

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

MASTER ACADEMIQUE

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou	Faculté des Sciences	Physique

Domaine	Filière	Spécialité
Science de la Matière	Physique	Nanomatériaux et Surfaces

Responsable de l'équipe du domaine de formation :

Pr. LAMROUS Omar

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

عرض تكوين

ل. م . د

ماستر أكاديمي

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة
الفيزياء	العلوم	جامعة مولود معمري تيزي وزو

التخصص	الشعبة	الميدان
الفوتونيات	فيزياء	علوم المادة

مسؤول فرقة ميدان التكوين : لعروس عمر

SOMMAIRE

I- Fiche d'identité du Master	4
1- Localisation de la formation	4
2- Coordonateurs	4
3- Partenaires extérieurs éventuels	4
4- Contexte et objectifs de la formation	5
A- Organisation générale de la formation : position du projet	5
B- Conditions d'accès	5
C- Objectifs de la formation	5
D- Profils et compétences visées	5
E- Potentialités régionales et nationales d'employabilité	6
F- Indicateurs de suivi du projet de formation	6
5- Moyens humains disponibles	7
A- Capacité d'encadrement	7
B- Équipe d'encadrement de la formation	7
B-1 : Encadrement Interne	7
B-2 : Encadrement Externe	8
B-3 : Synthèse globale des ressources humaines	9
B-4 : Personnel permanent de soutien	9
6- Moyens matériels disponibles	9
A - Laboratoires Pédagogiques et équipements	9
B- Terrains de stage et formations en entreprise	10
C - Laboratoires de recherche de soutien à la formation proposée	11
D - Projets de recherche de soutien à la formation proposée	11
E - Documentation disponible	12
F - Espaces de travaux personnels et TIC	12
II- Fiche d'organisation semestrielle des enseignements	13
1- Semestre 1	14
2- Semestre 2	15
3- Semestre 3	16
4- Semestre 4	17
5- Récapitulatif global de la formation	17
III- Fiche d'organisation des unités d'enseignement	18
IV- Programme détaillé par matière	31
V- Accords / conventions	62
VI- Curriculum Vitae des coordonateurs	64
VII- Avis et Visas des organes administratifs et consultatifs	70
VIII- Visa de la Conférence Régionale	71

I– Fiche d'identité du Master

1- Localisation de la formation

Université : **Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou**
Faculté : **Faculté des Sciences**
Département : **Département de Physique**

2– Coordonateurs

- Responsable de l'équipe du domaine de formation

Nom & Prénom : **LAMROUS Omar**
Grade : **Professeur**
Tel : **06 61 66 18 61**
Fax : **026 21 29 68**
Email : **omarlamrous@yahoo.fr**
CV joint en annexe de l'offre de formation

- Responsable de l'équipe de la filière de formation

Nom & Prénom : **MEZEGHRANE Abdelaziz**
Grade : **Maître de Conférences classe A**
Tel : **06 62 16 86 37**
Fax : **026 21 29 68**
Email : **mezeghrane_abdelaziz@ummto.dz**
CV joint en annexe de l'offre de formation

- Responsable de l'équipe de spécialité

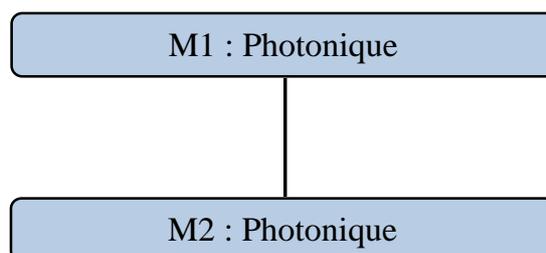
Nom & Prénom : **DEGHICHE Djamel**
Grade : **Maître de Conférences classe A**
Tel : **06 61 15 41 72**
Fax : **026 21 29 68**
Email : **degliche_djamel@ummto.dz**
CV joint en annexe de l'offre de formation

3- Partenaires extérieurs

- Autres établissements partenaires : **Néant**
- Entreprises et autres partenaires socio économiques : **Néant**
- Partenaires internationaux : **Néant**

4 – Contexte et objectifs de la formation

A – Organisation générale de la formation : Position du projet



B – Conditions d'accès *(indiquer les parcours types de licence qui peuvent donner accès à la formation Master proposée)*

- Accès sans condition aux titulaires de la licence régime LMD en physique fondamentale et physique appliquée.
- Accès sur examen du dossier par l'équipe de formation aux titulaires d'un diplôme équivalent. Des connaissances en mécanique quantique, en physique de la matière condensée, en électromagnétisme ainsi qu'en physique statistique sont exigées.

C- Objectifs de la formation *(compétences visées, connaissances acquises à l'issue de la formation- maximum 20 lignes)*

Le but de ce Master est d'assurer une formation générale équilibrée dans le domaine de la physique fondamentale. Il est axé, sur un enseignement des concepts, des méthodes et des outils nécessaires dans de nombreux domaines de la Physique et un approfondissement dans le domaine de la photonique où des équipes des laboratoires de l'Université de Tizi-Ouzou développent une activité de recherche très diversifiée, concernant, les sources lasers, l'interaction rayonnements matière et la nano-optique.

D– Profils et compétences visées *(maximum 20 lignes) :*

Ce Master a pour objet la formation, par la recherche, des physiciens avec une solide formation théorique qui pourront ainsi s'orienter, aisément, aussi bien vers des activités de modélisations théoriques qu'expérimentales, dans les nombreux domaines où le rôle de la photonique est important. En somme, les connaissances qui seront acquises à l'issue de cette formation sont comme suit:

- Acquisition de connaissances approfondies en physique de la matière condensée et en particulier en nano-optique.
- Acquisition des techniques de modélisation/simulation dans le domaine des nanomatériaux, des lasers et de la photonique.

E- Potentialités régionales et nationales d'employabilité

La formation obtenue à l'issue de ce Master donnera au lauréat la possibilité de s'inscrire en thèse de doctorat LMD. Elle lui permettra également de postuler à divers types d'emploi dans l'enseignement, les centres de recherche scientifique et dans le milieu socioéconomique ayant une relation avec l'élaboration, la caractérisation des matériaux, les lasers et la photonique.

F– Indicateurs de suivi du projet

- Bilan pédagogique semestriel.
- Suivi du nombre d'étudiants inscrits.
- Taux de réussite.
- Attirance des étudiants des autres universités nationales.
- Suivi du recrutement des étudiants titulaire du master.

5– Moyens humains disponibles

A- Capacité d'encadrement (exprimé en nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge) : **20 étudiants**

B- Équipe d'encadrement de la formation

B.1-.Encadrement Interne

Nom, Prénom	Diplôme	Grade	Laboratoire de recherche de rattachement	Type d'intervention *	Émargement
BELKHIR Abderrahmane	Habilitation	Professeur	Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	C, TD, TP, EM	
BENAKKI Mouloud	Doctorat d'état	Professeur	Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	C, TD	
BENBRAHIM Nassima	Doctorat d'état	Professeur	Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	C, TD	
BOUARAB Said	Doctorat d'état	Professeur	Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	C, TD, TP	
BOUZAR Hamid	Doctorat d'état	Professeur	Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	C, TD	
DEGHICHE Djamel	Habilitation	Maître de Conférences A	Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	C, TD, EM	
DJOUDE Madjid	Doctorat	Maître de Conférences B	Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	C, TD, TP, EM	
HAMIDI Mahdi	Doctorat	Maître de Conférences B	Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	C, TD, TP, EM	
ISSOLAH Arezki	Doctorat d'état	Professeur	Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	C, TD	
LAMROUS Omar	Doctorat d'état	Professeur	Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	C, TD, EM	
MEFTAH Ali	Habilitation	Maître de Conférences A	Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	C, TD, EM	
MEZEGHRANE Abdelaziz	Habilitation	Maître de Conférences A	Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	C, TD, EM	
MOKDAD Rabah	Habilitation	Professeur	Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	C, TD, EM	
ZEMIRLI Mourad	Doctorat d'état	Professeur	Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	C, TD	
ZIANE Abdelhamid	Doctorat d'état	Professeur	Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	C, TD	

* = Cours (C), TD, TP, Encadrement de stage (ES), Encadrement de mémoire (EM), autre (à préciser)

B.2- Encadrement Externe

Nom, prénom	Diplôme	Etablissement de rattachement	Type d'intervention *	Emargement

* = Cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre (à préciser)

B.3- Synthèse globale des ressources humaines

Grade	Effectif Interne	Effectif Externe	Total
Professeurs	17	0	17
Maîtres de Conférences (A)	16	0	16
Maîtres de Conférences (B)	20	0	20
Maître Assistant (A)	24	0	24
Maître Assistant (B)	04	0	04
Autre (préciser)	0	0	0
Total	81	0	81

B.4- Personnel permanent de soutien (indiquer les différentes catégories)

Grade	Effectif
Ingénieur de laboratoire	2
Technicien de laboratoire	2

6– Moyens matériels disponibles

A- Laboratoires Pédagogiques et Equipements : Fiche des équipements pédagogiques existants pour les TP de la formation envisagée (1 fiche par laboratoire)

Intitulé du laboratoire : **Microscopie électronique**

Capacité en étudiants : **02**

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Microscope électronique à balayage à haute résolution de type ESEM Philips XL30 TMP à filament de tungstène	01	

Intitulé du laboratoire : **Physique des matériaux et interaction rayonnement matière**

Capacité en étudiants : **72**

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Appareil à rayons X avec anti-cathode interchangeable (Cu) et interface RS232. Tension d'accélération 0 à 35 kV. Courant 0 à 1mA. Système d'acquisition et logiciel.	02	
02	Appareil à rayons X avec anti-cathode (Cu). Tension d'accélération 0 à 20 kV.	04	
03	Machine d'essai universelle 30kN. Accessoire pour test de traction, flexion, cisaillement, Brinell, emboutissage. Système de mesure électronique des déformations et de la force. système d'acquisition de données sur PC	02	

04	Equipement de mesure de la constante diélectrique des matériaux	02	
05	Ensemble d'équipements pour mesurer: - l'effet hall dans les métaux, -propriétés des semi-conducteurs (GAP), -magnétorésistance mesure du GAP.	04	
06	Equipement pour l'étude de la diffraction électronique	04	
07	Equipement pour la mesure de la viscosité des liquides	04	
08	Equipement de mesure de la flexion des barres de différents matériaux	04	
09	Equipement pour l'étude de transport de la chaleur par rayonnement (Lois de l'Ambert, loi de Boltzmann, facteur de forme, émissivité des matériaux	04	
10	Ensemble d'équipements pour l'étude des propriétés magnétiques des matériaux	04	
11	Ensemble d'équipements pour l'étude de l'expansion thermique de matériaux	04	
12	Ensemble d'équipements pour l'étude de la fluorescence de rayons X et loi de Moseley	04	
13	Ensemble d'équipements pour l'étude de l'effet Compton	04	
14	Ensemble d'équipements pour l'étude de l'effet photoélectrique	04	
15	Ensemble d'équipements pour l'étude de la dissipation d'énergie de particules β	04	
16	Système COBRA 3 et accessoire d'acquisition de données	05	
17	Micro-ordinateurs	06	
18	Réfractomètre d'ABBE	02	

