Construction des modèles physiques.
- 3 - Utilisation et conception de programmes de simulation aux problèmes physiques.
- 4 - Principe de la modélisation moléculaire.
  - 4.1 - Méthodes ab initio
  - 4.2 - Méthodes semi-empiriques
  - 4.3 - Méthode DFT
  - 4.4 - Méthodes empiriques
  - 4.5- Méthode de Monté-Carlo.
- 5- Modélisation des structures par éléments finis
- 6- Modélisation mésoscopique des matériaux
  - 6.1- Nécessité des méthodes
  - 6.2- Fondements des méthodes
  - 6.3- Méthode mésoscopique basée sur la dynamique moléculaire.
  - 6.4- Méthode mésoscopique basée sur la fonctionnelle de la densité
  - 6.5- Choix des méthodes

**Mode d'évaluation :**  $\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$

### **Références :**

- KOTELYANSKII M.J. et THEODOROU D.N. – Simulation methods for polymers. Marcel Dekker Inc. (2002).
- GELIN (B.). – Molecular modeling of polymer structures and properties. Hanser Publisher, Munich (1994).
- BICERANO. J. – Computational modeling of polymers. Marcel Dekker Inc. New York (1992).
- MONNERIE L. et SUTER U.W. – Atomistic modeling of physical properties. Springer-Verlag, Berlin (1994).
- BINDER (K.). – Monte Carlo and molecular dynamics simulations in polymer science. Oxford University Press, New-York (1995).
- ROE (R.J.). – Computer simulation of polymers. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ (1991).

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Cristallographie géométrique et super réseaux**

**Semestre : 1**

**Objectifs de l'enseignement :** Etude des systèmes cristallins, Etude du transport électronique à basse dimensionnalité dans les hétérostructures et les superréseaux

**Connaissances préalables recommandées :**

Physique du solide - Physique des semiconducteurs - Physique quantique

**Contenu de la matière :**

I : Rappel - Description de l'état cristallin

I. 1. Définition d'un réseau directe

I. 5. Réseau réciproque

II : Symétrie d'orientation

II.2. Représentation des éléments de symétrie

II.3. Application des opérateurs de symétrie aux plans (hkl)

III : Les 32 classes de symétrie d'orientation dans les cristaux

III.1. Classes centrosymétriques - classes de Laue

III.2. Classification des 32 classes de symétrie

IV- Structure de bande

IV.1 Puit quantique

IV.2 Densité des états

IV.3 Effet tunnel entre puits

IV.4 Les superréseaux

V. fonction enveloppe

V.1 Modèles de la fonction enveloppe

V.2 Calculs simplifiés des états  $k_{\perp} = 0$  des puits quantiques

V.3 Calculs des états des superréseaux

VI. Etats coulombiens et défauts d'interfaces

IV.1 Aspect qualitatif

IV.2 Solutions approximatives du problème des impuretés hydrogéniques

VII.3 Défauts d'interfaces

VIII. Niveaux d'énergie dans les hétérostructures dopées par modulation

V.1 Dopage par modulation des hétérostructures : Aspect qualitatif

V.2 Calculs auto-cohérents des niveaux d'énergie et transfert de charge dans les puits quantiques dopés par modulation.

**Mode d'évaluation :** 
$$\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$$

**Références :**

1-Wave mechanics applied to semiconductor heterostructure, G. Bastard, les éditions de physique. 1990

2-Hetero junction and Discontinuities: Physics and Devices Applications, D.S Chemla, D.A.B. Miller, North Holland, Amsterdam, 1987,

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Outils informatiques pour la physique**

**Semestre : 1**

**Objectifs de l'enseignement :** Apprendre l'utilisation des principaux logiciels utilisés dans le domaine de la physique appliquée et de la récupération d'énergie.

**Connaissances préalables recommandées :** Windows, Microsoft office,

**Contenu de la matière :**

- Fortran
- Excel
- Origine
- Matlab
- Maple
- Labview
- Logiciels pour la physique (Materials studio)

**Mode d'évaluation :**  $\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$

**Références :**

- Manuel d'utilisation et l'aide de Fortran, Excel, Origine, Matlab, Maple, Labview
- internet

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Méthodes mathématiques pour la physique**

**Semestre : 1**

**Objectifs de l'enseignement :** Apprendre à l'étudiant les différents algorithmes mathématiques pour résoudre des problèmes de physique. Acquérir un certain nombre de méthodes et outils de Mathématiques appliquées à la Physique.

