REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

HARMONISATION

OFFRE DE FORMATION MASTER

ACADEMIQUE

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université M'hamed Bougara Boumerdes	Faculté des sciences	Physique

Domaine : Sciences de la matière

Filière : Physique

Spécialité : Physique de la matière condensée

Année universitaire : 2016/2017

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مواءمة

عرض تكوين ماستر

أكاديمي

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة
الفيزياء	كلية العلوم	جامعة محمد بوقارة بومرداس

الميدان : علوم المادة

الشعبة : فيزياء

التخصص : فيزياء المواد المكثفة -الطبقات الرقيقة

السنة الجامعية: 2016-2017

SOMMAIRE

I - Fiche d'identité du Master ----------
1 - Localisation de la formation ----------
2 - Partenaires de la formation----------
3 - Contexte et objectifs de la formation----------
A - Conditions d'accès ----------
B - Objectifs de la formation ----------
C - Profils et compétences visées ----------
D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité ----------
E - Passerelles vers les autres spécialités ----------
F - Indicateurs de suivi de la formation ----------
G – Capacités d'encadrement----------
4 - Moyens humains disponibles----------
A - Enseignants intervenant dans la spécialité----------
B - Encadrement Externe ----------
5 - Moyens matériels spécifiques disponibles----------
A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements ----------
B- Terrains de stage et formations en entreprise ----------
C - Laboratoires de recherche de soutien au master----------
D - Projets de recherche de soutien au master----------
E - Espaces de travaux personnels et TIC ----------

II - Fiche d'organisation semestrielle des enseignement----------
1- Semestre 1 ----------
2- Semestre 2 ----------
3- Semestre 3 ----------
4- Semestre 4 ----------
5- Récapitulatif global de la formation ----------

III - Programme détaillé par matière ----------

IV – Accords / conventions ----------

I – Fiche d'identité du Master
(Tous les champs doivent être obligatoirement remplis)

1 - Localisation de la formation :

Faculté (ou Institut) : Faculté des sciences
Département : Département de physique

2- Partenaires de la formation *:

- autres établissements universitaires :

- entreprises et autres partenaires socio économiques :

- Partenaires internationaux :

* = Présenter les conventions en annexe de la formation

3 – Contexte et objectifs de la formation

A – Conditions d'accès *(indiquer les spécialités de licence qui peuvent donner accès au Master)*

Physique Fondamentale
Physique des Matériaux

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

Le développement des secteurs clés de l'économie, dans un contexte de compétition national et internationale, nécessite de plus en plus de pouvoir disposer de matériaux performants, conciliant des propriétés mécaniques, physiques et chimiques adaptées aux contraintes du secteur marchand. Ils doivent, par ailleurs pouvoir être mis en œuvre aisément, être stables également au cours du temps, peu polluants et recyclables, après usage, à moindre coût.
Maîtriser les procédés d'élaboration des matériaux, les adapter aux contraintes économiques, techniques et sociales sans cesse en évolution, représente à cet égard un enjeu industriel pour des secteurs de pointes tel que l'aéronautique, les télécommunications, l'électronique…
La pertinence d'utiliser tel ou tel matériau, nécessite donc aujourd'hui une parfaite connaissance des techniques d'analyse et de caractérisation afin de satisfaire aux cahiers des charges de plus en plus exigeants attendus par les fabricants et les utilisateurs.
D'autre part, cette formation vise à donner les connaissances scientifiques, techniques, économiques et méthodologiques permettant de mener des projets dans les secteurs de recherche et développement ainsi que de la mise en œuvre de matériaux pour les énergies nouvelles et la protection de l'environnement. On donnera aussi les bases nécessaires à la compréhension de toutes technologies et tous systèmes utilisés pour la production, la conversion, et le stockage de l'énergie. Une formation large dans tout le domaine des sciences est nécessaire : physico-chimie des matériaux et des procédés,

physique des semi-conducteurs et électronique, thermodynamique, informatique…. Une formation complémentaire est également nécessaire en langue technique de la communication. On abordera également le domaine des matériaux fonctionnalisés en couches minces.

C – Profils et compétences métiers visés *(en matière d'insertion professionnelle - maximum 20 lignes) :*

Cette formation outre sa complémentarité aux filières déjà existantes, s'inscrit parfaitement dans un processus de qualification approprié à l'insertion du jeune diplômé sur le monde du travail.
Les domaines visés par cette spécialité sont :

- Les industries des semi conducteurs, des matériaux composites, l'optique etc.
- Recherche et développement dans le domaine des matériaux.
- Les laboratoires de contrôle des matériaux
- Les métiers d'enseignement dans le technique.

D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité des diplômés

Les étudiants pourront prétendre aux différentes carrières des métiers dans les sciences des matériaux :

- Laboratoires de recherches
- Entreprise de développement de nouveaux matériaux
- Enseignement, Recherche et Développement
- Laboratoires de contrôle technique des matériaux

E – Passerelles vers d'autres spécialités

Le Master proposé par le Département de Physique s'appuie sur un tronc commun qui occupe deux semestres réservés à l'enseignement des parcours physique des matériaux. Les passerelles concernent toute mention d'un diplôme de master ayant une dominante en physique des matériaux.

F – Indicateurs de suivi de la formation

Le coordinateur de la formation doit installer l'équipe pédagogique composée des responsables des différents types d'unités d'enseignements. Sa mission est de veiller, d'une part, à la mise en place et le suivi au bon déroulement des taches pédagogiques attribuées à chacun des intervenants dans cette formation ; et d'autres parts aux conditions d'examinassions de chaque matière dispensée.