B- Terrains de stage et formation en entreprise

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
Laboratoire de Physique et Chimie Quantique	10	01 semestre

C- Laboratoire(s) de recherche de soutien à la formation proposée

Chef du laboratoire : Pr BOUZAR Hamid
N° Agrément du laboratoire :
<i>La lettre d'intention du laboratoire de physique et chimie quantique, établie et signée le 16/02/2016, est jointe en annexe</i>
Date : 16/02/2016
Avis du chef de laboratoire : Favorable

D- Projet(s) de recherche de soutien à la formation proposée :

Intitulé du projet de recherche	Code du projet	début du projet	fin du projet
Étude théorique de la structure électronique et ionique ainsi que des propriétés dynamiques de la matière dense désordonnée (Amorphes, liquides)	D00520130066	2014-01-01	2017-12-31
Conception et modélisation d'objets métallo diélectriques pour des applications en nano optique	D00520130052	2014-01-01	2017-12-31
Étude des propriétés physico-chimiques de systèmes moléculaires et solides : Réactivité de complexes d'actinides et Agrégats de lacunes dans les structures CFC	D00520130051	2014-01-01	2017-12-31
Magnétisme et vibration dans les couches minces, surfaces et interfaces Et interfaces avec brisures de symétries	D00520130054	2014-01-01	2017-12-31
Étude des propriétés structurales, électroniques et magnétiques d'agrégats Libres à base de métaux de transition et de semi- conducteurs et réponse optique de surfaces de composés métalliques	D00520130045	2014-01-01	2017-12-31
Extension et optimisation de la modélisation FDTD de nano-objets pour des applications en photonique	Pro Thème /34/2015	2015-01-01	2016-12-31
Pôle de micro et nanophotonique	Pro Thème /35/2015	2015-01-01	2016-12-31

E- Documentation disponible : (en rapport avec l'offre de formation proposée)

- Fond documentaire de la bibliothèque du Laboratoire de Physique et Chimie Quantique sis au campus Hasnaoua 1 de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.
- Fond documentaire de la bibliothèque de la Faculté des Sciences sise au campus Hasnaoua 2 de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.
- Fond documentaire de la bibliothèque centrale sise au campus Hasnaoua 2 de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.
- Abonnement électronique réalisé pour toute l'Université.
- Détail voir références des UE.

F- Espaces de travaux personnels et TIC :

- Laboratoire de recherche de Physique et Chimie Quantique (LPCQ) : au moins 20 postes.
- Salle de travaux pratiques de simulation et modélisation : 15 postes.
- Laboratoire pédagogique de physique des matériaux et rayonnement : 18 postes.
- Espaces TIC existants dans les différentes bibliothèques citées ci-dessus.

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
UE fondamentales									
UF1(O) : Physique fondamentale 1									
Mécanique quantique avancée	63h00	3h00	1h30			5	5	X	X
Physique du solide 1	63h00	3h00	1h30			5	5	X	X
Physique statistique avancée	42h00	1h30	1h30			4	4	x	x
UF2(O) : Physique spécifique 1									
Introduction à la Physique des milieux ionisés	63h00	3h00	1h30			5	5	x	x
UE méthodologie									
UM(O) : Physique méthodologique 1									
Électromagnétisme avancé	63h00	3h00	1h30			5	5	X	X
Physique numérique 1	21h00			1h30		2	2	x	x
Physique expérimentale 1	21h00			1h30		2	2	x	x
UE transversale									
Anglais technique1	21h00		1h30			2	2	x	x
Total Semestre 1	357h00	15h00	7h30	3h00		30	30		

2- Semestre 2

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales									
UF1(O) : Physique fondamentale 2									
Magnétisme du solide et supraconductivité	42h00	1h30	1h30			4	4	X	X
Physique du solide 2	63h00	3h00	1h30			4	4	X	X
Physique des semi-conducteurs	42h00	1h30	1h30			4	4	x	x
UF2(O) : Physique spécifique 2									
Introduction à l'optique quantique	63h00	3h00	1h30			4	4	x	x
Théorie de la structure atomique	42h00	1h30	1h30			4	4	x	x
UE méthodologie									
UM(O) : Physique méthodologique 2									
Théorie des groupes et cristallographie	42h00	1h30	1h30			4	4	X	X
Physique numérique 2	21h00			1h30		2	2	x	x
Physique expérimentale 2	21h00			1h30		2	2	x	x
UE transversales									
UT (1 matière au choix)									
Économie et gestion de l'entreprise	21h00		1h30			2	2	x	x
Anglais technique 2	21h00		1h30			2	2	x	x
Total Semestre 2	357h00	13h30	9h00	3h00		30	30		

3- Semestre 3 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales									
UF1(O) : Physique fondamentale 3									
Cristaux photoniques	42h00	1h30	1h30			4	4	x	x
Propriétés électroniques des nanostructures	42h00	1h30	1h30			4	4	x	x
UF2(O) : Physique spécifique 3									
Plasmonique, nanostructures métalliques et organiques	42h00	1h30	1h30			3	3	x	x
Physique des lasers et des dispositifs optoélectroniques	42h00	1h30	1h30			3	3	x	x
Optique non-linéaire	42h00	1h30	1h30			3	3	x	x
Spectroscopie moléculaire	42h00	1h30	1h30			3	3	x	x
UE méthodologie									
UM(O) : Physique méthodologique 3									
Elaboration des couches minces	21h00	1h30				3	3	x	x
Simulations numériques pour la nano-Optique	42h00	1h30		3h (1/15j)		4	4	x	x
UE transversales									
Rédaction scientifique	21h00	1h30				2	2		
Contrôle et concepts qualité	21h00	1h30				1	1	x	x
Total Semestre 3	357h00	15h00	9h00	1h30		30	30		

4- Semestre 4

Domaine : **Sciences de la Matière.**
Filière : **Physique.**
Spécialité : **Nanomatériaux et Surfaces.**

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

Stage au sein du Laboratoire de Physique et Chimie Quantique, des unités de recherche de l'UMMTO, ou laboratoires externes pour la préparation et la rédaction d'un mémoire

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	310 h	4	12
Stage en entreprise	310 h	4	12
Séminaires	15 h	2	6
Autre (préciser)	00h	0	0
Total Semestre 4	635 h	10	30

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)

UE \ VH	UEF	UEM	Stage	UET	Total
Cours	399 h	105 h	15 h	42 h	561 h
TD	294 h	42 h	50 h	42 h	428 h
TP	0 h	105 h	50 h	0 h	155 h
Travail personnel	693 h	252 h	520 h	84 h	1549 h
Autre (préciser)	0 h	0 h	0 h	0 h	0 h
Total	1386 h	504 h	635 h	168 h	2693 h
Crédits	59	24	30	7	120
% en crédits pour chaque UE	49,17%	20%	25%	5,83%	100%

III– Fiches d’organisation des unités d’enseignement (Etablir une fiche par UE)

Libellé de l'UE : **Physique fondamentale 1**
 Filière : **Physique**
 Spécialité : **Photonique**
 Semestre : **S1**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 105 heures TD : 63 heures TP : 00 heures Travail personnel : 168 heures
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : 15 crédits Matière 1 : Mécanique quantique avancée Crédits : 5 Coefficient : 5 Matière 2 : Physique du solide 1 Crédits : 5 Coefficient : 5 Matière 3 : Physique statistique avancée Crédits : 4 Coefficient : 4
Mode d'évaluation	Contrôle continu et examen final
Description des matières	Matière 1 : Mécanique quantique avancée Compréhension du formalisme mathématique de la mécanique quantique et des différentes techniques d'approximation. Acquisition des outils théoriques nécessaires à la modélisation des systèmes physiques. Matière 2 : Physique du solide 1 Etude des propriétés électroniques des solides pour mieux comprendre les phénomènes liés au transport électronique dans les cristaux. Matière 3 : Physique statistique avancée La physique statistique est un outil incontournable permettant de résoudre de nombreux problèmes dans différentes branches de la physique (physique du solide, physique des rayonnements, physique théorique, ...). Après avoir suivi cet enseignement, l'étudiant est en mesure d'appliquer les méthodes et les techniques de la physique statistique dans les divers domaines de la physique.

Libellé de l'UE : **Physique Spécifique 1**
 Filière : **Physique**
 Spécialité : **Photonique**
 Semestre : **S1**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 42 heures TD : 21 heures TP : 00 heures Travail personnel : 63 heures
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : 5 crédits Matière 1 : Introduction à la Physique des milieux ionisés Crédits : 5 Coefficient : 5
Mode d'évaluation	Contrôle continu et examen final
Description des matières	Matière 1 : Introduction à la Physique des milieux ionisés Acquisition et compréhension des connaissances liées à la physique des milieux ionisés.

Libellé de l'UE : **Physique méthodologique 1**
 Filière : **Physique**
 Spécialité : **Photonique**
 Semestre : **S1**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 42 heures TD : 21 heures TP : 42 heures Travail personnel : 105 heures
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : 9 crédits Matière 1 : Électromagnétisme avancé Crédits : 5 Coefficient : 5 Matière 2 : Physique numérique 1 Crédits : 2 Coefficient : 2 Matière 3 : Physique expérimentale 1 Crédits : 2 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôle continu et examen final
Description des matières	<p>Matière 1 : Électromagnétisme avancé Acquisition des connaissances nécessaires à la compréhension de la propagation des ondes électromagnétiques dans tout type de milieu. Acquisition des outils théoriques nécessaires à la modélisation des systèmes physiques.</p> <p>Matière 2 : Physique numérique 1 Capacité d'approcher par des calculs numériques un problème simple en physique à travers trois étapes importantes : une modélisation efficace pour ne garder que les paramètres pertinents, les calculs numériques adaptés au problème, et enfin la comparaison des résultats obtenus avec l'expérience et/ou obtenus par d'autres méthodes.</p> <p>Matière 3 : Physique expérimentale 1 Les travaux pratiques de la présente unité ont été conçus de manière à s'adapter à la spécialité du master tout en intégrant quelques manipulations relatives à l'électronique et les mesures en physique. Savoir utiliser le matériel d'instrumentation d'usage courant en sciences et génie des matériaux. Savoir élaborer et caractériser des matériaux.</p>

Libellé de l'UE : **Anglais technique1**
 Filière : **Physique**
 Spécialité : **Photonique**
 Semestre : **S1**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 21 heures TD : 00 heures TP : 00 heures Travail personnel : 21 heures
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : 2 crédits Matière : Anglais technique1 Crédits : 2 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôle continu et examen final
Description des matières	Matière 1 : Anglais technique1 Avoir des notions d'anglais technique destinées pour le travail scientifique.

