

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

**Cahier de charge pour une demande d'habilitation d'une offre de  
Formation de niveau MASTER LMD**

**Etablissement :**      **Université 8 Mai 45 Guelma**

**Faculté/Institut :**      **Sciences et Sciences de l'Ingénierie**

**Département(s) :**      **Sciences Exactes**

<b>Domaine</b>	<b>Mention / Filière</b>	<b>Parcours/Option</b>	<b>Type</b>
<b>Sciences de la matière</b>	<b>Physique</b>	<b>Physique</b>	<b>Académique</b>

## **Avis et Visa**

**Nom et Signature du Responsable/coordonateur de la Formation :**  
Pr. Badis Bennecer

**Visa du Département**

**Visa de la Faculté**

**Visa du Chef d'établissement**

---

Avis de la Commission d'Expertise

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

**Fiche d'évaluation – Offre de formation LMD  
Niveau Master**

**Identification de l'offre**

Etablissement demandeur : Université 08 Mai 1945  
Intitulé (domaine/mention-filière/option-spécialité): Sciences de la matière/Physique/ Physique

Type du Master Académique  Professionnel

Le dossier comporte -t il les visas réglementaires Oui  Non

**Qualité du dossier** (cocher la mention retenue : A : satisfaisant, B : moyennement satisfaisant, C : peu satisfaisant)

Opportunité de la formation proposée ( exposé des motifs )	A	B	C
Qualité des programmes	A	B	C
Adéquation avec les parcours de Licence cités	A	B	C

Est -c qu'il y a des laboratoires de recherche associés à cette formation ?	Oui	Non
Les thèmes de recherche de ces laboratoires sont – ils en rapport avec la formation demandée ?		

Convention avec les partenaires cités	oui	non

**Qualité de l'encadrement**

1- Effectif global des enseignants de l'établissement intervenants dans la formation	A	B	C
2- Parmi eux, le nombre d'enseignant de rang magistral ou titulaire d'un doctorat	A	B	C
3- Nombre de professionnels intervenant dans la formation	A	B	C

Appréciation du taux d'encadrement	A	B	C
------------------------------------	---	---	---

**Moyens mis au service de l'offre**

locaux -équipements- documentation – espaces TIC	A	B	C
--	---	---	---

**Autres observations** (mentionner les réserves ou les motifs de rejet, la commission peut rajouter d'autres feuilles de commentaires)

.....

.....

.....

.....

.....

**Conclusion**

Offre de formation	A retenir	A reformuler	A rejeter
--------------------	-----------	--------------	-----------

Website: [www.univ-guelma.dz](http://www.univ-guelma.dz)

## **Fiche d'identité**

---

### **Intitulé du parcours**

فيزياء

فيزياء

علوم المادة

Sciences de la matière/ Physique/ Physique

### **Type**

Académique

### **Localisation de la formation :**

- Faculté: Sciences et Ingénierie
- Département : Sciences exactes

### **Responsable/Coordinateur de la Formation**

- **Nom & prénom:** BENNECER Badis
  - **Grade :** Professeur
  - **☎:** 07 72 61 64 16      **Fax :** 037 20 72 68      **E – mail :**  
[b\\_bennacer@hotmail.com](mailto:b_bennacer@hotmail.com)
- 
-

## **B.EXPOSE DES MOTIFS**

1. Cette spécialité a pour objectif de former des enseignants et chercheurs munis de bases solides en physique expérimentale et théorique dans le domaine de la physique de la matière condensée. Cette formation permet de :
  - ✓ Assurer une bonne relève en qualité de chercheurs et d'enseignants.
  - ✓ Assurer la continuité de construire une base solide pour une recherche scientifique bénéfique.
  - ✓ la formation pour les étudiants brillants.
2. Profils et Compétences visés :
  - Diplôme de licence LMD en sciences de la matière liés à la Physique (accès automatique).
  - Diplôme de DES ancien régime sur étude des dossiers.
3. Contextes régional et national d'employabilité : Possibilité d'insertion dans les entreprises régionales ou nationales.

## **C.PROGRAMME DE LA FORMATION PAR SEMESTRE**

### **Semestre 1**

	<b>UEF.1</b>	<b>UEF.2</b>	<b>UEF.3</b>	<b>UEF.4</b>	<b>UEF.5</b>	<b>total</b>
Intitulé de l'Unité	Théorie quantique pour les solides I	Electrodynamique	Mécanique analytique	Méthodes physiques et techniques d'investigation de la matière	Méthodes numériques en Physique	
Type	fond	fond	fond	fond	fond	
VHH	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	22.5
Crédits	7	7	6	5	5	30
Coef.	4	4	3	3	3	17

Matières	Code	VHH				Crédits matières	Coef
		C	TD	TP	Travail personnel		
Théorie quantique pour les solides I	UEF.1	3.0	1.5		3.0	7	4
Electrodynamique	UEF.2	3.0	1.5		3.0	7	4
Mécanique analytique	UEF.3	3.0	1.5		3.0	6	3
Méthodes physiques et techniques d'investigation de la matière	UEF.4	3.0		1.5	3.0	5	3
Méthodes numériques en Physique	UEF.5	1.5		3.0	3.0	5	3
Total		13.5	4.5	4.5	15	30	17

Website: [www.univ-guelma.dz](http://www.univ-guelma.dz)

## Semestre 2

	UEF.6	UEF.7	UEF.8	UEF.9	UED.1	UEM.1	total
Intitulé	Théorie quantique pour les solides II	Physique des Lasers et applications	Interaction rayonnement Matière	Physique Statistique et thermique	Anglais technique	Outils informatiques d'exploitation	
Type	fond	fond	fond	fond	Découverte	Méthod.	
VHH	4.5	4.5	4.5	4.5	1.5	3.0	22.5
Crédits	7	6	7	6	2	2	30
Coef.	4	4	3	4	1	1	17