Les séances de travaux pratiques seront programmées tous les 15 jours (3h/15).

Au semestre IV, l'étudiant effectue un du stage pratique, encadré (3heures/semaine) par un enseignant chercheur ou intervenant externe (entreprise, centre de recherche, laboratoire de recherche universitaire, département).

Le SIV (Le stage pratique, la préparation et soutenance du mémoire de fin d'études) est évalué à 30 crédits ; l'équivalent d'un semestre d'enseignements.

Le passage d'un semestre à un autre est régie par le règlement de la formation LMD.

Le titre du diplôme portera le nom du parcours suivi de la spécialité.

G – Capacité d'encadrement (donner le nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge)

15

4 – Moyens humains disponibles

A : Enseignants de l'établissement intervenant dans la spécialité :

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
Abaidia Saddik El Hak	DES : Physique du solide	Doctorat d'état physique du solide	Prof	C,TD,TP et Enc.	
Blizak Salah	Licence : Physique	Doctorat : Sciences des matériaux	MCA	C,TD,TP et Enc.	
Chalal Mohand	DES : Physique du rayonnement	Doctorat en physique de la matière condensée et du rayonnement	MCB	C,TD,TP et Enc.	
Dokhane Nahed	Maitrise : Physique	Doctorat : Physique des Semiconducteurs	MCA	C,TD,TP et Enc.	
Guerfi Tarek	DES : Physique du solide	Doctorat : Physique du solide	MCA	C,TD,TP et Enc.	
Kadi Ali	DES Physique : Mécanique des fluides	Magister : Physique des milieux ionisés	MAA	C,TD,TP et Enc.	
Khemici Wafik	DES : Physique des matériaux et composants	Doctorat en Physique des matériaux	MCA	C,TD,TP et Enc.	
Mezhoud Reda	DES : Physique du rayonnement	Doctorat : Physique théorique	MCA	C,TD,TP et Enc.	
Slimani Amel	DES : Physique des matériaux et composants	Doctorat en sciences et génie des matériaux	MCB	C,TD,TP et Enc.	
Ticembel El hadi	DES : Physique théorique	Doctorat : Physique théorique	MCB	C,TD,TP et Enc.	
Zabat Mokhtar	DES : Physique des matériaux et composants	Doctorat en Physique des matériaux	MCA	C,TD,TP et Enc.	
Zamoum Mohammed	DES : Physique énergétique et Mécanique des fluides	Doctorat :Génie Mécanique	MCA	C,TD,TP et Enc.	

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

B : Encadrement Externe :

Etablissement de rattachement :

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement

Etablissement de rattachement :

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement

Etablissement de rattachement :

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement

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

5 – Moyens matériels spécifiques 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 : URMPE

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Diffractomètre à Rayon X	01	Avec four in situ et option pour couches minces
02	Spectromètre à Fluorescence X	01	Option pour analyse des liquides et solides
03	Absorption atomique	01	Four et flamme
04	Four à induction	02	qlq grammes
05	Bâtie pour pulvérisation cathodique (Dépôt de couches minces par PVD)	01	Générateur radiofréquence (1400 W)
06	Dispositif pour melt-spinning	01	Pour les verres métalliques
07	Spectrophotométrie UV-VIS-IR	01	Gamme (1100 – 190 nm)
08	Microdurométre pénétrateur Vickers	01	[10 – 1000] g
09	Rugosimétre	01	Etat de surface
10	Polisseuse	01	Etat de surface
11	Dispositifs pour dépôts chimiques : par spray pyrolyse, dip coating, spin coating	03	Dépôts par la méthode sol gel

B- Terrains de stage et formation en entreprise :

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
URMPE	15	14j
CRNA	15	14j
UDTS	15	14J
CDTA	15	10J

C- Laboratoire(s) de recherche de soutien au master : URMPE

Chef du laboratoire : Benmounah Abdelbaki
N° Agrément du laboratoire
Date : Avis du chef de laboratoire :

Chef du laboratoire
N° Agrément du laboratoire
Date : Avis du chef de laboratoire:

D- Projet(s) de recherche de soutien au master :

Intitulé du projet de recherche	Code du projet	Date du début du projet	Date de fin du projet

E- Espaces de travaux personnels et TIC :

Il existe une salle de ressource de 150 m^2 (2700 ouvrages, 12 périodiques)

Un cyberspace (ADSL), est mis à la disposition des étudiants au niveau de la faculté des sciences et au niveau de la BC (serveur de l'UMBB).

Il existe un laboratoire de langues étrangères à la bibliothèque centrale.