Libellé de l'UE : **Physique fondamentale 2**
 Filière : **Physique**
 Spécialité : **Photonique**
 Semestre : **S2**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 84 heures TD : 63 heures TP : 00 heures Travail personnel : 147 heures
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : 12 crédits Matière 1 : Magnétisme du solide et supraconductivité Crédits : 4 Coefficient : 4 Matière 2 : Physique du solide 2 Crédits : 4 Coefficient : 4 Matière 3 : Physique des semi conducteurs Crédits : 4 Coefficient : 4
Mode d'évaluation	Contrôle continu et examen final
Description des matières	Matière 1 : Magnétisme du solide et supraconductivité Acquisition de l'ensemble des fondements du magnétisme électronique permettant ultérieurement d'aborder des notions plus avancées relatives au thème du magnétisme. Acquisition des notions de la théorie de la supraconductivité. Matière 2 : Physique du solide 2 Etude des propriétés thermiques des solides pour mieux comprendre les phénomènes de transport liés au réseau de la matière cristalline Matière 3 : Physique des semi conducteurs Cette matière permet d'acquérir un savoir de base en physique des matériaux semi conducteurs

Libellé de l'UE : **Physique spécifique 2**
 Filière : **Physique**
 Spécialité : **Photonique**
 Semestre : **S2**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 63 heures TD : 42 heures TP : 00 heures Travail personnel : 105 heures
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : 8 crédits Matière 1 : Introduction à l'optique quantique Crédits : 4 Coefficient : 4 Matière 2 : Théorie de la structure atomique Crédits : 4 Coefficient : 4
Mode d'évaluation	Contrôle continu et examen final
Description des matières	Matière 1 : Introduction à l'optique quantique Présenter les mécanismes de base de l'optique quantique pour comprendre le fonctionnement de systèmes dont la description quantique est nécessaire. L'étudiant sera en mesure de comprendre les processus d'interaction atome-rayonnement en adoptant une description quantique de matière. Matière 2 : Théorie de la structure atomique Acquisition des connaissances nécessaires à la compréhension de la structure des atomes et des ions complexes. Acquisition des outils théoriques nécessaires à l'interprétation des effets observés.

Libellé de l'UE : **Physique méthodologique 2**
 Filière : **Physique**
 Spécialité : **Photonique**
 Semestre : **S2**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 21 heures TD : 21 heures TP : 42 heures Travail personnel : 84 heures
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : 8 crédits Matière 1 : Théorie des groupes et cristallographie Crédits : 4 Coefficient : 4 Matière 2 : Physique numérique 2 Crédits : 2 Coefficient : 2 Matière 3 : Physique expérimentale 2 Crédits : 2 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôle continu et examen final
Description des matières	<p>Matière 1 : Théorie des groupes et cristallographie L'objet de cette matière est de donner une première vue d'ensemble sur les groupes de symétries et leurs représentations</p> <p>Matière 2 : Physique numérique 2 A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera capable d'approcher par des calculs numériques un problème simple en physique à travers trois étapes importantes : une modélisation efficace pour ne garder que les paramètres pertinents, les calculs numériques adaptés au problème (mise en équation, discrétisation, ...), et enfin la comparaison des résultats obtenus avec l'expérience et/ou obtenus par d'autres méthodes.</p> <p>Matière 3 : Physique expérimentale 2 Les travaux pratiques de la présente matière est un complément de la matière Physique Expérimentale 1. Les applications sont : Radiocristallographie. Microscopie électronique. Propriétés optiques des matériaux.</p>

Libellé de l'UE : **Économie et gestion de l'entreprise**
 Filière : **Physique**
 Spécialité : **Photonique**
 Semestre : **S2**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 21 heures TD : 0 heures TP : 00 heures Travail personnel : 21 heures
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : 2 crédits Matière : Économie et gestion de l'entreprise Crédits : 2 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôle continu et examen final
Description des matières	Matière : Économie et gestion de l'entreprise Avoir des notions de gestion de l'entreprise. Avoir des notions d'analyse de bilans et de situation économique et financière d'une entreprise.

Libellé de l'UE : **Anglais technique2**
 Filière : **Physique**
 Spécialité : **Photonique**
 Semestre : **S2**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 21 heures TD : 00 heures TP : 00 heures Travail personnel : 21 heures
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : 2 crédits Matière : Anglais technique2 Crédits : 2 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôle continu et examen final
Description des matières	Matière : Anglais technique2 Avoir des notions d'anglais technique destinées pour le travail scientifique.

Libellé de l'UE : **Physique fondamentale 3**
 Filière : **Physique**
 Spécialité : **Photonique**
 Semestre : **S3**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 42 heures TD : 42 heures TP : 00 heures Travail personnel : 84 heures
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : 8 crédits Matière 1 : Cristaux photoniques Crédits : 4 Coefficient : 4 Matière 2 : Propriétés électroniques des nanostructures Crédits : 4 Coefficient : 4
Mode d'évaluation	Contrôle continu et examen final
Description des matières	Matière 1 : Cristaux photoniques Acquisition des connaissances nécessaires à l'étude cristaux photoniques (structures d'indice optique périodique). Matière 2 : Propriétés électroniques des nanostructures Cette matière a pour objectif de développer la compréhension des propriétés électroniques et structurales des systèmes de basse dimensionnalité

Libellé de l'UE : **Physique spécifique 3**
 Filière : **Physique**
 Spécialité : **Photonique**
 Semestre : **S3**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 84 heures TD : 84 heures TP : 00 heures Travail personnel : 168 heures
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : 12 crédits Matière 1 : Plasmonique, nanostructures métalliques et organiques Crédits : 3 Coefficient : 3 Matière 2 : Physique des lasers et des dispositifs optoélectroniques Crédits : 3 Coefficient : 3 Matière 3 : Optique non-linéaire Crédits : 3 Coefficient : 3 Matière 4 : Spectroscopie moléculaire Crédits : 3 Coefficient : 3
Mode d'évaluation	Contrôle continu et examen final
Description des matières	Matière 1 : Plasmonique, nanostructures métalliques et organiques Cette matière a pour principal objectif la maîtrise des bases fondamentales de la plasmonique et de ses applications dans conception de nanostructures métalliques et organiques pour la nano photonique. Matière 2 : Physique des lasers et des dispositifs optoélectronique Cette matière permet d'acquérir un savoir de base en physique des lasers et son application ainsi que l'étude de certains dispositifs optoélectroniques. Matière 3 : Optique non-linéaire Introduire les processus d'optique non-linéaire dans le but de pouvoir modéliser les systèmes optoélectroniques en interaction avec des

	lasers relativement intenses. Matière 4 : Spectroscopie moléculaire Cette matière est une base théorique à la compréhension des interactions entre orbitales dans un système moléculaire.
--	--

Libellé de l'UE : **Physique méthodologique 3**
 Filière : **Physique**
 Spécialité : **Photonique**
 Semestre : **S3**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 42 heures TD : 00 heures TP : 21 heures Travail personnel : 63 heures
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : 7 crédits Matière 1 : Elaboration des couches minces Crédits : 3 Coefficient : 3 Matière 2 : Modélisation numérique des matériaux Crédits : 4 Coefficient : 4
Mode d'évaluation	Contrôle continu et examen final
Description des matières	<p>Matière 1 : Elaboration des couches minces Cette matière a pour objectif de comprendre le principe de fonctionnement des nouvelles techniques de dépôt par voie physique et chimique à l'échelle atomique pour la réalisation de couches minces</p> <p>Matière 2 : Modélisation numérique des matériaux A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera capable d'utiliser un programme de calcul ab initio pour déterminer diverses grandeurs physique comme la structure de bandes de matériaux et savoir les interpréter en vue d'expliquer des résultats expérimentaux. D'autre part, la simulation par dynamique moléculaire permettra à l'étudiant, à travers une méthode simple, basée sur les équations de la mécanique classique, d'étudier les certaines propriétés physiques de gaz, solides et liquides. Il est à noter que le principe de cette méthode est aussi utilisé dans la plupart des codes ab initio récents à travers le théorème de Hellmann-Feynman</p>

Libellé de l'UE : **Rédaction scientifique**
 Filière : **Physique**
 Spécialité : **Photonique**
 Semestre : **S3**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 21 heures TD : 00 heures TP : 00 heures Travail personnel : 21 heures
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : 2 crédits Matière : Rédaction scientifique Crédits : 2 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôle continu et examen final
Description des matières	Matière 1 : Rédaction Scientifique Acquérir les outils de rédaction de documents scientifiques (thèses, articles,...).

Libellé de l'UE : **Contrôle et concepts qualité**
 Filière : **Physique**
 Spécialité : **Photonique**
 Semestre : **S3**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	Cours : 21 heures TD : 00 heures TP : 00 heures Travail personnel : 21 heures
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : 1 crédit Matière : Contrôle et concepts qualité Crédits : 1 Coefficient : 1
Mode d'évaluation	Contrôle continu et examen final
Description des matières	Matière 1 : Concept et contrôle qualité Avoir des notions de gestion de qualité. Notion sur la normalisation. Analyse de la valeur d'un produit.

IV- Programme détaillé par matière

(1 fiche détaillée par matière)

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

Semestre 1

Unité d'Enseignement : **Physique fondamentale 1**
Enseignant responsable de l'UE : **ZIANE Abdelhamid**
Enseignant responsable de la matière : **ZIANE Abdelhamid**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 42 h ; TD= 21 h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **63 h**

Nombre de crédits : **5** Coefficient de la matière : **5**

Objectifs de l'enseignement : Compréhension du formalisme mathématique de la mécanique Quantique et des différentes techniques d'approximation utilisées en mécanique quantique. Acquisition des outils théoriques nécessaires à la modélisation des systèmes physiques.

Connaissances préalables recommandées : Les enseignements de physique quantique et de mécanique quantique dispensés en licence de physique.

Contenu de la matière :

1/ Rappels et extension du formalisme de la MQ ; traitement quantique de l'atome d'hydrogène, harmonique sphériques

2/ Méthodes d'approximations : principe variationnel, perturbations stationnaires ; premières applications de la théorie des perturbations : effet Zeeman et Stark ; Perturbations dépendantes du temps ; Hamiltonien d'interaction, transitions entre niveaux ; règles de sélection, règle d'or de Fermi ; application à l'interaction entre un atome et le rayonnement.

3/ Addition des moments cinétiques et étude de leurs couplages (produits tensoriels, interaction spin-orbite, interaction entre spins électroniques ou nucléaires) ; applications aux méthodes de résonance magnétique.

4/ Système à N particules : dégénérescence d'échange, principe de symétrisation, opérateurs de symétrisation et d'antisymétrisation ; bosons ; fermions ; principe d'exclusion de Pauli ; déterminants de Slater ; opérateur densité, évolution de l'opérateur densité.

5/ Atome d'hélium ; atomes à plusieurs électrons ; approximation du champ central ; concept de configuration électronique ; termes spectraux (L, S) ; couplage spin orbite ; règles de Hund ; termes de structure fine ; effets d'un champ magnétique ; transition entre niveaux.