Matières	Code	VHH				Crédits matières	Coe f
		C	TD	TP	Travail personnel		
Théorie quantique pour les solides II	UEF.6	3.0	1.5		3	7	4
Physique des Lasers et applications	UEF.7	3.0		1.5	3	6	4
Interaction rayonnement Matière	UEF.8	3.0	1.5		3	7	4
Thermodynamique et Physique Statistique	UEF.9	3.0	1.5		3	6	3
Anglais technique	UED.1	1.5			2	2	1
Outils informatiques d'exploitation	UEM.1			3	2	2	1
<b>Total</b>		<b>13.5</b>	<b>4.5</b>	<b>4.5</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>17</b>

## Semestre 3

	UEF.10	UEF.11	UEF.12	UED.2	total
Intitulé	Théorie de la fonctionnelle de la densité et application pour les solides	Couches minces, optique et optoélectronique	Magnétisme dans les solides	Travail personnel	
Type	fond	fond	fond	Découverte	
VHH	3.0	3.0	4.5	9.0	19.5
Crédits	7	7	6	10	30
Coef.	4	4	4	5	17

Matières	Code	VHH				Crédits matières	Coef
		C	TD	TP	Travail personnel		
Théorie de la fonctionnelle de la densité et application pour les solides	UEF.10	1.5	0	1.5	3	7	4
Couches minces, optique et optoélectronique	UEF.11	3	0	0	3	7	4
Magnétisme dans les solides	UEF.12	3.0	1.5		3	6	4
Travail personnel de recherche bibliographique préparatoire au projet du S4 et soutenu à la fin du S3	UED.2				9	10	5
Total		7.5	1.5	1.5	18	30	17

#### **Semestre 4**

Le semestre 4 est réservé à un stage ou un travail d'initiation à la recherche, sanctionné par un mémoire et une soutenance

#### **Récapitulatif global :**

<b>VH \ UE</b>	<b>Fondamental</b>	<b>Méthodologique</b>	<b>Découverte</b>	<b>Transversale</b>	<b>Total</b>
<b>Cours</b>	<b>33</b>	<b>-</b>	<b>1.5</b>	<b>-</b>	<b>34.5</b>
<b>TD</b>	<b>10.5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>10.5</b>
<b>TP</b>	<b>10.5</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>13.5</b>
<b>Travail personnel</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>-</b>	<b>49</b>
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>5</b>	<b>12.5</b>	<b>-</b>	<b>107.5</b>
<b>Crédits</b>	<b>76</b>	<b>2</b>	<b>12+30 (4<sup>ème</sup> semestre)</b>		<b>120</b>
% en crédits pour chaque type d'UE					

## **D.MOYENS DISPONIBLES**

---

**D1- Capacité d'encadrement** : 20 étudiants

### **D.2- Equipe de Formation**

<b>Nom, prénom</b>	<b>Dipl .</b>	<b>Gr</b>	<b>Laboratoire de rattachement</b>	<b>Spécialité</b>	<b>Type d'intervention</b>
BOUFELFEL A.	DR	Pr	LPG	Physique	C,TD,Encadrement
BENNECER B.	DR	Pr.	LPG	Physique	C,TD,Encadrement
MEDDOUR A.	DR	Pr.	*	Physique	C,TD,TP,Encadrement
DJEROUD S.	DR	MC	LPG	Physique	C,TD,TP,Encadrement
MOUMENI H.	DR	MC	LM2S (Annaba)	Physique	C,TD,TP,Encadrement
SAHOUR M.C.	DR	MC	*	Physique	C,TD,TP,Encadrement
BRAGHTA A.	DR	MC	*	Physique	C,TD,Encadrement
BOUKHAROUBA N.	DR	MC	*	Physique nucléaire	C,TD,TP,Encadrement
LAHAOUAL R.	DR	MC	*	Physique	C,TD,TP,Encadrement
CHETIBI S.	DR	MC	*	Physique	C,TD,TP,Encadrement
BELFARHI B.	DR	CC	LPG	Physique	C, TD, TP
ELLAGOUNE B.	DR	CC	LPG	Physique	C, TD, TP
DOGHMANE M.	DR	CC	LS (Annaba)	Physique	C, TD, TP
MAIZI R.	MG	CC	LPG	Physique	C, TD, TP
DAOUDI M. B.	MG	CC	*	Physique	C, TD, TP
YAHY H.	MG	CC	LPG	Physique	C, TD, TP
HAMEL A.	MG	CC	LPG	Physique	C, TD, TP
MOKHTARI L.	MG	CC	LPG	Physique	C, TD, TP
HANACHE B.	MG	CC	LPG	Physique	C, TD, TP
KALARASSE F.	MG	MA	LPG	Physique	C,TD, TP
HECIRI D.	MG	MA	LESIMS	Physique	C, TD, TP
BENHAMIDA M.	MG	MA	*	Physique	C, TD, TP

LPG : Laboratoire de Physique à Guelma

LM2S : Laboratoire de Magnétisme et de Spectroscopie des Solides (Annaba)

LS : Laboratoire des Semiconducteurs (Annaba)

LESIMS : Laboratoire d'Etude des Surfaces et Interfaces de la Matière Solide (Annaba)

\* : ne sont pas rattachés à aucun des laboratoires de recherche

### **Synthèse globale des Ressources Humaines**

<b>Grade</b>	<b>Effectif permanent</b>
<b>Professeur</b>	3
<b>M.C.</b>	7
<b>MAT/CC titulaires d'un doctorat</b>	3
<b>MAT et CC</b>	9
<b>Personnel de soutien</b>	-

<b>Total</b>	22
--------------	----

### **D3- Moyens matériels disponibles**

**1. Moyens du département :** reprographie, projection, salle d'informatique réservée pour les magisters et doctorants

**2. Laboratoires Pédagogiques et Equipements :**

1. Pompage optique
2. Laser à diode semiconductrice
3. Effet Kerr

**3. Laboratoires / Projets / Equipes de Recherche de soutien à la formation proposée**

Laboratoire de Physique à Guelma

- Axes de recherche :
1. élaboration et caractérisations des matériaux
  2. Modélisation et Simulation

Axes hors laboratoires de recherches

1. Magnétisme dans la matière
2. Couches minces, optique et opto-électronique

**Listes des projets en cours:**

- **code:** D01520070006 B. Bennecer (resp.), S. Djeroud et F. Kalarasse, U. Guelma, intitulé : Etude des propriétés électroniques, optiques, vibrationnelles et magnétiques des composés tétraédriques remplis

- **code :** D2401/01/05 A. Meddour (Resp.), U. Guelma, Intitulé projet: Simulation de l'intensité des RX réfléchis par un système en Multicouches.