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									
UEF1(O/P)									
Physique du solide 1	45	1	1			3	5	ETCD	ETLD
Mécanique quantique 1	67.5	2	1			3	5	ETCD	ETLD
UEF2(O/P)									
Microstructure et transformation de phase	45	1	1			2	4	ETCD	ETLD
Thermodynamique et physique statistique	45	1	1			2	4	ETCD	ETLD
UE méthodologie									
UEM(O/P)									
Physique des plasmas	45	1	1			2	5	ETCD	ETLD
Mathématiques pour la physique	45	1	1			2	4	ETCD	ETLD
UE découverte									
UED(O/P)									
Phénomènes des écoulements et transferts thermique dans la matière	45	1	1			2	1	ETCD	ETLD
UE transversales									
UET(O/P)									
Anglais scientifique 1	22.5	1				1	2		ETLD
Total Semestre 1	380	9	7	1		**17**	**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									
UEF1(O/P)									
Physique du solide II	45	1	1			2	5	ETCD	ETLD
Mécanique quantique II	67.5	2	1			2	5	ETCD	ETLD
UEF2(O/P)									
Physique statistique	45	1	1			1	4	ETCD	ETLD
Physique des Semi-conducteurs Approfondie	45	1	1			2	4	ETCD	ETLD
UE méthodologie									
UEM1(O/P)									
Méthodes numériques pour la physique et théorie des groupes	45	1	1			2	3	ETCD	ETLD
Physico-chimie de la matière	45	1	1			2	3	ETCD	ETLD
UEM2(O/P)									
Couches minces	45	1	1			2	3	ETCD	ETLD
UE découverte									
UED(O/P)									
Spectroscopie	45	1	1			2	1	ETCD	ETLD
UE transversales									
UET1(O/P)									
Anglais scientifique 2	22.5	1				2	2		ETLD
Total Semestre 2						**17**	**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									
UEF1(O/P)									
Surfaces et interfaces	45	1	1			3	6	ETCD	ETLD
Matériaux diélectriques	45	1	1			3	6	ETCD	ETLD
UEF2(O/P)									
Technologie des composants	45	1	1			3	6	ETCD	ETLD
UE méthodologie									
UEM1(O/P)									
Propriétés et caractérisation des couches minces	45	1	1			2	3	ETCD	ETLD
Méthodes numériques et programmation appliquée à des problèmes physiques	45	1	1			2	3	ETCD	ETLD
UEM2(O/P)									
Spectroscopie et méthodes d'analyses	45	1	1			2	3	ETCD	ETLD
UE découverte									
UED1(O/P)									
Mécanique de contact-application aux couches minces	45	1	1			1	1	ETCD	ETLD
UE transversales									
UET1(O/P)									
Anglais (communication scientifique	22.5	1				1	2		ETLD
Total Semestre 3						**17**	**30**		

4- Semestre 4 :

Domaine : Sciences de la matière
Filière : Physique
Spécialité : Physique des matériaux-Couches Minces

Le semestre S4 est réservé à un stage pratique ou un travail d'initiation à la recherche, sanctionné par un mémoire et une soutenance (crédits : 30)

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel			
Stage en entreprise	337.5	15	30
Séminaires			
Autre (préciser)			
Total Semestre 4	337.5	15	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	UED	UET	Total
Cours					
TD					
TP					
Travail personnel					
Autre (préciser)					
Total					
Crédits					**120**
% en crédits pour chaque UE					

III - Programme détaillé par matière

(1 fiche détaillée par matière)

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 1*
Intitulé de l'UEF1 :
Intitulé de la matière : Physique du solide 1
Crédits : 3
Coefficients :5

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Physique du solide approfondie,
Symétrie et représentation cristalline du solide
Notions de base sur la théorie des groupes

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Cristallographie
Physique du solide

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

I-Ordre de l'état cristallin

Portée de l'ordre
Ordre à courte portée
Ordre à longue portée
Structures cristallines périodiques
Structures ordonnées non périodiques
Matériaux dans un état d'ordre intermédiaire
Les polymères
Les cristaux liquides

II La symétrie

Symétrie d'orientation

Définition
Les rotations discrètes
L'inversion
Représentation géométrique: la projection stéréographique
Groupes Ponctuels
Définition
Nomenclature

Symétrie de position

Translation
Composition avec les symétries d'orientation
Réflexions à glissement

Rotations hélicoïdales

III Réseau cristalin

Réseau

Définition
Notion de maille
Maille Primitive et Maille Multiple
Calculs dans la maille
Cellule de Wigner-Seitz
Notion de Rangées et de plans réticulaires
Rangées réticulaires
Plans réticulaires
Symétries interdites
Classification des réseaux
Classes de symétrie
Systèmes de Bravais
Réseaux de Bravais

Cristal et Structure

Définition
Symétrie et Groupe d'espace
Définition et nomenclature
Détermination du groupe d'espace
Systèmes cristallins
Tables internationales

Réseau réciproque

Définition
Relation avec le réseau direct
Plans réticulaires
Normale aux plans et distance interéticulaire
Densité de noeuds
Rangées réticulaires
Distances interéticulaires et volume de maille
Zones de Brillouin
Construction des zones de Brillouin

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*

c. Kittel,
A. Brousseau,…

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces
Semestre *: 1*
Intitulé de l'UEF1 :
Intitulé de la matière : Mécanique quantique 1
Crédits : 3
Coefficients :5

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Notions de base de la mécanique quantique

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Mécanique classique,
Analyse
Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

chap. 1 : Introduction a la mécanique quantique.
- Equation de Schrödinger
- Formalisme de Dirac
- Postulats de la mécanique quantique
- Oscillateur harmonique
- Atome d'hydrogène

chap. 2 : Théorie de moment cinétique.
- Introduction
- Moment cinétique orbital
- Moment cinétique de spin
- Moment cinétique total.
- Composition de deux moments cinétique, coefficients de Clebsh-Gordon, symbole ''3j '' de Wigner.
- Composition de trois et quatre moments cinétiques, coefficients ''6j'' et ''9j'' de Wigner

chap. 3 : Symétrie en mécanique quantique.
- Opérateur linéaire.
  - Rotation
  - Translation
  - Réflexion d'espace, parité
- Opérateur anti-linéaire
  - Conjugaison complexe
  - Renversement du sens du temps
- Opérateur tensoriel et théorème de Wigner-Eckart.
- Lois d'invariance