Mode d'évaluation : continu et examen.

Références :

- Site internet : cours MIT.
- A. Messiah, Mécanique quantique Tome1 et Tome 2, Dunod.
- C. Cohen- Tanoudji, B. Diu, F. Laloë, Mécanique quantique I et II, Hermann

Intitulé de la matière : **Physique du Solide 1**

Semestre 1

Unité d'Enseignement : **Physique fondamentale 1**
Enseignant responsable de l'UE : **ZIANE Abdelhamid**
Enseignant responsable de la matière : **ISSOLAH Arezki**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 42 h ; TD= 21 h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **63 h**

Nombre de crédits : **5** Coefficient de la matière : **5**

Objectifs de l'enseignement : *Etude des propriétés électroniques des solides pour mieux comprendre les phénomènes liés au transport électronique dans les cristaux.*

Connaissances préalables recommandées : *Mécanique quantique et introduction à la physique du solide (licence)*

Contenu de la matière :

1/ Fondements de l'équation mono-électronique : Approximation de Born-Oppenheimer ; équations mono-électroniques (Hartree, Hartree-Fock) ; application à l'atome

2/Périodicité spatiale et théorème de Bloch : Translations primitives ; réseaux cristallins ; théorème de Bloch ; espace et réseau réciproque.

3/Bandes d'énergie électronique. Modèle de Kronig-Penney ; gaz d'électrons libres ; gaz d'électrons quasi-libres ; approximation des liaisons fortes ; électrons dans un cristal ; méthode OPW ; pseudopotentiel ; méthodes cellulaires ; théorie de la fonctionnelle densité.

4/Phénomènes de transport. Equation de Boltzmann ; temps de relaxation ; vitesse et libre parcours moyens ; conduction isotherme ; phénomènes galvanométriques isothermes.

Mode d'évaluation : contrôle continu et examen.

Références :

1. Physique de l'état solide : cours et problèmes : Charles Kittel, Julie Dion, Maud Gicquel, et Bertrand Vilquin DUNOD (2006)
2. Physique du solide. Propriétés électroniques : Max Brousseau. MASSON (2003)
3. Solid Stat Physics G. Grosso, GP Parravioni Academic Press
4. Quantum theory of the solid State, J. Callaway Academic Press
5. Principles of the theory of solids, I.M. Ziman Cambridge University Press

Intitulé de la matière : **Physique Statistique Avancée**
Semestre 1

Unité d'Enseignement : **Physique fondamentale 1**
Enseignant responsable de l'UE : **ZIANE Abdelhamid**
Enseignant responsable de la matière : **LAMROUS Omar**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 21 h ; TD= 21 h ; TP=: 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **42 h**
Nombre de crédits : **4** Coefficient de la matière : **4**

Objectifs de l'enseignement : La physique statistique est un outil incontournable permettant de résoudre de nombreux problèmes dans différentes branches de la physique (physique du solide, la physique des rayonnements, physique théorique, ...). Après avoir suivi cet enseignement, l'étudiant est en mesure d'appliquer les méthodes et les techniques de la physique statistique dans les divers domaines de la physique.

Connaissances préalables recommandées : Les enseignements de thermodynamique et de physique statistique dispensés en licence de physique.

Contenu de la matière :

1/ Généralités : Micro-états quantiques ; espace de phase ; densité de probabilité ; ensembles (micro- canonique, canonique, grand canonique) ; Fonction de partition, entropie statistique

2/Formulation de la statistique quantique: Matrice densité; Statistique des différents ensembles Systèmes de particules indiscernables ; Matrice densité et fonction partition pour un système de particules libres ; Comportement thermodynamique d'un gaz idéal de bosons; Thermodynamique du rayonnement du corps noir ; Comportement thermodynamique d'un gaz idéal de fermions

3/ Etude des systèmes quantiques hors équilibre et processus de transport: Processus stochastiques : Processus de Markov, Equation de Fokker Planck, Mouvement brownien dans un potentiel.

Fonctions de corrélation et fonctions de réponse dépendantes du temps (réponse linéaire, coefficients de transport). Applications : diffusions de neutrons, diffusion de la lumière, relaxation diélectrique.

Approches microscopiques. Equation de Boltzmann.

Mode d'évaluation : continu et examen.

Référence :

Titre	Auteur	Editeur
Introduction à la physique statistique	Vassiliev	MIR
Les méthodes de la physique statistique	Akhiezer et Peletminski	MIR
Physique statistique hors équilibre	N. Poittier	CNRS Edition
Physique statistique	C. Ngo et H. Ngo	MASSON
Physique statistique	L. Landau	Ellipses
Le problème à N corps	Ph. Nozières	Dunod
The many-body problem	Parry	Clarendon
Physique statistique	B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer, B. Roulet	Hermann Editeurs des sciences et des arts

Intitulé de la matière : **Introduction à la Physique des milieux ionisés**
Semestre 1

Unité d'Enseignement : **Physique Spécifique 1**
Enseignant responsable de l'UE : **DJOUDER Madjid**
Enseignants responsables de la matière : **DJOUDER Madjid**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 42 h ; TD= 21h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **63 h**

Nombre de crédits : **5** Coefficient de la matière : **5**

Objectifs de l'enseignement : Acquisition et compréhension des connaissances liées à la physique des milieux ionisés.

Connaissances préalables recommandées : Notions de physique statistique et d'électromagnétisme.

Contenu de la matière :

1/ Introduction à la physique du plasma pour les électrons et les ions : Ionisation. La section efficace, le libre parcours moyen et la fréquence de collision. Longueur de Debye. Oscillations plasma et onde plasma électronique. La fonction diélectrique.

2/ Mouvement de particules chargées sous l'effet de champs électrique et/ou magnétique uniformes ou inhomogènes.

3/ Les trois approches de la physique du plasma : Les équations des fluides. Équations de Boltzmann-Vlasov.

4/ Ondes plasmas excitées par laser : L'oscillateur harmonique forcé. Amortissement Landau. Absorption résonante. Diffusion Brillouin Stimulée

Mode d'évaluation : contrôle continu et examen.

Références :

- The interaction of high power lasers with plasmas, S. Eliezer, IOP (2002).
- Plasma waves, D. G. Swanson, IOP (2003).

Intitulé de la matière : **Électromagnétisme Avancé**

Semestre 1

Unité d'Enseignement : **Physique méthodologique 1**
Enseignant responsable de l'UE : **ZEMIRLI Mourad**
Enseignant responsable de la matière : **MEZEGHRANE Abdelaziz**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 42 h ; TD= 21 h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **63 h**

Nombre de crédits : **5** Coefficient de la matière : **5**

Objectifs de l'enseignement : Acquisition des connaissances nécessaires à la compréhension de la propagation des ondes électromagnétiques dans tout type de milieu. Acquisition des outils théoriques nécessaires à la modélisation des systèmes physiques.

Connaissances préalables recommandées : Les enseignements d'électromagnétisme dispensés en licence de physique.

Contenu de la matière :

Propagation dans le vide: Équation de propagation et équation de Helmholtz - Propagation du champ : développement en ondes planes - Approximation de champ lointain - Le principe de Huygens Fresnel

Dipôles électriques et magnétiques : Moment dipolaire électrique - Développement multipolaire - Moment dipolaire magnétique

Rayonnement : Rayonnement d'une charge ponctuelle - Notion de fonction de Green - Potentiels retardés - Rayonnement en champ lointain

Diffraction : Approximation de Fraunhofer - Diffraction par une ouverture circulaire

Diffusion : Diffusion par un électron - Section efficace de diffusion - Diffusion Rayleigh, diffusion Thomson et diffusion résonnante - Diffusion simple par un ensemble de diffuseurs

Équations de Maxwell dans la matière

Relations constitutives : Propriétés - Origine de la dispersion - Constante diélectrique généralisée

Propagation dans la matière : Propagation en milieu non-dispersif - Équation de propagation en milieu dispersif - Propagation dans un milieu matériel

Théorie de la constante diélectrique : Polarisabilité - Modèle de Drude - Équation de Clausius-Mossotti - Fréquence de plasma - Propagation dans un conducteur

Réflexion et réfraction : Incidences normale et oblique - Angle de Brewster - Coefficients de réflexion et transmission - Réflexion totale

Propagation dans un diélectrique anisotrope : Tenseur diélectrique et systèmes cristallins - Surface des indices - Polarisation

Guides d'ondes et cavités : Équation de Helmholtz - Composantes longitudinales - Modes TEM - Modes TE et TM dans un guide conducteur creux - Guide d'onde rectangulaire - Guides d'ondes à section circulaire - Fibre optique - Pertes d'énergie dans les guides d'onde - Cavités électromagnétiques - Facteur de qualité

Mode d'évaluation : continu et examen.

Références :

- Classical electrodynamics, J.D. Jackson, John Wiley & Sons
- Théorie des champs, L.D. Landau & E.M. Lifshitz, Ellipses Éditions
- Électromagnétisme, R.P. Feynman, Inter Editions

Intitulé de la matière : **Physique numérique 1**
Semestre 1

Unité d'Enseignement : **Physique méthodologique 1**
Enseignant responsable de l'UE : **ZEMIRLI Mourad**
Enseignant responsable de la matière : **ZEMIRLI Mourad**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 00h ; TD= 00h ; TP= 21 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **21 h**

Nombre de crédits : **2** Coefficient de la matière : **2**

Objectifs de l'enseignement : A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera capable d'approcher par des calculs numériques un problème simple en physique à travers trois étapes importantes : une modélisation efficace pour ne garder que les paramètres pertinents, les calculs numériques adaptés au problème (mise en équation, discrétisation, ...), et enfin la comparaison des résultats obtenus avec l'expérience et/ou obtenus par d'autres méthodes.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

- 1/ Initiation au système UNIX
- 2/ Résolution d'équations par des méthodes itératives : notion d'autocohérence
- 3/ Calcul du spectre de phonons, de densités de modes, de chaleur spécifique à l'aide de modèles phénoménologiques simples.
- 4/ La technique Monte Carlo en Physique : Echantillonnage simple et par importance, Algorithme de Metropolis et de Glauber, Transition para-ferro dans un système d'Ising à 2D, Transition ordre-désordre dans un alliage binaire par le biais de deux processus (lacunaire et échange direct) : détermination de l'énergie de migration.

Mode d'évaluation : contrôle continu et examen.

Références :

6. Computational Material Science, K. Ohno, K. Esfarjani, Y. Kawazoe, Springer 1999.
7. Computational physics, K.H. Hoffmann, M. Schreiber Ed. Springer 1996.
8. A guide to Monte Carlo simulations in statistical physics, D.P. Landau, K. Binder, Cambridge 2000.
9. Numerical Recipes in Fortran, W.H. Press, S.A. Teutolsky, W.T. Weterling, B.P. Flanner, Cambridge 1999.