**4. Bibliothèque**

- Disponibilité de la documentation nécessaire au niveau de la bibliothèque centrale de l'Université de Guelma
- Espace réservé à la télé-enseignement

### **D4- Conditions d'accès**

#### **Modalités d'évaluation et de progression**

A la lumière de la circulaire ministérielle n°6 du 17 septembre 2007.

**1- Epreuves et contrôle continu:**

Website: [www.univ-guelma.dz](http://www.univ-guelma.dz)

- A la fin de chaque semestre, chaque module sera évalué sur la base d'une seule note. Cette dernière sera constituée pour 60% de la note de l'examen final (**EF**), et pour 40% de la note du contrôle continu (**CC**).

$$\text{Moyenne du module} = (60 \times \text{EF} + 40 \times \text{CC})/100$$

- Le contrôle continu est constitué des travaux pratiques ainsi que des épreuves de contrôle et d'évaluation proposées par chaque enseignant de module au cours du semestre.
- Les modalités du contrôle continu sont laissées à l'appréciation de chaque enseignant. Quel que soit le nombre des épreuves effectuées au cours de ce contrôle continu, une seule note représentera la moyenne de ce contrôle.
- L'assiduité aux activités du master est obligatoire, à cet effet, l'équipe pédagogique a décidé de ne pas réserver des périodes bloquées pour le contrôle continu. Elle recommande aux étudiants de maintenir un rythme régulier dans l'apprentissage de chaque matière figurant au programme.
- Pour les étudiants qui seront obligés de passer une épreuve de rattrapage (**ER**), la note de l'épreuve remplace celle de l'examen final et compte pour 60 % ; les notes inchangées du contrôle continu interviendront pour le 40 % restant dans le calcul de la nouvelle moyenne.

$$\text{Moyenne du rattrapage} = (60 \times \text{ER} + 40 \times \text{CC})/100$$

Il sera tenu compte de la meilleure moyenne pour l'évaluation globale de l'étudiant.

- A l'issue de toutes les épreuves et si nécessaire, une compensation interne à chaque UE est prévue en tenant compte des coefficients des modules. Il en sera de même pour la compensation entre UE où, cette fois-ci, il sera tenu compte des coefficients des différentes UE.
- S'il le souhaite, un étudiant ayant acquis ses UE par compensation, peut repasser une épreuve de rattrapage afin d'améliorer sa moyenne dans une matière compensée, où la note était inférieure à 10/20.
- Durant toute la durée du master, un étudiant ne peut redoubler qu'une seule et unique fois.

### **E- INDICATEURS DE SUIVI DU PROJET :**

*Présenter les indicateurs et les modalités envisagées pour l'évaluation et le suivi du projet de la formation proposée*

## Détails des Programmes des matières proposées Du Master de Physique

**Intitulé de la matière :** **THEORIE QUANTIQUE POUR LES SOLIDES I**

**Code :** UEF.1

**Semestre :** 01

**Unité d'Enseignement :** UEF.1

**Enseignant responsable de l'UE :** Pr. BOUFELFEL Ahmed

**Enseignant responsable de la matière:** Pr. BOUFELFEL Ahmed

**Nombre d'heures d'enseignement**

Cours : 3

TD : 1.5

**Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant :** 3

**Nbre de crédits :** 7

**Coefficient de la Matière :** 4

**Objectifs de l'enseignement :**

**Connaissances préalables recommandées**

**Contenu de la matière :**

- Les opérations de symétrie
- Théorie des espaces des groupes pour les éléments et les composés
- La symétrie des fonctions d'ondes dans les cristaux à une, deux et trois dimensions
- Les méthodes du « tight-binding » et « orthogonalized plane-wave »
- Les méthodes « cellular » et « Linear- Augmented –Plane- Wave »
- Les méthodes « KKR » et « Linear-Muffin-Tin-Orbitals »
- Les pseudo-potentiels dans les solides
- Méthode des défauts quantiques
- Le spin de l'électron et la relativité

**Références :**

Quantum Theory of Molecules and Solids », John F. Slater Volume 2 and 3  
McGRAW-HILL Book Company

**Intitulé de la matière :** **ELECTRODYNAMIQUE**

**Code :** UEF.2

**Semestre :** 01

**Unité d'Enseignement :** UEF.2

**Enseignant responsable de l'UE :** Pr. BENNECER Badis

**Enseignant responsable de la matière:** Pr. BENNECER Badis

**Nombre d'heures d'enseignement**

Cours : 3

TD : ...1.5

**Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant :** 3

**Nbre de crédits :** 7

Website: [www.univ-guelma.dz](http://www.univ-guelma.dz)

**Coefficient de la Matière : 4.**

**Objectifs de l'enseignement :** Donner l'essentiel de la théorie de l'électromagnétisme.

**Connaissances préalables recommandées**

**Contenu de la matière :**

- Electrostatique des conducteurs
- Electrostatique des diélectriques
- Méthodes de calcul en électrostatique
- Magnétostatique
- Equations des ondes électromagnétiques
- Propagation des ondes électromagnétiques
- Les ondes dans des milieux anisotropes

**Références**

- L. Landau et E. Lifchitz, "Electrodynamique des milieux continus", ed. Mir
- John D. Jackson, "Classical electrodynamics", John Wiley and Sons, Inc.
- Ronald K. Wangsness, "Electromagnetic Fields", John Wiley and Sons, Inc.