**Connaissances préalables recommandées :**

Analyse complexe et analyse fonctionnelle

**Contenu de la matière :**

- Introduction à la simulation
- Les espaces physiques
- Les polynômes orthogonaux et leurs connections aux opérateurs physiques.
- Introduction à des équations différentielles ordinaires et partielles linéaires et non linéaires dans un environnement quantique.
- Etude de plusieurs approches d'actualité pour résoudre certains systèmes non linéaires.
- Fonctions de Green et applications
- Les méthodes d'approximation
- Quelques applications en mécanique quantique.
- Les nouvelles méthodes en mathématiques appliquées à la physique.
- Applications directes de ces méthodes.

**Mode d'évaluation :**  $\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$

**Références :**

- Fundamentals of Quantum Mechanics: [www. Canbridge.org](http://www.Canbridge.org)
- Principles of Nonlinear Optics. New York: John Wiley & Sons, 1984.
- Numerical Methods, Second Edition, Brooks/Cole Publishing Company, 1998

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Anglais scientifique**

**Semestre : 1**

**Objectifs de l'enseignement :** L'utilisation de l'anglais dans la vie professionnelle est incontournable, donc son apprentissage sera posé comme une exigence

## **Connaissances préalables recommandées :**

Les connaissances de base de l'anglais.

## **Contenu de la matière :**

### **1. Ecouter :**

comprendre les points essentiels sur des sujets familiers : présentation d'une expérience, consignes à caractère technique et scientifique, mode opératoire. Comprendre l'essentiel d'émissions de radio ou télévision sur l'actualité.

### **2. Lire :**

Comprendre des textes relatifs au travail : notice d'appareil, document technique ; comprendre la description d'évènements, ...

### **3. Prendre part à une conversation :**

Converser sans préparation sur des sujets familiers ; faire face à la majorité des situations que l'on peut rencontrer au cours d'un voyage.

### **4. S'exprimer oralement en continu :**

Raconter des expériences, des évènements.

### **5. Ecrire :**

Ecrire des textes sur des sujets familiers : rédaction d'un CV, d'une lettre de motivation, d'une demande de stage ou de documentation.

**Mode d'évaluation :** 
$$\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$$

## **Références :**

Textes et documents en anglais sélectionnés de différentes sources d'information se rapportant à la vie courante.

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

## **Intitulé de la matière : Physique des dispositifs électroniques**

**Semestre : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** L'objectif est d'acquérir les notions nécessaires de physique des solides pour avoir une meilleure compréhension des phénomènes physiques régissant les propriétés des composants électroniques.

**Connaissances préalables recommandées :** Les notions fondamentales de mécanique quantique et de mécanique statistique, théorie des bandes et les notions d'électrons et de trous et les populations de ces deux types de porteurs dans les bandes de valence et de conduction.

### **Contenu de la matière :**

I- Introduction à la physique des Semiconducteurs

II. Propriétés électroniques des matériaux semiconducteurs

III- Émission électronique

IV. Composants du type diode

V. Composants du type transistor

VI. Les cellules solaires

**Mode d'évaluation :**  $\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$

### **Références :**

1. Physics of semiconductor devices S.M. Sze, 2ed, Wiley.1981
2. Semiconductor physics and devices, Basic principles , A. Neamen , 3 ed Donald.2003
3. wave mechanics applied to semiconductor heterostructure, G. Bastard , les editions de physique.1990
4. Theory of modern electronic semiconductor devices, K.F. Brennan, A.S. Brown, Wiley 2002
5. Physique des semiconducteurs et des composants électriques, Henry Mathieu, Masson 1990
6. Introduction à la physique de l'état solide, Charls KITTEL. Dunod, 1958.
7. Physique des dispositifs à semiconducteur, A. VAPAILLE. Tome 1. Masson, (1970).
8. Silicon semiconductor data. F. WOLF, Pergamon press, (1976).
9. Dispositifs et circuits intégrés semiconducteurs. A. VAPAILLE et R. CASTAGNÉ Dunod, 1987.

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Méthode d'Elaboration des Matériaux**

**Semestre : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** L'industrie a besoin des gens à savoir faire des choses concrètes, cette matière assure de former des étudiants à des compétences et de réaliser des matériaux d'ordre supérieure.