Intitulé de la matière : **Physique expérimentale 1**
Semestre 1

Unité d'Enseignement : **Physique méthodologique 1**
Enseignant responsable de l'UE : **ZEMIRLI Mourad**
Enseignant responsable de la matière : **DJOUDER Madjid**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 00 h ; TD= : 00 h ; TP= 21 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **21 h**

Nombre de crédits : **2** Coefficient de la Matière : **2**

Objectifs de l'enseignement :

Les travaux pratiques de la présente unité ont été conçus de manière à s'adapter à la spécialité du master tout en intégrant quelques manipulations relatives à l'électronique et les mesures en physique.

Les buts de cette formation expérimentale et pratique de la physique sont multiples, comme par exemple:

Savoir illustrer un concept théorique par une expérience. Acquérir un esprit critique vis à vis des expériences. Apprendre à concevoir et réaliser soi-même une expérience de physique. Savoir utiliser le matériel d'instrumentation d'usage courant en sciences et génie des matériaux. Savoir élaborer et caractériser des matériaux. Savoir utiliser le matériel d'instrumentation d'usage courant en physique des rayonnements.

Connaissances préalables recommandées :

Savoir utiliser le matériel d'instrumentation d'usage courant en électricité et en physique de base. Savoir interpréter une courbe expérimentale de ce fait posséder un esprit critique vis à vis des expériences.

Contenu de la matière :

Amplificateur opérationnel : Analyseur de spectre

Multiplexeur et démultiplexeur. Compteurs asynchrones et synchrones. Capteurs

Effet Hall. Etude de semi-conducteurs : magnétorésistance. Résistivité.

Les matériaux diélectriques ; Détermination de : La rigidité transversale et superficielle. La rigidité diélectrique. La constante diélectrique. Les pertes diélectriques. Mesure de résistivité d'un semi-conducteur.

Ferromagnétisme. Hystérésis magnétique.

Action des champs électrique et magnétique sur un faisceau d'électrons

Métaux : Propriétés de conduction électrique. Propriétés de conduction thermique. Effet thermoélectrique

Mode d'évaluation : Moyenne des comptes rendus et examen final.

Références :

D. Barchiesi, M. Bugnon, « Comprendre la physique en expérimentant », ed. Ellipse, 1997, ISBN 2-7298-6719-8

R. Journeaux, « Travaux pratiques de physique », Ed. De Boeck université, 1998, ISBN 2-8041-2555-6

J. P. Bellier, C. Bouloy, D. Guéant, « Montages de physique », Ed. Dunod, 2000, ISBN 2-1004-8477-X

Intitulé de la matière : **Anglais technique1**
Semestre 1

Enseignant responsable de l'UE : **AIT OUAMER Farid**
Enseignant responsable de la matière : **AIT OUAMER Farid**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 21h ; TD= 00h ; TP= 00h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **21h**

Nombre de crédits : **2** Coefficient de la Matière : **2**

Objectifs de l'enseignement :

Avoir des notions d'anglais permettant d'expliquer un processus ou un problème technique.
Travailler en anglais avec plus de confiance et d'aisance.

Connaissances préalables recommandées : Notions générales d'anglais (Anglais 1 & 2 en deuxième année Licence).

Contenu de la matière :

- Approfondissement des notions linguistiques vues en Licence (vocabulaire, lexicque, grammaire, compréhension et expression écrite et orale).
- Étude de documents techniques authentiques en anglais et familiarisation avec les documents spécialisés.
- Savoir expliquer un document technique à l'oral dans une situation informelle de discussion avec des pairs.
- Réalisation de travaux de projets en liaison avec les enseignements de la spécialité.

Mode d'évaluation : Contrôle continu et examen final.

Intitulé de la matière : **Magnétisme du Solide et Supraconductivité**
Semestre 2

Unité d'Enseignement : **Physique fondamentale 2**
Enseignant responsable de l'UE : **BENAKKI Mouloud**
Enseignant responsable de la matière : **BENAKKI Mouloud**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 21 h ; TD= 21 h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **42 h**

Nombre de crédits : **4** Coefficient de la matière : **4**

Objectifs de l'enseignement : Acquisition de l'ensemble des fondements du magnétisme électronique permettant ultérieurement d'aborder des notions plus avancées relatives au thème du magnétisme. Acquisition des notions de la théorie de la supraconductivité.

Connaissances préalables recommandées : *Mécanique quantique et introduction à la physique du solide (licence)*

Contenu de la matière :

I- Magnétisme :

- 1- Généralités et définitions, aimantation de la matière, courants équivalents dans la matière moment magnétique orbitale, de spin et total. Les vecteurs H et B
- 2- Le diamagnétisme théorie classique de Langevin et théorie quantique.
- 3- Paramagnétisme : Théorie classique de Langevin et théorie Quantique de Brillouin. Applications : Métaux de terres rares et métaux de transition. Paramagnétisme de Pauli.
- 4- Ferromagnétisme : théorie classique, champ moléculaire de Weiss. Théorie Quantique, interaction d'échange, Hamiltonien de Heisenberg-Dirac. Energie d'anisotropie, domaines de Weiss, Parois de Bloch, cycle d'hystérésis, ferromagnétisme fort et faible.
- 5- Antiferromagnétisme, théorie de Néel, susceptibilité parallèle et perpendiculaire.
- 6- Ferrimagnétisme, les ferrites, les grenats, théorie de Néel, point de compensation.
- 7- Helimagnétisme.

II- Supraconductivité :

- Mise en évidence du phénomène, étude expérimentale.
- Etude thermodynamique.
- Etude électromagnétique. Equations de London, longueur de pénétration de London. Cohérence, longueur de cohérence de Pippard.
- Problème de Cooper, paires de Cooper.
- Etude phénoménologique de l'attraction attractive entre 2 électrons. Théorie BCS.
- Quantification du flux magnétique. La fonction d'onde de Ginzburg-Landau.
- Effets Josephson continu et alternatif, Jonction Josephson, effets d'interférences quantiques.
- Eléments de supraconductivité de type II .
- Applications.
- Introduction à la supraconductivité à haute température

Mode d'évaluation : continu et examen.

Références :

- 1- Théorie du magnétisme A. Herpin, Presses Universitaires de France.
- 2- Magnétisme : I- Fondements II- Matériaux et applications. E du Trémolet de Lachasseirie, collection Grenoble Sciences.
- 3- Introduction à la Physique de l'état solide C. Kittel.
- 4- La supraconductivité des métaux, des alliages et des films minces J.P. Burger Masson (1974).

Intitulé de la matière : **Physique du Solide 2**

Semestre 2

Unité d'Enseignement : **Physique fondamentale 2**
Enseignant responsable de l'UE : **BENAKKI Mouloud**
Enseignant responsable de la matière : **ISSOLAH Arezki**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 42 h ; TD= 21 h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **63 h**

Nombre de crédits : **4** Coefficient de la matière : **4**

Objectifs de l'enseignement : Etude des propriétés thermiques des solides pour mieux comprendre les phénomènes liés au réseau de la matière cristalline.

Connaissances préalables recommandées : Mécanique quantique et introduction à la physique du solide (licence)

Contenu de la matière :

1/Vibrations réticulaires à une dimension. Chaîne linéaire. Quantification du champ de vibrations. Cristaux réels. Approximation harmonique. Densités d'états. Cristaux ioniques. Spectre de phonons.

2/ Propriétés thermodynamiques. Chaleur spécifique. Limitations de l'approximation harmonique. Couplage de phonons. Expansion thermique. Conductivité thermique du réseau

Mode d'évaluation : continu et examen.

Références :

10. Physique de l'état solide : cours et problèmes : Charles Kittel, Julie Dion, Maud Gicquel, et Bertrand Vilquin DUNOD (2006)
11. Physique du solide. Propriétés électroniques : Max Brousseau. MASSON (2003)
12. Solid Stat Physics G. Grosso, GP Parravioni Academic Press
13. Quantum theory of the solid State, J. Callaway Academic Press
14. Principles of the theory of solids, I.M. Ziman Cambridge University Press

Intitulé de la matière : *Physique des Semi conducteurs*
Semestre 2

Unité d'Enseignement : **Physique fondamentale 2**
Enseignant responsable de l'UE : **BENAKKI Mouloud**
Enseignant responsable de la matière : **BOUZAR Hamid**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 21 h ; TD= 21 h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **42 h**

Nombre de crédits : **4** Coefficient de la matière : **4**

Objectifs de l'enseignement : Cette matière permet d'acquérir un savoir de base en physique des matériaux semi conducteurs.

Connaissances préalables recommandées : *Introduction à la mécanique quantique et à la physique du solide (licence)*

Contenu de la matière

1/SC intrinsèques et extrinsèques à l'équilibre : structure de bande ; densité des porteurs libres, SC dopés.

2/SC hors équilibre : équations fondamentales et phénomènes de transport ; comportement de zones neutres.

3/Phénomènes de génération et de recombinaison : transitions bande à bande ; durée de vie des porteurs libres ; transitions assistées par pièges.

4/Jonction pn : structure et dopage d'une jonction pn, jonction pn à l'équilibre, capacité de jonction

5/Diode à jonction : structure et réalisation technologique de diode ; potentiel et quasi-niveaux de Fermi, densités de porteurs libres ; densité de courant caractéristiques I-V ; diodes schottky et tunnel.

6/Structure MES et Capacité MOS : structure de bande; caractéristiques C.V à hautes et basses fréquences ;

7/Propriétés optiques des SC : Transition ; absorption ; effet photovoltaïque, fonctions diélectriques

8/ Introduction à l'optoélectronique : détecteurs IR, cellules solaires, lasers.

Mode d'évaluation : control continu et examen.

Référence :

15. A. Saidane, « physique des semi-conducteurs », OPU

Intitulé de la matière : **Introduction à l'optique quantique**
Semestre 2

Unité d'Enseignement : **Physique Spécifique 2**
Enseignant responsable de l'UE : **DEGHICHE Djamel**
Enseignant responsable de la matière : **DEGHICHE Djamel**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 42 h ; TD= 21 h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **63 h**

Nombre de crédits : **4** Coefficient de la matière : **4**

Objectifs de l'enseignement :

Présenter les mécanismes de base de l'optique quantique pour comprendre le fonctionnement de systèmes dont la description quantique est nécessaire. L'étudiant sera en mesure de comprendre les processus d'interaction atomes-rayonnement en adoptant une description quantique de matière.

Une telle démarche est à la base du fonctionnement du laser, mais au retour, la lumière laser a potentiellement renouvelé la physique atomique et a conduit à de nouvelles méthodes qui ont débouché sur des applications spectaculaires. On étudiera en détail quelques unes de ces applications.

Connaissances préalables recommandées : Mécanique quantique, électromagnétisme, physique statistique.