**Intitulé de la matière : MECANIQUE ANALYTIQUE**

**Code :** UEF.3

**Semestre :** 01

**Unité d'Enseignement :** UEF.3

**Enseignant responsable de l'UE :** Dr. DJEROUD Sacia

**Enseignant responsable de la matière:** Dr. DJEROUD Sacia

**Nombre d'heures d'enseignement**

Cours : 3

TD : 1.5

**Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : 3**

**Nbre de crédits : 6**

**Coefficient de la Matière : 3**

**Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de ce cours est d'introduire les concepts de la mécanique analytique aux étudiants de première année Master LMD physique.

Cette branche de la physique sert d'introduction à la physique moderne. Elle permet à l'étudiant de se rendre maître des techniques mathématiques indispensables :

- la technique des variables d'action et angulaire s'impose dans l'ancienne théorie des quanta.

- le principe de moindre action et l'équation d'Hamilton-Jacobi assurent le passage à la mécanique ondulatoire.

- les crochets de Poisson et les transformations canoniques se révèlent indispensables dans les formalismes de la physique quantique.

Website: [www.univ-guelma.dz](http://www.univ-guelma.dz)

### Connaissances préalables recommandées :

- Le calcul différentiel et intégral
- L'analyse vectorielle
- 

### Contenu de la matière :

- **Vue d'ensemble sur les principes élémentaires**
  - Mécanique d'une particule
  - Mécanique d'un système de particules
  - le principe de d'Alembert et les équations de Lagrange
- **Principes variationnels**
  - Le principe d'Hamilton
  - Méthode de calcul des variations
  - Dédution des équations de Lagrange du principe d'Hamilton
  - Théorèmes de conservation et propriétés de symétrie
- **Les équations du mouvement d'Hamilton**
  - Transformation de Legendre et équations du mouvement d'Hamilton
  - Coordonnées cycliques et procédé de Routh
  - Théorèmes de conservation et signification physique de l'hamiltonien
  - Dédution des équations d'Hamilton d'un principe variationnel
  - Le principe de moindre action
- **Transformations canoniques**
  - Les équations de transformations canoniques
  - Les invariants intégraux de Poincaré
  - Les crochets de Lagrange et de Poisson comme invariants canoniques
- **La théorie d'Hamilton-Jacobi**
  - L'équation d'Hamilton-Jacobi pour la fonction principale d'Hamilton
  - Problème de l'oscillateur harmonique comme exemple
  - Séparation des variables dans l'équation d'Hamilton-Jacobi Variables d'action et variables angulaires.

### Références :

- Herbert Goldstein, Mécanique classique, Addison, Wesley
- Joseph Hering, Cours de Mécanique, Tome 2, Mécanique analytique -

### Intitulé de la matière : **METHODES PHYSIQUE ET TECHNIQUES D'INVESTIGATION DE LA MATIERE**

**Code :** UEF.4

**Semestre :** 01

**Unité d'Enseignement :** UEF.4

**Enseignant responsable de l'UE :** Dr. SAHOUR Med Cherif

**Enseignant responsable de la matière:** Dr. SAHOUR Med Cherif et DAOUDI MOURAD

**Nombre d'heures d'enseignement**

Cours : 3

Website: [www.univ-guelma.dz](http://www.univ-guelma.dz)

TD :  
TP : 1.5

**Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : 3.0**

**Nbre de crédits : 5**

**Coefficient de la Matière : 3**

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

Connaissance de l'utilisation des différents types de rayonnement (RX, Neutrons, électrons) pour l'étude de la matière condensée et initiation aux techniques spectroscopiques permettant d'accéder aux structures atomiques, magnétiques et électroniques des matériaux. Etude de la morphologie, de la structure cristallographique et de la composition chimique

### **Connaissances préalables recommandées**

#### **Contenu de la matière :**

- Microscopie optique
  - microscopie en lumière directe
  - microscopie en contraste de phase
  - microscopie à fluorescence
- Microscopie électronique
  - microscopie électronique à balayage (MEB)
  - microscopie électronique en transmission (MET)
- Microscopie de champ proche par effet tunnel, force atomique...
- Microscopie tomographique diffractive optique (3D)
- Spectroscopie de masse à ionisation secondaire (SIMS)
- Spectrocolorimétrie
- Diffraction et diffusion des rayons X et des neutrons
- Diffractométrie de rayons X (XRD)
- Spectrométrie de photoémission par rayonnement X (XPS)
- Spectroscopie à énergie dispersive (EDS)
- Spectroscopie d'électrons Auger (AES)
- Analyse par réaction nucléaire (NRA)
- Résonance magnétique nucléaire (RMN)
- Spectroscopie Raman
- Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR)
- Analyse thermique différentielle (ATD), analyse thermogravimétrique

#### **Références :**

- Méthodes usuelles de caractérisation de surface (David Daniel –Jean)
- Les surfaces solides : concepts et méthodes (Pierre Müller, Stéphane Audrieu)
- Formulation et modifications de surface (Jean-Marie Aubry)
- Dépôts physiques : Techniques, microstructures et propriétés (Lech Pawlowski)
- Microscopie électronique : techniques et méthodes de préparation (J. Pottu-Boumendil)

**Intitulé de la matière : METHODES NUMERIQUES EN PHYSIQUE**

**Code : UEF.5**

**Semestre : 01**

**Unité d'Enseignement : UEF.5**

**Enseignant responsable de l'UE : Pr. BENNECER Badis**

**Enseignant responsable de la matière: BENNECER Badis & KALARASSE FATEH**

**Nombre d'heures d'enseignement : 4.5**

Cours : 1.5

TP : 3.0

**Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : 3.0**

**Nbre de crédits : 5.0**

**Coefficient de la Matière : 3**

**Objectifs de l'enseignement ;**

Apprendre aux étudiants les outils de base pour le calcul numérique

**Connaissances préalables recommandées**

**Contenu de la matière :**

- Système d'exploitation UNIX
- Fortran
- Méthodes numériques fondamentales
- Equations différentielles ordinaires
- Méthodes numériques pour les matrices
- Analyse Spectrale et quadrature de Gauss
- Equations aux dérivées partielles
- Simulation dynamique moléculaire
- Modélisation des systèmes continus
- Simulation de Monte-Carlo

**Références :**

Tao Peng, "An introduction to Computational Physics", Cambridge University Press

**Intitulé de la matière : THEORIE QUANTIQUE POUR LES SOLIDES II**

**Code : UEF.6**

**Semestre : 02**

**Unité d'Enseignement : UEF.6**

**Enseignant responsable de l'UE : Pr. Boufelfel Ahmed**

**Enseignant responsable de la matière: Pr. Boufelfel Ahmed**

**Nombre d'heures d'enseignement**

Cours : 3.