**Connaissances préalables recommandées :** Physique de la matière condensée,

**Contenu de la matière :**

- Elaboration des nanocomposites à nanocharges.
- Collage des matériaux : Caractéristiques et mise en oeuvre des colles
  - Caractéristiques des colles et adhésifs
  - Mise en oeuvre
- Céramiques pour composants électroniques
  - Technologie céramique et composants électroniques
  - Élaboration de fonctions
- Elaboration des semi-conducteurs
- Elaboration des polymères intelligents (ferroélectriques, électrostrictifs, ...etc.)
- Elaboration des céramiques et des cristaux
- Elaboration des couches minces
- Elaboration des verres

**Mode d'évaluation :** 
$$\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$$

## **Références .**

- Traité de céramique et matériaux minéraux, C. A. JOUENNE, Editions Septima. Paris 1990.
- Caractérisation Expérimentale des matériaux, Michel BOUSSUGE et Al. , Presse polytechniques et universitaire romandes.
- Technique de L'ingénieur



# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Nouvelles Technologies des énergies renouvelables**

**Semestre : 2**

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

L'objectif est connaître les différents types des énergies renouvelables.

**Connaissances préalables recommandées :** Physique des semiconducteurs, géographie

## **Contenu de la matière :**

- Analyse et perspectives énergétiques mondiales :
  1. Évolution de la demande énergétique
  2. Pétrole, gaz naturel et charbon
  3. Les énergies renouvelables
- Combustible hydrogène
  1. Conversion énergétique de l'hydrogène
  2. Mise à disposition de l'hydrogène énergie
  3. Dangers de l'hydrogène et sécurité.
- Énergie éolienne pour la fourniture d'électricité
  1. Contexte
  2. Ressource
  3. Aérogénérateurs
  5. Gestion de l'énergie éolienne
- Hydroélectriques : Principe des aménagements hydroélectriques
- Convertisseurs photovoltaïques :
  1. Cellule photovoltaïque
    - 1.1 Potentiel solaire
    - 1.2 Cellule photovoltaïque idéale
    - 1.3 Cellule réelle à jonction PN2. Générateur photovoltaïque
  2. Générateur photovoltaïque
    - 2.1 Constitution des générateurs photovoltaïques
    - 2.2 Modélisation et simulation du fonctionnement des générateurs Photovoltaïques
    - 2.3 Mise en œuvre d'un générateur photovoltaïque
  3. Systèmes photovoltaïques
- Géothermie :
  1. La Terre, source de chaleur
    - 1.1 Structure du globe
    - 1.3 Origine de la chaleur
  2. Gisements et ressources géothermales.
    - 2.1 Gisement géothermal
  3. Mise en œuvre des ressources géothermales
    - 3.1 Exploration de basse énergie
  4. Utilisations des ressources géothermales
    - 4.1 Production d'électricité
    - 4.2 Usages thermiques
  5. Aspects économiques
    - 5.1 Production d'électricité.

**Mode d'évaluation :**  $\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$

**Références :**

- ALLEAU (T.). – Les piles à combustible. Mémento de l'hydrogène, Fiche 5.2.1, site Internet : <http://www.afh2.org>.
- Technique de l'ingénieur BE 8 585
- Technique de l'ingénieur BE 8 515
- Technique de l'ingénieur BE 8 580
- DURAND (H.). – La conversion photovoltaïque. Cours de DEA Université Paris-Val-de-Marne (1989).
- ORGERET (M.). – Les piles solaires : le composant et ses applications. Masson (1985).
- Technique de l'ingénieur BE 8 590 V2

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

## **Intitulé de la matière : Méthodes de Caractérisation des Matériaux 1**

**Semestre : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Apprendre les procédures de caractérisations des matériaux