Contenu de la matière :

- 1) Processus d'interaction atome-champ (absorption, émission spontanée et émission induite). Hamiltoniens d'interaction dipolaire électrique et dipolaire magnétique. Transition entre deux niveaux sous l'effet d'un champ électromagnétique oscillant. Déplacement lumineux.
- 2) Absorption entre deux niveaux de durée finie. Populations des niveaux. Susceptibilité diélectrique. Absorption et dispersion. Émission induite et amplification laser. Gain laser et inversion des populations. Bilan énergétique entre absorption et émission induite.
- 3) Polarisation du rayonnement. Résonance optique : transfert de population (collisions et effet Hanle). Pompage optique.
- 4) Matrices densité et équations de Bloch optiques : fonction d'onde et matrice densité. Traitement perturbatif : résolution par itération de l'évolution de la matrice densité, réponse linéaire. Traitement non-perturbatif dans le cas de systèmes fermés et de systèmes ouverts.

Références:

- [1] L. Mandel et E. Wolf: Optical Coherence and Quantum Optics (Cambridge University Press, 1995).
- [2] C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc et G. Grynberg: Processus d'interaction entre photons et atomes (EDP Sciences/Editions du CNRS, 2001).
- [3] C. Cohen-Tannoudji: Atoms in Electromagnetic Field (World Scientific, 2005).
- [4] Alain Aspect, Claude Fabre et Gilbert Grunberg : Optique quantique1, lasers (Polycopié master, École polytechnique, 2010).

Intitulé de la matière : ***Théorie de la structure atomique***
Semestre 2

Unité d'enseignement : ***Physique Spécifique 2***
Enseignant responsable de l'UE : ***DEGHICHE Djamel***
Enseignant responsable de la matière : ***MEFTAH Ali***
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 21 h ; TD= 21 h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **42 h**

Nombre de crédits : **4** Coefficient de la matière : **4**

Objectifs de l'enseignement : Acquisition des connaissances nécessaires à la compréhension de la structure des atomes et des ions complexes. Acquisition des outils théoriques nécessaires à la l'interprétation des effets observés.

Connaissances préalables recommandées : Mécanique quantique, physique statistique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Atome à un électron: Atome d'hydrogène et ions hydrogénoïdes

1. Introduction
2. Étude en mécanique quantique non relativiste.
3. Potentiel central non coulombien. Cas des alcalins.

Chapitre 2 : Structure fine et structure hyperfine d'un atome à un électron

1. Atome à un électron avec spin.
2. Structure fine de l'atome d'hydrogène.
3. Structure hyperfine. Rôle du noyau.

Chapitre 3 Interaction d'un atome avec un champ électromagnétique

1. Description des champs. Potentiel vecteur et potentiel scalaire.
2. Hamiltonien d'une particule chargée dans un champ électromagnétique.
3. Cas d'un champ magnétique statique uniforme $\mathbf{B} // \text{Oz}$.
4. Hamiltonien d'interaction d'un atome avec une onde électromagnétique.
5. Relation avec la description d'Einstein.

Chapitre 4 Atomes \tilde{A} N électrons ($N > 1$)

1. Introduction
2. Système de particules identiques. Rappels.
3. Energies et fonctions d'onde d'un atome \tilde{A} N électrons.
4. Classification périodique des éléments Mendeleiev.
5. Couplage LS ou Russel-Saunders.
6. Couplage jj et levée de dégénérescence.

Références:

- E. Biemont. Spectroscopie atomique. (Edition De Boeck, 2008).
- R.D. Cowan, The Theory of Atomic Structure and Spectra, Berkeley, CA: University of California Press, 1981.

Intitulé de la matière : ***Théorie des Groupes et Cristallographie***
Semestre 2

Unité d'Enseignement : ***Physique méthodologique 2***
Enseignant responsable de l'UE : ***ZEMIRLI Mourad***
Enseignant responsable de la matière : ***BOUARAB Saïd, MEGCHICHE El Hocine***
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 21 h ; TD= 21 h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **42 h**

Nombre de crédits : **4** Coefficient de la matière : **4**

Objectifs de l'enseignement : L'objet de ce cours est de donner une première vue d'ensemble sur les groupes de symétries et leurs représentations

Connaissances préalables recommandées : Notion de cristallographie et connaissance d'algèbre

Contenu de la matière :

I. LE RESEAU PONCTUEL

- 1) Description du réseau ponctuel...
- 2) Plans réticulaires
 - 2.1) Relation entre la maille primitive et les plans réticulaires
 - 2.2) Etude des indices de Miller : Détermination des indices de Miller, Plans en zone, Forme de plans et forme d'axes, Indices hexagonaux, Influence de la maille de référence sur les indices
- 3) Réseau réciproque : Définition, Propriété fondamentale du réseau réciproque, Expressions des distances inter réticulaires et fonction des paramètres réciproques, Relations entre les grandeurs directes et réciproques

II. SYMETRIE DU RESEAU CRISTALLIN

- 1) Propriétés mathématique des opérations de symétrie
- 2) Groupes ponctuels dans les cristaux
 - 2.1) Les éléments de symétrie des groupes ponctuels
 - 2.2) Les différents groupes ponctuels et leur représentation
- 3) Groupes spatiaux
 - 3.1) Les opérations de symétrie avec translation
 - 3.2) Représentations et exemples de groupes spatiaux

Mode d'évaluation : continu et examen.

Références :

- 5- **J.-J. Rousseau**, Cristallographie géométrique et radiocristallographie, Masson.
- 6- **E. Flint**, Principes de Cristallographie, Editions Mir.
- 7- **Sidney Kettle**, Symétrie et structure: théorie des groupes en chimie, Masson.
- 8- **M. Chabanel et P. Gressier**, Liaison chimique et Spectroscopie, Ellipses.
- 9- **R. Auriol**, Indices de Miller et de Bravais, A.F.M.

Intitulé de la matière : **Physique numérique 2**

Semestre 2

Unité d'Enseignement : **Physique méthodologique 2**
Enseignant responsable de l'UE : **ZEMIRLI Mourad**
Enseignant responsable de la matière : **ZEMIRLI Mourad**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 00h ; TD= 00h ; TP= 21 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **21 h**

Nombre de crédits : **2** Coefficient de la matière : **2**

Objectifs de l'enseignement : A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera capable d'approcher par des calculs numériques un problème simple en physique à travers trois étapes importantes : une modélisation efficace pour ne garder que les paramètres pertinents, les calculs numériques adaptés au problème (mise en équation, discrétisation, ...), et enfin la comparaison des résultats obtenus avec l'expérience et/ou obtenus par d'autres méthodes.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

- 1/ Initiation au système UNIX
- 2/ Résolution d'équations par des méthodes itératives : notion d'autocohérence
- 3/ Calcul du spectre de phonons, de densités de modes, de chaleur spécifique à l'aide de modèles phénoménologiques simples.
- 4/ La technique Monte Carlo en Physique : Echantillonnage simple et par importance, Algorithme de Metropolis et de Glauber, Transition para-ferro dans un système d'Ising à 2D, Transition ordre-désordre dans un alliage binaire par le biais de deux processus (lacunaire et échange direct) : détermination de l'énergie de migration.

Mode d'évaluation : contrôle continu et examen.

Références :

16. Computational Material Science, K. Ohno, K. Esfarjani, Y. Kawazoe, Springer 1999.
17. Computational physics, K.H. Hoffmann, M. Schreiber Ed. Springer 1996.
18. A guide to Monte Carlo simulations in statistical physics, D.P. Landau, K. Binder, Cambridge 2000.
19. Numerical Recipes in Fortran, W.H. Press, S.A. Teutolsky, W.T. Weterling, B.P. Flanner, Cambridge 1999.

Intitulé de la matière : **Physique expérimentale 2**
Semestre 2

Unité d'Enseignement : **Physique méthodologique 2**
Enseignant responsable de l'UE : **ZEMIRLI Mourad**
Enseignant responsable de la matière : **HAMIDI Mahdi**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 00 h ; TD=: 00h ; TP= 21h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **21h**

Nombre de crédits : **2** Coefficient de la matière : **2**

Objectifs de l'enseignement :

Les travaux pratiques de la présente unité ont été conçus de manière à s'adapter à la spécialité du master tout en intégrant quelques manipulations relatives à l'électronique et les mesures en physique. Le but de cette formation expérimentale et pratique de la physique sont multiples, comme savoir illustrer un concept théorique par une expérience, acquérir un esprit critique vis à vis des expériences, apprendre à concevoir et réaliser soi-même une expérience de physique, savoir utiliser le matériel d'instrumentation d'usage courant en sciences et génie des matériaux, savoir élaborer et caractériser des matériaux...

Connaissances préalables recommandées :

Savoir utiliser le matériel d'instrumentation d'usage courant en électricité et en physique de base. Savoir interpréter une courbe expérimentale de ce fait posséder un esprit critique vis à vis des expériences.

Contenu de la matière :

Initiation aux techniques goniométriques et aux mesures angulaires des cristaux. Approche pratique du réseau réciproque et des ses propriétés en liaison avec la goniométrie du réseau direct. Détermination des symétries et conséquences pratiques de la réduction du degré de symétrie.

Etude préliminaires photographiques : cristal tournant et cliché de Buerger du monocristal. Initiation aux éléments de symétrie avec déplacement et utilisation des tables internationales de cristallographie. Analyse de la structure cristalline : calcul des angles et distances inter-atomiques ; représentation graphique de la structure cristalline.

Diagrammes de poudres cristallines. Méthodes simples de dépouillement. Montages classiques sur film et goniométrique. Méthode d'identification des phases cristallisées au moyen des diagrammes de diffraction X obtenus par les méthodes de poudres. Utilisation du fichier JCPDS.

Diffraction des électrons. Microscopie électronique à transmission : poudres, monocristaux, couches minces. Microscopie électronique à balayage : poudres, couche minces, EDAX.

Mode d'évaluation : Moyenne des comptes rendus et examen final.

Références :

D. Barchiesi, M. Bugnon, « Comprendre la physique en expérimentant », ed. Ellipse, 1997, ISBN 2-7298-6719-8

R. Journeaux, « Travaux pratiques de physique », Ed. De Boeck université, 1998, ISBN 2-8041-2555-6

J. P. Bellier, C. Bouloy, D. Guéant, « Montages de physique », Ed. Dunod, 2000, ISBN 2-1004-8477-X

Intitulé de la matière : **Économie et gestion de l'entreprise**
Semestre 2

Unité d'Enseignement : **Économie et gestion de l'entreprise**
Enseignant responsable de l'UE : **CHOUANE Rabah**
Enseignant responsable de la matière : **CHOUANE Rabah**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 21 h ; TD= 00 h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **21h**

Nombre de crédits : **2** Coefficient de la Matière : **2**

Objectifs de l'enseignement :

Avoir des notions de gestion de l'entreprise. Avoir des notions d'analyse de bilans et de situation économique et financière d'une entreprise.

Connaissances préalables recommandées : Néant

Contenu de la matière :

Initiation à l'entreprise et à son organisation :

- L'entreprise cellule économique : ses relations avec les autres cellules économiques et le marché.
- Typologie : types, dimensions, formes juridiques, les groupes, les multinationales, structures de l'entreprise.
- Fonction de production. Formalisation et gestion financière.