TD : 1.5

Website: [www.univ-guelma.dz](http://www.univ-guelma.dz)

**Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : 3**

**Nbre de crédits : 7**

**Coefficient de la Matière : 4**

**Objectifs de l'enseignement :**

**Connaissances préalables recommandées** *descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

**Contenu de la matière :**

- Théorie de l'électron libre
- Conduction électrique dans les métaux et les semi-conducteurs
- Les théories de Drude-Lorentz et Ewald pour les cristaux isolants
- La théorie de Drude-Lorentz concernant les propriétés optiques des métaux
- La théorie de diffraction des rayons X
- Effets de l'agitation thermique sur la diffusion des rayons X
- Vibrations du réseau pour les métaux et les isolants
- Energie du réseau des cristaux ioniques
- Les méthodes de Thomas-Fermi et Wigner-Seitz
- Les effets de surface
- Diamagnétisme et Paramagnétisme
- Structure et Ordre magnétique
- La supraconductivité

**Références :**

- John C. Slater, Quantum Theory of Molecules and Solids Volume 2 and 3, ed. McGraw-Hill Book Company
- G.C.Fletcher, The electron band theory of solids, North-Holland Publishing Compagny
- Frank J. Blatt, Physics of Electronic Conduction in Solids, McGraw-Hill Book Company

**Intitulé de la matière : **PHYSIQUE DES LASERS ET APLLICATIONS****

**Code : UEF.7**

**Semestre : 02**

**Unité d'Enseignement : UEF.7**

**Enseignant responsable de l'UE :** Dr. SAHOUR Mohamed Cherif

**Enseignant responsable de la matière:** Dr. SAHOUR Mohamed Cherif

**Nombre d'heures d'enseignement**

Cours : 3

TP : 1.5

**Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : 3**

**Nbre de crédits : 6**

**Coefficient de la Matière : 4**

**Objectifs de l'enseignement :** Présenter une introduction aux principes de fonctionnement du laser, à ses caractéristiques essentielles, en régime continu ou impulsif. Décrire quelques uns des lasers les plus utilisés à l'heure actuelle. Caractériser le faisceau lumineux émis par un laser, et en souligner les extraordinaires propriétés de cohérence. Présenter quelques exemples récents d'application de ces sources, en tant qu'instrument de mesure, de transmission d'information et de traitement des matériaux. Cette approche de la physique des lasers se fera sous l'angle expérimental, grâce aux TP de simulation du fonctionnement du laser.

### **Connaissances préalables recommandées**

#### **Contenu de la matière :**

- Interaction rayonnement matière
  - Absorption, émission spontanée, émission stimulée
  - Largeur spectrale d'émission
- Le milieu amplificateur
  - Inversion de population et processus de pompage
  - Lasers à 3 et 4 niveaux (gaz, colorants, solides diélectriques, semi-conducteurs)
- La cavité
  - Condition et seuil d'oscillation
  - Régimes de fonctionnement : continu, relaxé, déclenché
  - Faisceaux gaussiens...
  - Critère de stabilité, critères de résonance
  - Modes propres, finesse
  - Lasers multi-modes synchronisés (régimes pico- et femto-seconde)
  - Cohérence temporelle, cohérence spatiale
- Applications des lasers
  - Spectroscopie, métrologie, télémétrie
  - Télécommunications, médecine, environnement, nucléaire, matériaux
  - Lasers de forte puissance (CO<sub>2</sub>, YAG, Diode)

- Etude spécifique de différentes classes de matériaux en relation avec leur aptitude à subir une transformation par laser: métaux, plastiques, composites,...

- Traitement de surface et revêtement des matériaux

- Ablation laser (femtoseconde,...) et application au dépôt de couches minces

### **Références**

- A.E. SIEGMAN, lasers: Physics, systems and techniques.
- Lasers et transformations microstructurales. A.B. VANNES
- Les lasers à impulsions ultracourtes. JHON-MARK HOPKINS
- Lasers à semi-conducteurs : Principe physiques. VINCENT BERGER

**Intitulé de la matière :** **INTERACTION RAYONNEMENT MATIERE**

**Code :** UEF.8

**Semestre :** 02

**Unité d'Enseignement :** UEF.8

**Enseignant responsable de l'UE :** Pr. MEDDOUR Athmane

**Enseignant responsable de la matière:** Pr. MEDDOUR Athmane

**Nombre d'heures d'enseignement**

Cours : 3

TD : 1.5

**Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant :** 3

**Nbre de crédits :** 6

**Coefficient de la Matière :**4

**Objectifs de l'enseignement :** Comprendre les phénomènes et lois régissant les interactions d'un rayonnement photonique, électronique et autres avec la matière.

**Connaissances préalables recommandées :** Pour éviter toute problème susceptible de rendre l'enseignement de ce cours difficile à l'étudiant, les cours d'atomistique enseigné en tronc commun et de physique atomique enseigné dans le programme de la licence LMD en physique sont des prérequis.