Chap. 4 : Méthodes d'approximation.
- Perturbations stationnaires

- Méthodes variationnel
- Perturbation dépendant du temps et règle d'Or de Fermi

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*

C. Tanoudji
A. Messiah,…

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 1*

Intitulé de l'UEF2 :

Intitulé de la matière : Microstructure et transformation de phase

Crédits : 4

Coefficients :1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Pour pallier aux problèmes de vision dans l'espace rencontrés par de nombreux étudiant, l'étude de la cristallographie s'appuie sur la projection stéréographique. Des exercices de longueurs et de difficultés variées illustrent les points délicats du cours. Afin d'obliger l'étudiant à fournir un travail personnel pour la résolution des problèmes.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Crystallographie,

Physique du solide

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

1. Introduction **:**

- Quelques rappels et approfondissements: l
- Longueur de diffusion,
- facteur de structure,
- facteur Debye-Waller,
- diffusion anomale,

2. **Chapitre 1 :**

- sphère d'Ewald et ses applications,
- conformation absolue,
- loi de Friedel et structures non centrosymétriques
- - Résolution des structures :
- collection des données, réduction (correction) des données,
- méthode de Patterson, méthodes directes,

3. **Chapitre 2**

- structures modulées,
- structures magnétiques,
- cristaux maclés,
- affinement des structures (ordinateur),
- - Appareillage (rayons-X et neutrons) :
- sources, monochromateurs,
- détecteurs,
- définition du faisceau et résolution,
- alignement et orientation d'un cristal sur un diffractomètre,
- comment collecter correctement des données

4. **Chapitre 3 :**

- Transition de phases :
- transformation de maille,
- relation des éléments de symétrie (groupe-sous groupe)
- - Exploitation des données structurales :
- calcul des erreurs,
- distances inter-atomique, angles de liaisons, etc.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*

- **Jean- Jacques Rousseau :** Cristallographie géométrique et radiocristallographie, (cours et exercices corrigés) 2eme *cycle. Ecoles d'ingénieurs, Ed. Dunod, Paris, 2000*
- **Pierre Papon, Jaques Leblond, Paul H.E.Meijer** *:* Physique des transitions de phases (concepts et applications- cours et exercices corrigés- 2eme cycle. Ecoles d'ingénieurs, *Ed. Dunod, Paris, 1999*

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces
Semestre *: 1*
Intitulé de l'UEF2 :
Intitulé de la matière : Thermodynamique et physique statistique
Crédits : 4
Coefficients :é

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

RAPPEL DE LA THERMODYNAMIQUE ET INTRODUCTION DE LA PHYSIQUE STATISTIQUE, ENSEMBLES STATISTIQUES, APPLICATIONS

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Thermodynamique,
Analyse
Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

Chap. 1 : Thermodynamique et physique statistique:
- Fonctions thermodynamiques
- Ensembles statistiques
- Fonctions de corrélations
- Réponse linéaire
- Théorème fluctuation-dissipation.

chap. 2 : Introduction aux transitions de phase discontinues:
- Gaz sur réseau
- Solutions binaires
- Décomposition spinodale
- Nucléation

Chap. 3 : Théorie de Landau des transitions de phase:
- Paramètre d'ordre
- Transitions continues et discontinues.

Chap. 4 : Fonctionnelle de Ginzburg-Landau-Wilson:
- Volume de cohérence
- Fluctuations gaussiennes.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*
Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %
Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*

- OUHAS

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 1*

Intitulé de l'UEM :

Intitulé de la matière : Physique des plasmas

Crédits : 3

Coefficients :5

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Notions de base sur la physique des plasmas

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Physique atomique

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

1- INTRODUCTION

- Les plasmas dans la nature
- Définition d'un plasma: Concept de température. Fréquence d'oscillation propre d'un plasma. Longueur de Debye et effet d'écran. Paramètre plasma.
- Classification des plasmas: Plasmas classiques. Plasmas relativistes. Plasmas quantiques ou dégénérés.
- Plasmas chauds et denses et leur application pour la fusion: Confinement inertiel. Confinement magnétique

Chapitre 2- MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP ELECTROMAGNETIQUE

- E et B uniformes ; E et B non uniformes et variables dans le temps
- Les invariants adiabatiques ; Piège magnétique

Chapitre 3- THEORIE FLUIDE DES PLASMAS

- Equation de conservation
- Fréquence de collisions électrons-ions ; Logarithme Coulombien
- Les coefficients de transport
- Applications : Propagation des ondes dans les plasmas

Chapitre 4- THEORIE CINETIQUE DES PLASMAS

- Equation de Liouville, fonction de distribution
- Equation cinétique
- Equation de transport
- Applications : effet Landau, onde plasma

Chapitre 5- ONDES ET OSCILLATIONS DANS LES PLASMAS

- Oscillations de plasmas
- Ondes acoustiques ioniques
- Relation de coupure et résonance
- Onde d'Alfen, onde magnétique

- Amortissement de Landau

Chapitre 6- DIFFUSION ET RESISTIVITE DES PLASMAS

- Plasmas faiblement ionisé
- Plasma complètement ionisé
- Conductivité d'un plasma
- Diffusion dans un champ B et équations MHD

Chapitre 7- Les applications industrielles des plasmas

- Dépôt, Gravures, Découpes, ect

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 1*
Intitulé de l'UEM :
Intitulé de la matière : Mathématiques pour la physique
Crédits : 3
Coefficients :5

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Calculs mathématiques

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Analyse mathématiques

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

1 :. Calcul tensoriel

Notion de variété
Transformations de coordonnées
Tenseurs contravariants. Tenseurs covariants. Tenseurs mixtes.
Algèbre tensorielle
Courbes. Espace tangent. Champ de vecteurs comme opérateur.