Comptabilité :

- La méthode et les mécanismes comptables. Création des comptes. Jeu des comptes. Contrôle des comptes. Balances.
- Analyse comptable. Plan comptable de l'entreprise.

Mode d'évaluation : Contrôle continu et examen final.

Références :

- J. F. Souterain, P. Farcet, « Organisation et gestion de l'entreprise », ed. Berti, 2007, ISBN 9961-69-124-5
- M. Darbelet, L. Izard, M. Scaramuzza, « Management », ed. Berti, 2007, ISBN 9961-69-128-8

Intitulé de la matière : **Anglais technique 2**
Semestre 2

Unité d'Enseignement : **Anglais technique2**
Enseignant responsable de l'UE : **AIT OUAMER Farid**
Enseignant responsable de la matière : **AIT OUAMER Farid**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 21 h ; TD= 00 h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **21h**

Nombre de crédits : **2** Coefficient de la Matière : **2**

Objectifs de l'enseignement :

Avoir des notions d'anglais permettant d'expliquer un processus ou un problème technique.
Travailler en anglais avec plus de confiance et d'aisance.

Connaissances préalables recommandées : Notions générales d'anglais (Anglais 1 & 2 en deuxième année Licence).

Contenu de la matière :

- Approfondissement des notions linguistiques vues en Licence (vocabulaire, lexique, grammaire, compréhension et expression écrite et orale).
- Étude de documents techniques authentiques en anglais et familiarisation avec les documents spécialisés.
- Savoir expliquer un document technique à l'oral dans une situation informelle de discussion avec des pairs.
- Réalisation de travaux de projets en liaison avec les enseignements de la spécialité.

Mode d'évaluation : Contrôle continu et examen final.

Intitulé de la matière : **Cristaux photoniques**
Semestre 3

Unité d'Enseignement : **Physique fondamentale 3**
Enseignant responsable de l'UE : **BOUARAB Said**
Enseignants responsables de la matière : **BELKHIR Abderrahmane**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 21 h ; TD= 21 h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **42 h**

Nombre de crédits : **4** Coefficient de la matière : **4**

Objectifs de l'enseignement : Acquisition des connaissances nécessaires à l'étude cristaux photoniques (structures d'indice optique périodique).

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

1/ Rappels d'Electromagnétisme : Equations de Maxwell. Equations du milieu. Conditions aux limites. Problèmes énergétiques. Ondes planes monochromatiques dans un milieu linéaire homogène isotrope. Onde plane atténuée – Onde évanescente.

2/ Equations de propagation : Propagation dans un milieu inhomogène anisotrope magnétique. Propagation dans un milieu homogène isotrope. Propagation dans un milieu homogène anisotrope. Effet Faraday

3/ Théorème de Bloch : Structures périodiques – Cristaux photoniques. Théorème de Bloch. Diffraction par les cristaux photoniques.

4/ Réseau de Bragg – Filtre interférentiel : Ecriture des champs dans les différents milieux. Détermination des amplitudes dans chaque milieu. Matrices de transfert. Application filtre antireflet. Filtre de Bragg. Réseau de Bragg – Cristal photonique 1D

5/ Cristaux photoniques 2D et 3D : Méthode PWM. Réseau 1D : Méthode des modes couplés. Réseaux 2D et 3D : Quelques résultats

Mode d'évaluation : contrôle continu et examen.

Références :

D. VAN LABEKE - Cours Master2 PICS Besançon

Intitulé de la matière : **Propriétés Électroniques des Nanostructures**

Semestre 3

Unité d'Enseignement : **Physique fondamentale 3**
Enseignant responsable de l'UE : **BOUARAB Said**
Enseignants responsables de la matière : **BOUARAB Said**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 21 h ; TD= 21h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **42 h**

Nombre de crédits : **4** Coefficient de la matière : **4**

Objectifs de l'enseignement : Ce cours a objectif de développer la compréhension des propriétés électroniques et structurales des systèmes de basse dimensionnalité.

Contenu de la matière :

I: Structure électronique des matériaux à l'état massif

1-Au delà de l'approximation à un électron : Hartree, Hartree-Fock, application au jellium. Corrélations électroniques, trou d'échange, méthode Hartree-Fock-Slater.

2-Théorie de la fonctionnelle de la densité, théorème de Hohenberg-Kohn, équations de Kohn-Sham, approximations locales (LDA et LSDA), au-delà de la LD(S) A.

3-Phénomènes d'écran, modèle de Thomas-Fermi- Transition de Mott- Fonction diélectrique de Lindhard- Plasmons, anomalie de Kohn- Liquide de Fermi.

II : Structure électronique des surfaces, films minces et agrégats de métaux de transition

1-Structure atomique de surfaces : Cristallographie de surfaces, Réseaux à deux dimensions, Cristal semi-infini, notation pour les structures de surfaces, surfaces vicinales, Réseaux réciproques et zones de Brillouin, Bref aperçu sur les techniques expérimentales d'investigation des structures de surfaces

2-Structure électronique des métaux de transition (rappel sur le volume) : Approximation des liaisons fortes, systèmes périodiques, Métaux de transition, Moments de la densité d'états, énergie de cohésion.

3- Structure électronique des surfaces : description de quelques méthodes théoriques, Densité de charge et tension superficielle, Etats de surface, Application à l'étude des métaux de transition, densité d'états et potentiels de surface, transfert de charges et énergie de surface, relaxation et reconstruction.

4- Adsorption et adhésion d'atome ou de molécules sur une surface métallique: Approche microscopique, Physisorption, Chimisorption, Interaction faible et forte, Tendances expérimentales, Modèles analytiques et réalistes pour expliquer les résultats expérimentaux, Interaction entre adatoms, Structure électronique de films ultraminces adsorbés (métaux de transitions sur métaux de transitions ou nobles), super-réseaux.

5-Agrégats de métaux de transition supportés ou libres: Concepts généraux, Discussion qualitative de quelques résultats théoriques et expérimentaux.

Mode d'évaluation : contrôle continu et examen.

Références :

- Solid State Physics. N.W. Ashcroft, N. David Mermin Saunders College Publishing, 1976.
- Solid State Physics G. Grosso and P. Parravicini Academic Press, 2000
- Concepts in surface physics, M.-C. Desjonquères, D. Spanjaard, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 1993, 1996.

Unité d'Enseignement : **Physique spécifique 3**
Enseignant responsable de l'UE : **HAMIDI Mahdi**
Enseignants responsables de la matière : **HAMIDI Mahdi**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 21 h ; TD= 21h ; TP = 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **42 h**

Nombre de crédits : **4** Coefficient de la matière : **4**

Objectifs de l'enseignement : Donner aux étudiants la possibilité de maîtriser les bases de la plasmonique dont les développements fondamentaux et appliqués touchent aujourd'hui des domaines variés comme l'optique non-linéaire, la photonique, la fluorescence, le marquage biologique, les capteurs, les filtres de lumière.

Connaissances préalables recommandées : Électromagnétisme et Optique (Enseignements dispensés en licence de Physique).

Contenu de la matière :

Propriétés optiques des métaux nobles à l'état massif :

Brefs rappels d'Electromagnétisme : Indice de réfraction, polarisation et polarisabilité, fonction diélectrique. Relations de Kramers-Kronig. Propagation d'une onde électromagnétique et courbe de dispersion. Ondes évanescentes. Sections efficaces d'absorption, de diffusion et d'extinction

Réponse optique des métaux nobles : Structures de bandes d'énergie. Contribution intra bandes à la fonction diélectrique : modèle de Drude, plasmon de volume. Contribution inter bandes à la fonction diélectrique : théorie de Lindhard, modèle de Drude-Lorentz,...

Résonance plasmonique de surface (RPS) :

Plasmons de surface non localisés : Relation de dispersion. Onde plasmonique de surface (Plasmons Polaritons de surface PPS). Excitation électronique et photonique des PPS. Couplage Onde électromagnétique-PPS. Quelques propriétés des PPS : durée de vie, vitesse de groupe,...

Plasmons de surface localisés : Confinement diélectrique, nanoparticule métallique. Résonance des plasmon de surface. Approximation quasi-statique - Théorie de Mie. Caractéristiques de la RPS et dépendance des différents paramètres intrinsèques : nature du métal, environnement, taille, ...
Assemblées de nanoparticules : Théorie du milieu effectif, influence de l'arrangement spatial et de la concentration. Milieux nanocomposites : Théorie du milieu effectif

Elaboration et caractérisation de nanostructures métalliques

Quelques notions sur les procédés d'élaboration : Méthodes chimiques : Solutions colloïdales, procédés sol-gel, couches minces, auto-organisation, ... Méthodes physiques : Ablation laser, pulvérisation radiofréquence, vaporisation laser, lithographie électronique, ...

Caractérisation expérimentale : Microscopie à champ proche. Imagerie par fluorescence. Imagerie par diffusion. Microscopie d'extinction à champ lointain. Imagerie en champ sombre.

Applications :

Nano-antennes : SERS. Marquage biologique. Exaltation de fluorescence

Optique non-linéaire : Effet Kerr optique. Génération de seconde harmonique.

Mode d'évaluation : contrôle continu et examen.

Références :

- Plasmonics : Fundamentals and Applications, Stefan Alexander Maier, Springer (2007).
- Absorption and Scattering of light by Small particles, Craig F. Bohren & Donald R. Huffman, Wiley-Interscience Publication (1983).

Intitulé de la matière : **Physique des lasers et des dispositifs optoélectronique**
Semestre 3

Unité d'Enseignement : **Physique spécifique 3**
Enseignant responsable de l'UE : **HAMIDI Mahdi**
Enseignants responsables de la matière : **MOKDAD Rabah**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours = 21 h ; TD= 21h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **42 h**

Nombre de crédits : **3** Coefficient de la matière : **3**

Objectifs de l'enseignement : Ce cours a pour objectif de développer la compréhension des phénomènes optoélectroniques et de l'interaction lasers de puissance plasma

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

1/Fonctionnement d'un milieu amplificateur de lumière : Aspect macroscopique : Absorption optique. Interprétation microscopique de l'absorption

2/Fonctionnement du laser au seuil : L'oscillateur laser. Création d'une inversion de population. Equations fondamentales d'évolution. Paramètres de seuil. Saturation du gain.

3/Cavités optiques- Modes : Existence de fréquences privilégiées- Modes longitudinaux. Modes transversaux. Pertes d'une cavité. Configuration d'une cavité. Sélection de modes.

4/ Déclenchement : Principe. Théorie du déclenchement. Cellule de Pockels et déclenchement actif. Déclenchement passif. Comparaison en déclenchement actif et passif.

5/ Mode Locking : Effet d'une relation de phase entre modes. Mode Locking passif. Mode Locking actif.

6/ Transmission guidée. Fibre optique Propagation d'impulsion LASER dans les fibres optiques

7/ Détecteur optoélectroniques.