**Contenu de la matière :**

A) Rappels sur l'atome

- 1- Atome d'hydrogène et modèle de Bohr
- 2- Emission et absorption d'énergie

B) Notions générales sur les rayonnements et la matière

- 1- Nature des rayonnements
- 2- Classification des rayonnements
- 3- Conséquences physiques d'une interaction entre un rayonnement et la matière
- 4- Types d'interactions : élastique et inélastique

C) Diffusion cohérente des rayonnements par la matière

- 1- Pouvoir diffusant de la matière par un rayonnement quelconque
- 2- Diffusion cohérente des rayonnements par un atome
  - \* Expression de l'amplitude de la diffusion atomique
- 3- Effet de l'agitation thermique sur la diffusion
- 4- Diffraction d'un rayonnement par un cristal parfait
  - \* Amplitude diffractée, Facteur de structure, Facteur de forme

D) Interaction des photons avec la matière

- 1- Aspects microscopiques

Website: [www.univ-guelma.dz](http://www.univ-guelma.dz)

\* Diffusion Rayleigh, \* Excitation, \* Effet photoélectrique, \* Effet Compton  
2- Aspects macroscopiques  
\* Loi d'atténuation, \* Coefficient d'atténuation, \* Dépôt d'énergie

E) Interaction des particules matérielles avec la matière  
\* Pouvoir d'arrêt nucléaire, \* Libre parcours moyen, \* Rayonnement de freinage, \*  
Interaction des neutrons avec la matière, \* Quelques exemples pratiques sur  
l'interaction de particules matérielles chargées avec la matière.

**Intitulé de la matière :** **THERMODYNAMIQUE ET PHYSIQUE STATISTIQUE**

**Code :** UEF.9

**Semestre :** 02

**Unité d'Enseignement :** UEF.9

**Enseignant responsable de l'UE :** Dr. MOUMENI Hayette

**Enseignant responsable de la matière:** Dr. MOUMENI Hayette

**Nombre d'heures d'enseignement**

Cours : 3.0

TD : 1.5

**Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant :** 3

**Nbre de crédits :** 6

**Coefficient de la Matière :** 3

**Objectifs de l'enseignement :**

Ce cours s'adresse aux étudiants en Master de physique de la matière condensée. La mécanique statistique constitue avec la mécanique quantique et la relativité l'un des piliers de la physique moderne. Elle a pour but d'expliquer le comportement de systèmes macroscopiques incluant un très grand nombre de particules à partir de leurs propriétés microscopiques. Le cours de Physique statistique introduit les notions de probabilités et de statistiques nécessaires à la description statistique de systèmes à l'équilibre thermique; il fait ensuite le lien avec la thermodynamique et donne les outils nécessaires pour faire des calculs concrets à partir de modèles microscopiques.

A la fin de ce cours, les étudiants sont capables d'expliquer les notions fondamentales de probabilité et de statistique et résoudre les problèmes rencontrés en thermodynamique et physique statistique.

**Connaissances préalables recommandées**

- Fondements de la mécanique quantique
- Eléments de base en thermodynamique
- Connaissances en électrodynamique et relativité

Calcul de probabilités et statistique mathématique

**Contenu de la matière :**

Website: [www.univ-guelma.dz](http://www.univ-guelma.dz)

## **1- Introduction aux méthodes statistiques**

- Marche aléatoire et distribution binomiale
- Discussion générale de la marche aléatoire
- Concepts fondamentaux en probabilités

## **2- Description statistique des systèmes de particules**

- Formulation statistique du problème mécanique
- Interaction entre systèmes macroscopiques

## **3- Lois de la thermodynamique statistique**

- Irréversibilité et atteinte de l'équilibre
- Interactions entre systèmes macroscopiques
- Résumé: Les lois de la thermodynamique

## **4-Interactions thermodynamiques générales**

- Propriétés des gaz parfaits
- Premier principe de la thermodynamique
- Second principe de la thermodynamique
- Troisième principe de la thermodynamique

## **5- Thermodynamique appliquée**

- Température thermodynamique
- Cycles bi thermes : Théorème de Carnot
- Cycles polythermes et entropie
- Moteurs à vapeur, Moteurs à combustion interne

## **6- Distribution canonique dans l'approximation classique**

- Approximation classique
- Distribution des vitesses de Maxwell
- Théorème d'équipartition
- Applications

## **7- Statistiques quantiques des gaz parfaits**

- Statistique de Maxwell –Boltzmann
- Statistique de Fermi- Dirac,
- Statistique de Bose – Einstein

## **Références**

- *Fundamentals of statistical and thermal physics* F. Reif (McGraw Hill, New York, 1965)
- *Physique statistique (Statistical Physics) (Berkeley physics course, vol. 5)* F. Reif (McGraw Hill, New York, 1964)
- *Thermal Physics (Second Edition)* Charles Kittel (W.H. Freeman, New York, 1980)
- *Physique statistique* B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer, B. Roulet (Hermann, Paris, 1989) QC 174.8 E54 1989
- *Du microscopique au macroscopique (Tomes I et II)* Roger Balian (École polytechnique, Palaiseau, 1982)
- *Thermodynamique statistique* Ch. Chahine, Ph. Devaux
- **Notes de cours sur l'histoire des sciences, dont la thermodynamique.** <http://www.physique.usherb.ca/~dsenech/HS> (lien "Notes de cours")

**Intitulé de la matière : OUTILS INFORMATIQUES D'EXPLOITATION**

**Code : UEM.2**

**Semestre : 2**

**Unité d'Enseignement : UEM.2**

**Enseignant responsable de l'UE : KALARASSE Fateh**

**Enseignant responsable de la matière: KALARASSE Fateh**

**Nombre d'heures d'enseignement**

TP : 3

**Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : 3**

**Nbre de crédits : 2**

**Coefficient de la Matière : 2**

**Objectifs de l'enseignement**

Initier et familiariser les étudiants aux logiciels utiles en Physique.

**Connaissances préalables recommandées**

**Contenu de la matière :**

Familiarisation avec les logiciels comme Carine et Origine par exemple

**Intitulé de la matière : THEORIE DE LA FONCTIONNELLE DE LA DENSITE ET APPLICATION AUX SOLIDES**

**Code : UEF.10**

**Semestre : 03**

**Unité d'Enseignement : UEF.10**

**Enseignant responsable de l'UE : Pr. BENNECER BADIS**

**Enseignant responsable de la matière: Pr. BENNECER Badis & KALARASSE Fateh**

**Nombre d'heures d'enseignement**

Cours : 1.5

TP : 1.5

**Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : 3**

**Nbre de crédits : 6**

**Coefficient de la Matière : 4**

**Objectifs de l'enseignement :** Exposer la théorie de la fonctionnelle de la densité et donner les approximations utiles dans son implantation.