2 Calcul variationnel

Equation d'Euler-Lagrange.
Généralisation à n variables.
L'action dépend des dérivées d'ordre n.
L'action dépend de plusieurs variables indépendantes.
Les multiplicateurs de Lagrange.

3 Equations différentielles.

Equations différentielles simples. Interprétation géométrique.

Equations non linéaires.

4 Fonctions spéciales.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces
Semestre *: 1*
Intitulé de l'UED :
Intitulé de la matière : Phénomènes des écoulements et transferts thermiques et de la matière
Crédits : 1
Coefficients :1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Notions de base sur les phénomènes de transfert thermique et de masse. Techniques de calculs d'ordres de grandeur.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Mécanique classique
Analyse mathématiques

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

Chapitre I : Introduction aux transferts thermiques

I. 1 Introduction
I. 2 Définitions
- I. 2.1 Champ de température
- I. 2.2 Gradient de température
- I. 2.3 Flux de Chaleur

I. 3 Formulation d'un problème de transfert de chaleur
I. 4 Expression des flux d'énergie
- I. 4.1 Conduction
- I. 4.2 Convection
- I. 4.3 Rayonnement
- I. 4.4 Stockage d'énergie
- I. 4.5 Génération d'énergie

Chapitre II : Transfert de chaleur par conduction

II. 1 Equation de la chaleur
II. 2 Conditions aux limites
- II. 2.1 Condition frontière de Dirichlet, Température imposée
- II. 2.2 Condition frontière de Neumann, flux imposé
- II. 2.3 Condition frontière de Neumann, flux nul imposé
- II. 2.4 Condition frontière de convection, h et T_∞ imposés

II. 3 Conduction en régime permanent (Transfert unidirectionnel)
- II. 3.1 Mur simple

II. 3.2 Mur multicouches
II. 3.3 Mur composite
II. 3.4 Cylindre creux long (tube)
II. 3.5 Cylindre creux multicouches
II. 4 Conduction en régime permanent avec sources de chaleur
II. 5 Conduction unidirectionnelle en régime variable

Chapitre III : Rayonnement Thermique

III. 1 Introduction
III. 2 Spectre électromagnétique
III. 3 Propriétés et Définitions
III. 3.1 Absorptivité, réflectivité, et transmissivité
III. 3.2 Grandeurs radiatives
III. 3.2.1 Puissance émissive(Emittance) totale
III. 3.2.2 Irradiation (L'éclairement)
III. 3.2.3 Radiosité
III. 3.3 Surfaces spéculaires et surfaces diffuses
III. 3.4 Intensité du rayonnement
III. 4 Rayonnement du corps noir
III. 4.1 Emittance d'un corps noir
III. 4.2 Distribution spectrale de corps noir
III. 5 Surfaces Réelles et le Corps Gris
III. 5.1 L'émissivité
III. 5.2 Loi de Kirchhoff
III. 5.3 L'approximation du corps gris
III. 6 Echanges radiatifs : Surfaces Noires
III. 6.1 Facteur de forme
III. 6.2 Propriétés du facteur forme
III. 6.2.1 Subdivision de la surface réceptrice
III. 6.2.2 Subdivision d'une surface émettrice
III 6.2.3 Propriété des cavités
III. 6.2.4 Théorème de Réciprocité
III. 6.3 Echanges radiatifs dans une Cavité Noire
III. 7 Échanges radiatifs : surfaces grises
III. 7.1 Relations d'échanges radiatifs : Représentation en réseau
III. 7.2 Résistance radiative spatial
III. 7.3 Bilan énergétique au nœud J_i
III. 7.4 Cavité composée de Deux Surface
III. 7.5 Ecrans protecteurs

Chapitre IV : Transfert de chaleur par Convection

IV. 1 Définitions
IV. 1.1 Convection libre ou naturelle
IV. 1.2 Convection forcée
IV. 1.3 Régime d'écoulement
IV.2 Expression du flux de chaleur
IV.2.1 Couche limite dynamique et thermique

IV.2.2 Coefficient de transfert de chaleur par convection
IV.2.3 Estimation du coefficient de convection
IV.3 Calcul du flux de chaleur en convection forcée
IV.3.1 Ecoulements externes : l'exemple de la plaque plane
IV. 3.1.1 Couche limite laminaire
IV.3.1.2 Couche limite turbulente
IV.3.2 Ecoulements internes : l'exemple d'écoulement dans un tube..
IV.3.2.1 Cas d'un flux de chaleur constant
IV.3.2.2 Cas d'une paroi à température constante
IV.4 Convection naturelle
IV.4.1 Mécanisme de la convection naturelle
IV.4.2 Calcul du flux de chaleur lors de la convection naturelle

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 1*
Intitulé de l'UET :
Intitulé de la matière : Anglais scientifique 1
Crédits : 2
Coefficients :2

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Parmi les langues étrangères, l'anglais devient de nos jours un outil de transfert de technologique. La langue anglaise nous permet de réduire le retard dans le développement des sciences et technologies. Elle s'impose d'elle-même pour faire progresser l'étudiant dans son travail de recherche bibliographique. Le programme est pour les trois semestres