**Connaissances préalables recommandées :** Physique du solide

### **Contenu de la matière :**

- I- Introduction
- II- Caractérisation chimique
  - II-1. Excitation par des électrons
    - II-1-1. Spectrométrie des rayons X (XES, EMP)
    - II-1-2. Spectroscopie d'électrons Auger (AES)
  - II-2. Excitation par des photons
    - II-2-1. Fluorescence X (XRF)
    - II-2-2. Spectrométrie des photoélectrons (ESCA, XPS)
  - II-3. Excitation par des ions
    - II-3-1. Spectrométrie de masse des ions secondaires (SIMS)
    - II-3-2. Rétrodiffusion Rutherford (RBS)
    - II-3-3. Analyse par réaction nucléaire (NRA)
  - II-4. Excitation par des neutrons
    - II-4-1. Analyse par activation neutronique (NAA)
- III- Caractérisation structurelle
  - III-1. Excitation par des électrons
    - III-1-1. Diffraction par des électrons de basse énergie (LEED)
    - III-1-2. Microscopie électronique en transmission (TEM)
  - III-2. Excitation par des photons
    - III-2-1. Méthode de Laue
    - III-2-2. Méthode de Debye-Sherrer
    - III-2-3. Montages « 4 cercles » et plus
  - III-3. Excitation par des ions
    - III-3-1. Rétrodiffusion Rutherford en condition de canalisation

**Mode d'évaluation :**  $\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$

### **Références :**

- Caractérisation expérimentale des matériaux, M. BOUSSUGE et Al. Presses Polytechniques et universitaires Romanades

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Traitement de signal**

**Semestre : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** L'objectif de cette UE est de donner aux étudiants une base théorique et des méthodes analogiques et numériques de traitement du signal.

**Connaissances préalables recommandées :** Mathématique d'analyse numérique et complexe

## **Contenu de la matière :**

- Signal analogique
- Rappel de la théorie des distributions
- Transformée de Fourier
- Signaux Système linéaire
- Transformée de Laplace
- Transformée en Ondelettes
- Signal numérique
- Equation aux différences
- Transformée en Z
- Analyse spectrale
- Filtrage et échantillonnage

**Mode d'évaluation :**  $\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$

**Références :**

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Projet de réalisation technique : bureau d'études**

**Semestre : 2**

**Remarque :** Le partenariat des organismes tels que ANSEJ. etc. est indispensable pour connaître les lois et les législations pour créer des bureaux des études et micro entreprises.

**Objectifs de l'enseignement :** Placer les étudiants en situation professionnelle de conduite des projets Savoir mener un projet de conception du cahier des charges au produit fini par une bonne organisation du travail.

**Connaissances préalables recommandées :**

## **Contenu de la matière :**

Projet tutoré en binôme

les projets de réalisation techniques (PRT). Les projets sont à trouver ou inventé par les étudiants parmi le tissu local des entreprises et établissements ayant des besoins des études et expertise, sur la base des cahiers des charges validés par les responsables pédagogiques, et à la fin faire un rendu scientifique et technique, écrit et oral, avec l'encadrement d'un tuteur pédagogique.

**Mode d'évaluation :**  $\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$

**Références :**

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Anglais scientifique**

**Semestre : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Lu, écrit et parler l'anglais.

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**

**1. Ecouter :**

comprendre les points essentiels sur des sujets familiers : présentation d'une expérience, consignes à caractère technique et scientifique, mode opératoire. Comprendre l'essentiel d'émissions de radio ou télévision sur l'actualité.

**2. Lire :**

comprendre des textes relatifs au travail : notice d'appareil, document technique ; comprendre la description d'évènements, ...

**3. Prendre part à une conversation :**

Converser sans préparation sur des sujets familiers ; faire face à la majorité des situations que l'on peut rencontrer au cours d'un voyage.

**4. S'exprimer oralement en continu :**

Raconter des expériences, des évènements.

**5. Ecrire :**

Ecrire des textes sur des sujets familiers : rédaction d'un CV, d'une lettre de motivation, d'une demande de stage ou de documentation.

**Mode d'évaluation :** 
$$\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$$

**Références :**

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Couches minces et nanotechnologies**

**Semestre : 3**

**Objectifs de l'enseignement :** Apprendre l'intérêt des couches minces et mode de fabrication.

**Connaissances préalables recommandées :** Physique de l'état solide

## **Contenu de la matière :**

- Structures sandwiches
  - 1- Intérêt des sandwiches
  - 2. Matériaux pour la construction sandwich
    - 2.1 Peaux rigides
    - 2.3 Adhésifs
  - 3. conception et optimisation
  - 4. Fabrication
    - 4.1 Technologies par voie humide
    - 4.2 Technologies par voie sèche
    - 4.3 Assemblage par collage
    - 4.4 Moulage
  - 5. Techniques de jonction
    - 5.1 Méthodes de jonction et connexion
    - 5.2 Méthodes de finition des bords
  - 6- Couches minces. Croissance cristalline
    - 1. Équilibre des phases
    - 2. Formes d'équilibre des cristaux.
    - 3. Couches minces. Nucléation
    - 4. Croissance des cristaux

**Mode d'évaluation :**  $\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$

## **Références :**

- Techniques de l'ingénieur AM 5 141
- ABRAHAM. F.F. Homogeneous Nucleation Theory. Academic Press, NY (États-Unis) (1974).

# Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents

Intitulé de la matière : Couplages multi physiques et matériaux intelligents

Semestre : 3

**Objectifs de l'enseignement :** L'objectif est de présenter les notions essentielles du domaine des diélectriques, ainsi les principaux couplages (physiques) observées dans les diélectriques, tel que les couplages électromécanique, piézoélectrique, pyroélectrique, magnétoélectrique, Magnétoélectriques ...etc.

**Connaissances préalables recommandées :** Diélectrique, électromagnétisme, physique de solide

**Contenu de la matière :**

## I- Piézoélectricité :

1. La piézoélectricité
2. Propriétés mécaniques d'un matériau piézoélectrique
3. Matériaux piézoélectriques.
4. Applications des matériaux piézoélectriques

## II- Pyroélectricité :

1. La pyroélectricité
2. Applications des matériaux pyroélectrique
3. Matériaux pyroélectriques.

## III- Ferroélectricité

1. Ferroélectricité et applications électroniques
2. Ferroélectricité et applications optiques
3. Progrès sur les matériaux ferroélectriques en couches minces

## IV- Magnétoélectricité :

- 1- Généralité sur l'effet magnétostrictif
- 2- Magnétoélectricité

## V- Application : système de récupération d'énergie

1. Définitions
3. Performances du système

**Mode d'évaluation :**  $\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$

## Références :

- Dielectrics. J. C. Anderson. Modern electrical studies.
- Ferroelectric devices. Kenji UCHIND. Mercel Dekker inc.
- Technique de l'ingénieur.
- Physique de l'état solide. Charles Kittel. Dunod.
- Physique de la matière condensée, cours, exercices et problèmes corrigés. **Hungt. Diep.** Dunod



# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Méthodes de caractérisation des matériaux 2**

**Semestre : 3**

**Objectifs de l'enseignement :** Application des connaissances théoriques et pratiques fondamentales pour la caractérisation à l'échelle atomique, nanométrique, micro,.....

**Connaissances préalables recommandées :** Connaissances des phénomènes d'interaction des photons, électron et particule lourdes chargées avec la matière. Notions de base de la spectroscopie

## **Contenu de la matière :**

- I- Spectroscopie d'adsorption Infra Rouge.
  - 1. Spectre de rotation et de vibration des molécules diatomiques
  - 2. Spectrométrie micro onde et Infra Rouge
- II- Spectroscopie de diffusion :
  - 1. Spectre Raman de rotation et de vibration des molécules diatomiques
  - 2. Comparaison entre un spectre d'absorption et un spectre de diffusion
  - 3. Spectromètre Raman
- III- Spectres électroniques des molécules diatomiques:
  - 1. Spectre vibro-électronique
  - 2. Principe de Frank-Condon - Règle de Deslandres
- IV- Ellipsométrie Optique:
  - 1. Principe de la méthode - Rappel de la polarisation elliptique
  - 2. Appareillage et application à l'étude des couches minces
- V- Spectrométrie de masse:
  - 1. Principe et caractéristiques d'un spectromètre de masse
  - 2. Spectromètre de masse à simple et à double focalisation
  - 3. Applications: mesure des masses, analyse isotopique
- VI- Méthodes de résonances (RMN, RPE, Mössbauer)
- VII- Méthodes d'analyse par ultrasons et par des méthodes électriques
- VIII- Méthodes d'analyse thermiques (AT, ATD, ATA, AED,..)