8/ Applications : Régulation, mesure, automatisme, télécommunications.

Mode d'évaluation : contrôle continu et examen.

Références :

- The interaction of high power lasers with plasmas, S. Eliezer, IOP (2002).
- Plasma waves, D. G. Swanson, IOP (2003).

Intitulé de la matière : **Optique non-linéaire**
Semestre 3

Unité d'Enseignement : **Physique spécifique 3**
Enseignant responsable de l'UE : **HAMIDI Mahdi**
Enseignants responsables de la matière : **DJOUDER Madjid**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours = 21 h ; TD= 21h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **42 h**

Nombre de crédits : **3** Coefficient de la matière : **3**

Objectifs de l'enseignement : Introduire les processus d'optique non-linéaire dans le but de pouvoir modéliser les systèmes optoélectroniques en interaction avec des lasers relativement intenses.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

- Origine physique et formalisme de l'optique non-linéaire. Potentiels harmonique et anharmonique. Équation d'onde non-linéaire.
- Interprétation quantique des processus non-linéaires.
- Effets non-linéaires du second ordre. Doublage de fréquence, OPO, ...
- Effets non-linéaires du troisième ordre. Effet Kerr optique. Diffusion stimulée (Raman, Brillouin,...).

Références:

- F. Sanchez, Optique non-linéaire, Edition Duod, 1999.
- R. W. Boyd, Non-linear Optics, Academic Press., 2008.

Intitulé de la matière : **Spectroscopie Moléculaire**

Semestre 3

Unité d'Enseignement : **Physique spécifique 3**
Enseignant responsable de l'UE : **HAMIDI Mahdi**
Enseignants responsables de la matière : **MEFTAH Ali**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours = 21 h ; TD= 21h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **42 h**

Nombre de crédits : **3** Coefficient de la matière : **3**

Objectifs de l'enseignement : *comprendre les interactions entre orbitales dans un système moléculaire*

Connaissances préalables recommandées : Mécanique quantique

Contenu de la matière :

Chapitre 1: Introduction à l'étude des molécules. Cas des molécules diatomiques

- Généralités sur les molécules diatomiques : Liaison ionique et liaison covalente. Description générale et ordres de grandeur. Approximation de Born-Oppenheimer
- Énergie de la molécule diatomique : Hamiltonien d'une molécule diatomique. Équation électronique. Équation de Schrödinger du mouvement nucléaire.

Chapitre 2: La molécule H₂⁺ (ion moléculaire)

- Prototype des molécules diatomiques.
- Résultats obtenus sur l'ion moléculaire H₂⁺ dans l'état électronique fondamental
- Diagramme de corrélation des orbitales moléculaires des molécules symétriques : Limite "atome uni". Limite "atomes séparés".

Chapitre 3 : la molécule H₂ et les molécules complexes

- Méthode des orbitales moléculaires.
- Méthode de liaison de valence.
- Comparaison des deux méthodes.
- Molécules complexes.
- Propriétés de symétrie des fonctions d'onde électroniques d'une molécule diatomique.
- Intersection des courbes de potentiels adiabatiques.

Chapitre 4 : Étude des mouvements nucléaires

- Vibration d'une molécule diatomique : Approximation harmonique. Oscillateur anharmonique. Exemple de potentiel anharmonique : potentiel de Morse.
- Rotation d'une molécule diatomique : Approximation du rotateur rigide. Écarts à l'approximation du rotateur.
- Allure générale des niveaux d'énergie et des spectres.

Chapitre 5 : Spectres moléculaires

Structure des niveaux. Transitions radiatives. Spectres de rotation pure. Spectres de vibration-rotation. Spectres électroniques.

Références:

E. Biemont. Spectroscopie moléculaire. Structures moléculaires et analyse spectrale (Edition De Boeck, 2008).

Intitulé de la matière : **Elaboration des Couches Minces**
Semestre 3

Unité d'Enseignement : **Physique méthodologique 3**
Enseignant responsable de l'UE : **BENBRAHIM Nassima**
Enseignant responsable de la matière : **BENBRAHIM Nassima**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 21 h ; TD= 00 h; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **21 h**

Nombre de crédits : **3** Coefficient de la matière : **3**

Objectifs de l'enseignement : Compréhension du principe de fonctionnement des nouvelles techniques de dépôt par voie physique et chimique à l'échelle atomique pour la réalisation de couches mince et l'intérêt de cette ingénierie de ces nouveaux matériaux artificiels. Savoir choisir la technique appropriée pour le dépôt d'une couche mince selon le cahier de charge imposée.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

I/Procédé d'élaboration par voie physique : Intérêt des couches minces et revêtement de surface ; propriétés des couches minces ; application des couches minces.

Les techniques de dépôt des couches minces : Pulvérisation par diode DC ; pulvérisation par triode ; pulvérisation par diode RF ; pulvérisation par magnétron ; pulvérisation réactive.

Techniques de dépôts physiques modifiées et hybrides : ion plating ; évaporation réactive ; techniques assistées par faisceaux d'ions IAD et IBS.

Evaporation thermique sous vide. Technique d'ablation Laser : caractéristiques, mécanismes physiques ; technique de dépôt.

II/Procédé d'élaboration par voie chimique : Réactions de transport chimiques, formation et croissance de germes, CVD et dépôt de couches diamants par plasma.

Applications : microélectronique, nanophotonique, ...

Mode d'évaluation : Contrôle continu et examen.

Référence :

[1]- Metals surfaces::*structure, energetics and kinetics*, édité par American Society of Metals, Metals Park Ohio, W. Robertson and N. Gjostein (1962).

[2]- M. Lanoo, P. Friedel, *Atomic and electronic structure of surfaces, Theoretical foundations*, Springer Series in Surface Science, Springer-Verlag (19991).

[3]- M. C. Dejonquères, D. Spanjaard, *Concepts in Surface Physics*, second edition, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg (1996).

Intitulé de la matière : **Simulations Numériques pour la Nano-Optique**
Semestre 3

Unité d'Enseignement : **Physique expérimentale et numérique 3**
Enseignant responsable de l'UE : **BENBRAHIM Nassima**
Enseignant responsable de la matière : **BELKHIR Abderrahmane**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 21 h ; TD= 00 h ; TP= 21h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **42 h**

Nombre de crédits : **3** Coefficient de la matière : **3**

Objectifs de l'enseignement : A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera capable d'utiliser un programme de calcul FDTD pour déterminer diverses grandeurs physique comme la structure de bandes de nanomatériaux et les grandeurs optiques et savoir les interpréter en vue d'expliquer des résultats expérimentaux.

Connaissances préalables recommandées : langage de programmation FORTRAN, Analyse numérique et connaissances fondamentales en électromagnétisme.

Contenu de la matière :

I/ Interaction lumière-matière dans l'environnement numérique

- 1/ Formulation du champ électromagnétique - équations de Maxwell
- 2/ Propriétés diélectriques du matériau et couplage EM
- 3/ Présentation des méthodes de différences finies
- 4/ Discrétisation spatiale et temporelle d'un champ EM
- 5/ Conditions aux limites

II/ Exemple de modélisation : Méthodes FDTD pour la simulation EM

- 1/ Schéma numérique FDTD à une dimension
- 2/ Schéma numérique FDTD à deux dimensions
- 3/ Conditions aux limites : a/ Conditions absorbantes
b/ Conditions de mur/ABC
c/ Perfectly Matched Layers (PML)

III/ Implémentations sur machine et visualisation: Fortran/Matlab

- 0/ Introduction à Matlab
- 1/ Illustration des algorithmes à une dimension
a/ propagation d'une onde EM dans l'espace libre
b/ interaction d'une onde EM avec un matériau diélectrique
c/ interaction d'une onde EM avec un matériau conducteur
- 2/ Mini-projet : Implémentation d'un code FDTD à 2 dimensions
a/ Description d'une impulsion laser incidente
b/ Maillage des propriétés diélectriques pour un milieu inhomogène
c/ Implémentation de différentes géométries et conditions d'irradiation
d/ Discussion des avantages/inconvénients des PML
- 3/ Simulation Particles-in-cell (PIC)

Mode d'évaluation : examen.

Références :

- Numerical Recipes in Fortran, W.H. Press, S.A. Teutolsky, W.T. Weterling, B.P. Flanner, Cambridge 1999.
- .Computational electrodynamics: The finite difference time domain method A. Taflov, Susan C. Hagness

Intitulé de la matière : **Rédaction scientifique**

Semestre 3

Unité d'Enseignement : **Rédaction scientifique**
Enseignant responsable de l'UE : **HAMIDI Mahdi**
Enseignant responsable de la matière : **HAMIDI Mahdi**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 21 h ; TD= 00 h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **21 h**

Nombre de crédits : **2** Coefficient de la Matière : **2**

Objectifs de l'enseignement : Acquérir les outils de rédaction de documents scientifiques (thèses, articles,...)

Connaissances préalables recommandées : Néant.

Contenu de la matière :

20. Articles et journaux scientifiques.
21. Structuration d'un article.
22. Rapports, mémoires et thèses.

Mode d'évaluation : Contrôle continu et examen final.

Intitulé de la matière : **Contrôle et concepts qualité**
Semestre 3

Unité d'Enseignement : **Contrôle et concepts qualité**
Enseignant responsable de l'UE : **HAMIDI Mahdi**
Enseignant responsable de la matière : **CHOUANE Rabah**
Nombre d'heures d'enseignement : **Cours= 21h ; TD= 00 h ; TP= 00 h**

Nombre d'heures de travail personnel pour l'étudiant : **21 h**

Nombre de crédits : **1** Coefficient de la Matière : **1**

Objectifs de l'enseignement :

Avoir des notions de gestion de qualité. Notion sur la normalisation. Analyse de la valeur d'un produit.

Connaissances préalables recommandées :

Notion d'économie et gestion d'entreprise

Contenu de la matière :

Gestion de la qualité :

Marchés, produits, entreprise, coûts. Définitions des différents concepts. Evolution de la qualité et ses méthodes. Analyse de la qualité. Contrôle des produits, des processus et des procédures. Assurance qualité. Indices qualité. Méthode des démérites. Missions et structure d'un service qualité. Niveaux et moyens d'intervention.

Contrôle :

Contrôle des produits : méthode de contrôle, contrôle exhaustif, contrôle statistique. Contrôle des processus. Contrôle des procédures. Aspects économiques du contrôle, certification et labels.

Communication :

Préparation, conduite et suivi des réunions : cercle de qualité. Information, documentation et formation.

Analyse de la valeur :

Concepts fondamentaux. Méthodologie. Mise en œuvre

Mode d'évaluation : Contrôle continu et examen final.

Références :

- J. F. Souterain, P. Farcet, « Organisation et gestion de l'entreprise », ed. Berti, 2007, ISBN 9961-69-124-5
- M. Darbelet, L. Izard, M. Scaramuzza, « Management », ed. Berti, 2007, ISBN 9961-69-128-8