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*
Eléments de base de la langue anglaise

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

1- Compréhension orale
- comprendre une conversation ou présentation simple à caractère technique
- comprendre des consignes à caractère technique
- comprendre des expressions mathématiques simples

2- Compréhension écrite
- lire un texte technique élémentaire
- repérer des informations dans un document technique simple
- comprendre des consignes techniques simples

3- Expression orale
- faire une présentation simple à caractère technique
- transmettre des informations à caractère scientifique et technique
- résumer ou reformuler un document technique oral élémentaire

4- Expression écrite
- rédiger un compte-rendu simple d'un document technique, oral ou écrit
- décrire un objet technique simple
- rédiger une notice technique simple

Mode d'évaluation :
Examen final, exposé.

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces
Semestre *: 2*
Intitulé de l'UEF1 :
Intitulé de la matière : Physique du solide II
Crédits : 3
Coefficients :5

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Physique du solide approfondie,
Théorie des bandes
Densité d'état

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Physique du solide 1

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

Chapitre 1 : Rappels sur la mécanique quantique

Chapitre 2 : La mécanique quantique

Chapitre 3 : Statistique quantique

Chapitre 4 : Vibration dans les cristaux

Chapitre 5 : Bandes d'énergies dans les cristaux parfaits

Chapitre 6 : Phénomènes de transports

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*
Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*
c. Kittel,

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 2*
Intitulé de l'UEF1 :
Intitulé de la matière : Mécanique Quantique II
Crédits : 3
Coefficients :5

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Méthodes perturbatives
Méthodes d'approximations
Théorie de la diffusion

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Mécanique Quantique *1*

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

Chapitre. 1 : Théorie de diffusion

- Diffusion élastique dans un champ central
- Méthode des déphasages et théorème optique
- Approximation de Born
- Equation de Lippmann-Schwinger
- Opérateur de transition, matrice T, matrice S
- Diffusion nucléon-nucléon
- Cas de voies couples et diffusion inélastique
- Fonction de Jost, théorème de Levinson
- Opérateur de M∅ller

Chapitre. 2 : Particules identiques

- Introduction
- Symétrisation de la fonction d'onde
- Opérateurs de permutation
- Système a un nombre quelconque de particules identiques
- Postulat de symétrisation
- Principe d'exclusion de Pauli
- Système de particule identique sans interaction, statistique de Fermi-Dirac, statistique de Bose-Einstein
- Gaz de Fermi

Chapitre. 3 : Systèmes de particules en nombres variables

- Formalisme de la seconde quantification
- Opérateur de création et d'annihilation
- Opérateur Champ

- Représentation des opérateurs
- Transformation linéaire des états
- Particules et trous
- Théorème de Wick

Chapitre 4 : Application

- Introduction a la théorie de Hartree-Fock
- Introduction a la théorie de BCS et supraconductivité

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc…(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*

C. Tanoudji
A. Messiah

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 2*
Intitulé de l'UEF2 :
Intitulé de la matière : Physique statistique
Crédits : 1
Coefficients :4

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Physique statistique approfondie, application aux sciences des matériaux

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Thermodynamique et physique statistique

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

Chapitre. 1 : Lois d'échelle et groupe de renormalisation:
- Exposants critiques
- Points fixes et universalité.

Chapitre. 2 : Introduction à la physique des polymères:
- Chaîne idéale
- Volume exclus; théorie de Flory.

Chapitre. 3 : Statistiques quantiques:
- Bosons et Fermions
- Condensation de Bose-Einstein.

Chapitre. 4 : Mouvement brownien dans un potentiel:
- Equation de Fokker-Planck
- Problème de Kramers

Mode d'évaluation :
Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 2*
Intitulé de l'UEF2 :
Intitulé de la matière : Physique des semi-conducteurs approfondi
Crédits : 2
Coefficients :4

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Principe et application de la physique des semiconducteurs

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Physique du solide
Physique des semiconducteurs

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

Chapitre I : Chapitre Rappel (Théorie des jonctions et interfaces)

- Jonction p-n et contact Métal-Semiconducteur
- Interfaces Métal-Oxyde-Semiconducteur.
- Application : Cellules solaires, photodiodes, transistor bipolaire, transistor à effet de champ.

Chapitre II : Interaction rayonnement matière dans les semi-conducteurs

- Règle d'or de Fermi pour le calcul du temps de transition.
- Absorption, émission spontanée et stimulée.
- Les quasi-niveaux de Fermi.
- Temps de vie radiatif et non radiatif.
- **L' Electroluminescence.**

Chapitre III : Hétérostructures à puits quantiques

- Les Semi-conducteurs binaires et ternaires (III-V(GaAs), II-VI(CdTe,CdSe), IV-VI(GaSe,SnS), GaInAs,…).
- Théorie des bandes d'énergies :
  - Fonction enveloppe et théorie KP.
  - Hamiltonien de Ben Daniel-Duke.
- Hétérostructures contraintes.
- Notion de l'épaisseur critique de la couche épitaxiée.
- Energie de confinement des porteurs.
- Propriétés optique et phénomène de transport.

- Application : Diodes laser à puits quantique.

Chapitre IV : Caractérisation optique et électronique des semi-conducteurs en couches minces :

- Photoluminescence.
- Spectroscopie Raman.
- Effet Hall.