**Connaissances préalables recommandées** *descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

**Contenu de la matière :**

- Introduction
  - Approximation de Born Oppenheimer
  - Approximation de Hartree
  - Approximation de Hartree-Fock

Website: [www.univ-guelma.dz](http://www.univ-guelma.dz)

- La théorie de la fonctionnelle de la densité (DFT)
  - Approximation de la densité locale (LDA)
  - Approximation du gradient généralisé (GGA)
  - Détails de l'implantation de la LDA
- Application de la DFT aux solides
  - Périodicité dans les solides
  - Les méthodes à tous électrons
  - Méthode des ondes planes augmentées
  - Méthode linéaire des ondes planes augmentées
  - application

### Références

R. M. Dreizler et E. Gross, "Density functional theory", Springer-Verlag Berlin.

**Intitulé de la matière : COUCHES MINCES, OPTIQUE ET OPTOELECTRONIQUE**

**Code : UEF.11**

**Semestre : 03**

**Unité d'Enseignement : UEF.11**

**Enseignant responsable de l'UE : Pr. MEDDOUR Athmane**

**Enseignant responsable de la matière : Pr. MEDDOUR Athmane**

**Nombre d'heures d'enseignement**

Cours: 3.

TD : 1.5

**Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : 3**

**Nbre de crédits : 6**

**Coefficient de la Matière : 4**

**Objectifs de l'enseignement :** Ce cours a pour but d'initier les étudiants à se familiariser avec le fonctionnement des systèmes optoélectroniques. Tout d'abord, partant du fait que ces systèmes sont composés de matériaux en couches minces, il est donc indispensable à l'étudiant d'améliorer ses connaissances dans ce domaine en apprenant l'essentiel sur la fabrication des couches minces ainsi que les méthodes développées pour leur caractérisation. Ensuite l'étudiant doit approfondir ses connaissances dans le domaine de l'optique des solides en couches minces et en multicouches sachant qu'un système optoélectronique est un système convertisseur sensible à la lumière. Sur la base des connaissances dans les domaines susmentionnés, l'étudiant pourra aisément suivre le cours de l'optoélectronique et pourra donc facilement étudier et caractériser des systèmes optoélectroniques.

**Connaissances préalables recommandées :** Les connaissances nécessaires à l'étudiant susceptibles de rendre l'assimilation de cette unité facile sont en étroite relation avec les enseignements suivants: cours d'optique physique, cours de

l'électronique, cours de physique des semi-conducteurs et le cours de l'optoélectronique.

### **Contenu de la matière :**

#### **A) Les couches minces**

- 1- Généralités sur les technologies de dépôt sous vide et choix d'une technique de dépôt
- 2- Elaboration d'une couche mince, formation d'une couche mince et croissance
- 3- Différents méthodes de dépôts d'une couche mince et leur classification
- 4- Caractéristiques de techniques de dépôts sous vide
- 5- La pulvérisation cathodique diode et triode, description et étude théorique.
- 6- Caractérisation des couches minces
- 6- Propriétés électriques des couches minces

#### **B) Propriétés optiques des solides**

- 1- Rappel de la théorie électromagnétique
- 2- Absorption et dispersion
  - \* modèle de l'oscillateur de Lorentz, constante diélectrique, indice de réfraction, Modèle de Drude pour les métaux, Dépouillement de spectres de réflexion de quelques métaux.
- 3- Analyse qualitative des métaux réels. Types de transitions dans les solides, étude de quelques spectres de métaux
- 4- Réflexion et réfraction des ondes
  - Equations de continuité du champ électromagnétique, lois de Descartes pour la réflexion et la réfraction, Relation entre les champs électrique et magnétique, Coefficients de Fresnel d'une interface en mode « p » et en mode « s » pour différentes incidences (normale, oblique et rasante), coefficients de réflexion et de transmission pour l'énergie en mode « s » et en mode « p ».
- 5- Réflexion et transmission des systèmes multicouches
  - Résolution de l'équation d'onde (détermination des champs magnétique et électrique), Méthode matricielle pour la détermination du champ électromagnétique à la sortie d'un système en multicouche, calcul des éléments de la matrice de transfert.
  - Calcul de la matrice de passage entre le milieu d'entrée et le milieu de sortie d'un système A « n » couches superposées (forme de sandwich).
  - Calcul des coefficients de réflexion et de transmission d'une multicouche.

#### **C) Optoélectronique**

- Les détecteurs : photodiodes, phototransistor, photorésistance.
- Les diodes électroluminescentes (LED : Light Emitting Diode), diagramme d'émission.
- Les diodes lasers, diagramme d'émission
- Les fibres optiques : fibres optiques à saut d'indice, fibres optiques à gradient d'indice

**Intitulé de la matière :** **MAGNETISME DANS LES SOLIDES**

**Code :** UEF.12

**Semestre :** 03

**Unité d'Enseignement :** UEF.12

**Enseignant responsable de l'UE :** Dr. Braghta Amar

**Enseignant responsable de la matière:** Dr. Braghta Amar

Website: [www.univ-guelma.dz](http://www.univ-guelma.dz)

**Nombre d'heures d'enseignement**

Cours : 3  
TD : 1.5

**Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : 3****Nbre de crédits : 7****Coefficient de la Matière : 4****Objectifs de l'enseignement :**

De caractère fondamental, le programme de ce module suppose connues les bases de la mécanique quantique. Il est divisé en 2 grands chapitres.