**Mode d'évaluation :** 
$$\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$$

## **Références :**

- Caractérisation expérimentale des matériaux, M. BOUSSUGE et Al. Presses Polytechniques et universitaires Romanades

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Nouvelles Technologies de récupération d'énergie**

**Semestre : 3**

**Objectifs de l'enseignement :** Apprendre les techniques de récupération d'énergie.

**Connaissances préalables recommandées :** Diélectrique, couplage multi-physiques, physique de solide

## **Contenu de la matière :**

- Récupération de l'énergie vibratoire pour générer de l'électricité

Contexte

Principe de conversion

Générateurs piézoélectriques

Générateurs électrostatiques

Générateurs électromagnétiques

Perspectives

Récupération de l'énergie thermique pour générer de l'électricité

Contexte

Principe de conversion

Générateurs pyroélectriques

Perspectives

Récupération de l'énergie magnétique pour générer de l'électricité

Contexte

Principe de conversion

Générateurs magnétoélectriques

Perspectives

**Mode d'évaluation :**  $\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$

## **Références :**

- JEAN-MISTRAL (C.). – Récupération d'énergie mécanique par polymères électroactifs pour microsystèmes autonomes communicants. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble (2008). <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00356265/fr/>
- IEEE Standard on Piezoelectricity 1987 ANSI/ IEEE Standard 176-1987.
- Technique de l'ingénieur RE 135

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Séminaire**

**Semestre : 3**

**Objectifs de l'enseignement :** Exposer les principaux sujets de recherche dans les laboratoires de recherche qui encadrent ce Master

**Connaissances préalables recommandées :**

## **Contenu de la matière :**

On rappelle que l'assistance régulière à un séminaire de recherche est un aspect important de la vie d'un chercheur. Elle entretient une indispensable ouverture d'esprit, par laquelle celui-ci évite de confiner ses activités dans un domaine trop étroitement spécialisé. À cet effet, les responsables de Master physique Appliquée et de génie des Matériaux vont organiser un séminaire général hebdomadaire auquel il faut recommander aux étudiants d'assister.

Une série de conférences, abordant des thèmes de recherche actuels en physique appliquée et génie des matériaux.

Ce séminaire est obligatoire pendant la totalité de troisième semestre du master, ce qui facilite aux étudiants de choisir un sujet de recherche dans le quatrième semestre.

**Mode d'évaluation :** Rapport détaillé sur les thèmes proposés

**Références :**

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Gestion des projets de recherches**

**Semestre : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

**Connaissances préalables recommandées :** Apprendre les techniques de recherche et de rédaction du mémoire

**Contenu de la matière :**

Chapitre 1

- Les caractéristiques de la science
- La recherche scientifique
- Les techniques de recherche

Chapitre 2

- Définir une stratégie dans le domaine de l'élaboration et de la caractérisation.
- Conduire et optimiser un protocole expérimental.
- Maîtrise des instruments et des techniques d'élaboration et de caractérisation

Chapitre 2

- Présentation des outils statistiques : Utilisation d'un logiciel de statistique.
- Caractérisation d'une méthode de mesure.
- Détermination ou amélioration des conditions opératoires optimales.
- Exemples et application.

Chapitre 3

- Compréhension des documents utilisés en science physique.
- Compréhension d'articles scientifiques.
- Différentes étapes de rédaction d'un mémoire de fin d'études.
- Rédaction de résumé d'articles.

**Mode d'évaluation :** 
$$\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$$

**Références :**

# **Intitulé du Master : Physique appliquée. Option : Physique de matériaux intelligents**

**Intitulé de la matière : Anglais scientifique**

**Semestre : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**

**1. Ecouter :**

Comprendre les points essentiels sur des sujets familiers : présentation d'une expérience, consignes à caractère technique et scientifique, mode opératoire. Comprendre l'essentiel d'émissions de radio ou télévision sur l'actualité.

**2. Lire :**

Comprendre des textes relatifs au travail : notice d'appareil, document technique ; comprendre la description d'évènements, ...

**3. Prendre part à une conversation :**

Converser sans préparation sur des sujets familiers ; faire face à la majorité des situations que l'on peut rencontrer au cours d'un voyage.

**4. S'exprimer oralement en continu :**

Raconter des expériences, des évènements.

**5. Ecrire :**

Ecrire des textes sur des sujets familiers : rédaction d'un CV, d'une lettre de motivation, d'une demande de stage ou de documentation.

**Mode d'évaluation :**  $\frac{(\text{Interrogation écrite} + \text{travail personnel})/2 + \text{examen écrit} \times 2}{3}$

**Références :**