Mode d'évaluation :
Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 2*
Intitulé de l'UEM1 :
Intitulé de la matière : Méthodes numériques pour la physique et théorie des groupes
Crédits : 3
Coefficients :1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Application des méthodes de minimisation et de résolutions pour la physique des matériaux.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Calcul et analyse numérique

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

1 : Généralité et classification des équations aux dérivées partielles

2 : Méthodes de différences finies

3 : Méthodes des volumes finis

4 : Méthodes des éléments finis

5 : Méthodes spectrales

6 : Les représentations des groupes
7 : Applications de la théorie des groupes

Mode d'évaluation :
Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces
Semestre *: 2*
Intitulé de l'UEM1 :
Intitulé de la matière : Physico-chimie des Matériaux
Crédits : 3
Coefficients :2

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Théorie et application sur les états et stabilité des matériaux

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Physique et chimie de la matière
Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

I. GENERALITES
   A. *Les liaisons chimiques*
   B. *Etats de la matière*
   C. *Diagrammes d'équilibre et règle des phases*

II. SOLIDIFICATION DES SUBSTANCES
   1. *Corps chimiquement pur (élément ou composé défini) :*
      - *Surfusion :*
   2. *Mélange de deux composants (éléments ou composés) «Alliage binaire» :*
      - *Principaux types de diagrammes d'équilibre binaires*
      - *Solution solide (système isomorphe)*
      - *Miscibilité partielle :*
      - *Règle de bras de leviers (segments inverses)*

III. *CHANGEMENTS DE PHASES ET STABILITE DES MATERIAUX*
A. *Enthalpie H*
B. *Entropie S*
   1. *Entropie de configuration*
   2. *Entropie de vibration*
C. *Energie libre G et critère de stabilité*
   - *Equation de Clausius-Clapeyron*
D. *Processus réversibles et irréversibles « Métastabilité »*
E. *Ordre des transitions de phases*
F. *Théorie cinétique des transformations des phases*
   1. *Germination homogène & hétérogène*

2. Cinétique de germination

IV. *PHYSICO-CHIMIE DES SURFACES DE MATERIAUX*

A. Physi- et Chimi-Sorption

B. Propriétés physico-chimique des surfaces

B.1 Structures chimiques & Réactivité des surfaces

B.2 Propriété mécanique & Résistance à l'usure

B.3 Propriétés électroniques (densité d'états, pièges, courbure de bande des surfaces de semi-conducteurs)

B.4 Propriétés électrochimiques & Résistance à la corrosion

Mode d'évaluation :
Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 2*
Intitulé de l'UEM2 :
Intitulé de la matière : Couches Minces
Crédits : 3
Coefficients :2

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Bases physique des surfaces et des techniques d'élaboration des couches minces

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Physique du solide I,
Physique statistique I

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

Chapitre 1 : Introduction et description des différents types de couches minces
Chapitre 2 : Revue des techniques de fabrication des couches minces
Chapitre 3 : Physique et technologie des plasmas pour les couches minces

- Introduction à la physique des plasmas de dépôts
- Diagnostic des plasmas (mesures des températures et des pressions)

Chapitre 4 : Optique des couches minces

- Conception des systèmes optiques
- Concepts avancés (multicouches)
- Métrologie des couches optiques

Chapitre 5 : Propriétés mécaniques des couches minces

- Propriétés élasto-plastiques des couches minces
  - Rappels sur les propriétés mécaniques
  - Nano-indentation résolue en profondeur
  - Couches minces nano-composites super- et ultra-dures
- Propriétés tribologiques des couches minces et leurs applications

Mode d'évaluation :
Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 2*
Intitulé de l'UED :
Intitulé de la matière : Spectroscopie
Crédits : 1
Coefficients :1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Ce cours permet la compréhension de la structure de la matière du point de vue constitution chimique et les mécanismes d'interaction rayonnement-matière d'une part, et d'autre part ce cours est nécessaire dans l'étude des techniques expérimentales dédiées à la spectroscopie atomique et moléculaire.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Mécanique quantique I et II, physique atomique et moléculaire, analyse mathématique et théorie des groupes, physique statistique.

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

Chapitre 1 : Rappels, théorie de Bohr, moments cinétiques, spin électronique et moments magnétiques dans le cas des atomes hydrogénoïdes

- Observations expérimentales des spectres d'émission et d'absorption des atomes description empirique
- Théorie de Bohr
- Insuffisances de la théorie de Bohr
- Le moment angulaire de l'atome
- Le moment magnétique dipolaire orbital de l'électron
- Le moment de spin
- Le moment magnétique de spin
- Le moment cinétique total de l'électron
- Le moment magnétique total de l'électron
- Structure fine
- Règles de sélection pour l'émission et l'absorption de lumière. Intensité des raies spectrales

Chapitre 2 : Niveaux d'énergie des métaux alcalins

- Modèle de l'électron de valence
- Série spectrales des métaux alcalins

Chapitre 3 : Atomes à plusieurs électrons

- Les systèmes à particules identiques, Principe de Pauli ou principe d'exclusion
- Atome à plusieurs électrons
- Approximation du champ central

Chapitre 4 : Interaction atome-rayonnement électromagnétique

- Transition radiative : absorption, émission spontanée et émission stimulée (coefficients d'Einstein et Equation du bilan).
- Interaction entre atome et radiation :
    - transition dipolaire électrique
    - transition dipolaire magnétique et quadripolaire électrique
- Probabilité de transition
- Force de raie et force d'oscillateur
- Durée de vie radiative
- Rapport de branchement