Dans le premier chapitre, on introduit tout d'abord les deux contributions –orbitale et de spin– au moment cinétique et en conséquence au moment magnétique d'un électron. Puis, en faisant appel à la mécanique quantique, on décrit comment dans un atome ou ion libre les contributions de chaque électron se combinent pour donner le moment magnétique total. Nous montrons ensuite que, tandis que la plupart des éléments portent un moment magnétique lorsqu'ils sont isolés, seuls quelques uns conservent un moment lorsqu'ils font partie d'un édifice atomique (molécule, liquide, solide, ...). Ces éléments sont ceux qui comportent une couche électronique 3d, 4f ou 5f incomplète et qui appartiennent donc respectivement aux séries du fer, des lanthanides (ou terres rares) et des actinides. Leurs principales caractéristiques sont brièvement décrites.

Dans le deuxième chapitre, nous montrerons à quelles conditions un moment magnétique peut exister sur un atome ou un ion isolé, puis dans un solide constitué à partir de ces atomes (ou ions) si les électrons restent localisés sur l'atome. Dans le cas de certains métaux, les électrons vont pouvoir se déplacer dans tout le solide. Comment un tel solide peut-il être magnétique ? C'est la question fondamentale de ce chapitre.

**Connaissances préalables recommandées :****Contenu de la matière:**

1. Magnétisme de l'atome ou de l'ion libre
  - 1.1. Cas d'un seul électron
    - 1.1.1. Moment magnétique orbital
    - 1.1.2. Moment magnétique de spin
    - 1.1.3. Les états électroniques individuels ou atomes hydrogénoïdes
  - 1.2. Atome ayant un nombre quelconque d'électrons
    - 1.2.1. Méthode de Hartree – Approximation du champ central : les configurations
    - 1.2.2. Termes
    - 1.2.2. Couplage spin-orbite
    - 1.2.4. Multiplets
2. Le magnétisme des atomes liés
  - 2.1. Magnétisme localisé et magnétisme itinérant

Website: [www.univ-guelma.dz](http://www.univ-guelma.dz)

- 2.2. Substances non magnétiques
- 2.3. Quelles sont donc les substances qui peuvent présenter un magnétisme notable
- 2.4. Les deux séries fondamentales d'éléments magnétiques
  - 2.4.1. Distribution spatiale des orbitales électroniques
  - 2.4.2. Influence des atomes voisins : effets de champ cristallin
- 3. Quelques exemples de moments magnétiques localisés
  - 3.1. Les oxydes de fer
  - 3.2. Autres composés ioniques de métaux 3d
  - 3.3. Composés ioniques à base d'éléments terres rares
  - 3.4. Composés intermétalliques à base de terres rares
  - 3.5. Métaux de terres rares.
- 4. L'anisotropie magnétocristalline : le champ électrique cristallin
  - 4.1. Cas d'un électron d soumis au potentiel électrostatique d'un environnement uniaxial
  - 4.2. Ordres de grandeur du champ cristallin
  - 4.3. Effets du champ cristallin sur l'anisotropie magnétique des éléments 3d
    - 4.3.1. Extinction du moment orbital
    - 4.3.2. Cas d'un état  $L = 2$
    - 4.3.3. Cas des ions  $\text{Fe}^{3+}$  et  $\text{Mn}^{2+}$  dans des isolants (ferrites par exemple)
    - 4.3.4. Etats de bas spin
    - 4.3.5. Influence de la symétrie
  - 4.4. Effets du champ cristallin sur les ions des éléments de terres rares
    - 4.4.1. Cas d'un multiplet  $J = 4$  et  $B_2^0 < 0$
    - 4.4.2. Cas d'un multiplet  $J = 4$  et  $B_2^0 > 0$
    - 4.4.3. Cas d'un multiplet  $J = 5/2$  et  $B_2^0 > 0$
  - 4.5. L'anisotropie des composés 4f uniaxiaux de symétrie hexagonale ou quadratique

## Magnétisme dans le modèle des électrons itinérants

- 1. Généralités.
- 2. Propriétés particulières des métaux magnétiques.
  - 2.1. Les très faibles ferromagnétiques
  - 2.2. Les métaux de transition et leurs alliages
  - 2.3. Les métaux de terres rares
  - 2.4. Les composés de terres rares et de métaux de transition
- 3. Le magnétisme des électrons totalement libres
  - 3.1. Description simple d'un métal
  - 3.2. Notion de densité d'états
  - 3.3. Paramagnétisme de Pauli
  - 3.4. Diamagnétisme de Landau
- 4. Le modèle de Stoner du ferromagnétisme itinérant
  - 4.1. Critère d'instabilité ferromagnétique
  - 4.2. Susceptibilité magnétique d'un métal en présence d'interaction
  - 4.3. Solution ferromagnétique
  - 4.4. Applications
- 5. Généralisation du critère de Stoner
  - 5.1. Théorie de Stoner et théorie du champ moléculaire

Website: [www.univ-guelma.dz](http://www.univ-guelma.dz)

- 5.2. Susceptibilité généralisée
  - 5.3. Le champ moléculaire local
  - 5.4. Susceptibilité dynamique
  - 5.5. Le champ moléculaire local instantané
  - 6. Les métaux de transition
    - 6.1. La bande d des métaux de transition
    - 6.2. Origine du magnétisme
    - 6.3. Champ cristallin
    - 6.4. Anisotropie magnétocristalline
  - 7. Moment magnétique localisé en magnétisme itinérant
    - 7.1. Le magnétisme des impuretés
      - 7.1.1. Notion de densité d'états locale
      - 7.1.2. Magnétisme d'une impureté
    - 7.2. L'effet Kondo
    - 7.3. Les verres de spin et la frustration
    - 7.4. Moments magnétiques et métaux de transition
  - 8. Magnétisme et environnement
  - 9. Magnétisme des alliages de métaux de transition
  - 10. Conclusion
- Les interactions d'échange
- 1. Généralités sur les fonctions d'onde à plusieurs électrons
  - 2. Interactions d'échange dans les isolants
    - 2.1. Le superéchange
    - 2.2. L'échange antisymétrique
  - 3. Interactions d'échange dans les métaux
    - 3.1. Interaction indirecte entre moments 4f (Interaction R.K.K.Y.)
    - 3.2. Interaction d'échange dans les métaux 3d
    - 3.3. Double échange
  - 4. Résumé