Chapitre 5 : Structure Hyperfine des raies

Action d'un champ magnétique

- Moment magnétique du noyau
- Effet Zeeman normal
- Effet Zeeman anormal
- Effet Paschen-Back
- Triplet de Lorentz
- Polarisation
- La résonance magnétique
- Précession de Larmor

Action d'un champ électrique

- Effet Stark quadratique
- Composante Stark
- Effet Stark linéaire

Chapitre 6 : élargissement d'une raie spectrale

- Elargissement naturel
- Elargissement Doppler
- Elargissement par collision

Partie 2 : Spectroscopie moléculaire

Chapitre 7 : rappel et complément de spectroscopie d'une molécule diatomique

- Rayonnement électromagnétique et niveaux d'énergie d'une molécule.
- Spectre de rotation des molécules diatomiques : rotateur rigide et non rigide - Niveaux d'énergie, fonctions propres, règles de sélection.
- Spectre de vibration des molécules diatomiques : oscillateur harmonique et anharmonique- Niveaux d'énergie, fonctions propres, règles de sélection.
- Spectre de rotation - vibration des molécules diatomiques : branche R et P. Symétrie des niveaux de rotation des molécules homopolaires ; influence des spin nucléaires ; effet isotopique
- Effet Raman de rotation et de vibration des molécules diatomiques : Raies Stokes et anti-Stokes ; règles de résolution ; polarisation des raies Raman. Comparaison du spectre Raman et du spectre d'absorption infrarouge.
- Spectre électronique des molécules diatomiques : structure vibrationnelle et rotation des transitions électroniques. Branches R P et Q. Intensité des bandes électroniques. Principe de Franck–Condan.

Chapitre 8 : spectroscopie d'une molécule polyatomique

- **Elément de Théorie des groupes :** Eléments et opération de symétrie. Groupes ponctuels de symétrie. Nomenclature des groupes ponctuels de symétrie. Représentation des groupes de symétrie. Caractères des représentations irréductibles d'un groupe. Table de caractères.

- **Molécules polyatomiques**
  - Spectre de rotation des molécules linéaires, sphériques, symétriques et asymétriques. Niveaux d'énergie : symétrie et dégénérescence des niveaux de rotation. population des niveaux de rotation ; spectre d'absorption infrarouge de rotation ; règles de sélection. Spectre Raman de rotation ; règles de sélection.
  - Spectre de vibration des molécules polyatomiques : mode normaux de vibration : énergie et fonction d'onde des niveaux de vibration ; dégénérescence des modes de vibration ; symétrie des modes de vibration ; application aux différents groupes de symétrie ; vibration anharmonique et interaction des modes de vibration ; effet isotopique ; spectre de vibration infrarouge ; règles de sélection ; raies de combinaison ; spectre Raman de vibration ; polarisation des raies.

Mode d'évaluation :
Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 2*
Intitulé de l'UET :
Intitulé de la matière : Anglais scientifique 2
Crédits : 1
Coefficients :1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Parmi les langues étrangères, l'anglais devient de nos jours un outil de transfert de technologique. La langue anglaise nous permet de réduire le retard dans le développement des sciences et technologies. Elle s'impose d'elle-même pour faire progresser l'étudiant dans son travail de recherche bibliographique. Le programme est pour les trois semestres

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*
Eléments de base de la langue anglaise

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

1- Compréhension orale
- comprendre une conversation ou présentation simple à caractère technique
- comprendre des consignes à caractère technique
- comprendre des expressions mathématiques simples

2- Compréhension écrite
- lire un texte technique élémentaire
- repérer des informations dans un document technique simple
- comprendre des consignes techniques simples

3- Expression orale
- faire une présentation simple à caractère technique
- transmettre des informations à caractère scientifique et technique
- résumer ou reformuler un document technique oral élémentaire

4- Expression écrite
- rédiger un compte-rendu simple d'un document technique, oral ou écrit
- décrire un objet technique simple
- rédiger une notice technique simple

Mode d'évaluation :
Examen final, exposé

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 3*
Intitulé de l'UEF :
Intitulé de la matière : Surfaces et interfaces
Crédits : 6
Coefficients :3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Etude de la physico-chimie des surfaces et des interfaces et de leur réactivité.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*
Couches minces, physico-chimie des matériaux

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

Chapitre 1 :Interfaces, films et membranes

- Géométrie et énergétique des surfaces : aire, courbures, tension superficielle
- Énergies libres des interfaces et des films
- Étude du profile d'une interface par l'approche de Ginzburg-Landau
- Structures de quasi-équilibre : courbure moyenne constante
- Fluctuations dans l'approximation harmonique
- Effets non linéaires : facettage, transition rugueuse

Chapitre 2 : Systèmes moléculaires organisés aux interfaces,

Chapitre 3 : Capillarité et mouillage

- Tension interfaciale :
    - définition
    - loi de Laplace
    - méthodes de mesure de tensions superficielles
- Contact entre un liquide et un solide : mouillage
    - paramètre d'étalement
    - loi de Young-Dupré
    - Mesure d'angle de contact
    - énergie de surface, critère de Zisman

- influence des hétérogénéités de surface

Chapitre 4 :Films de Langmuir à l'interface eau-air

- Molécules amphiphiles
- Films de Langmuir
  - propriétés thermodynamiques : pression de surface, aire moléculaire
  - diagramme de phases 2d des acides gras

- Caractérisation des films de Langmuir
  - microscopie de fluorescence
  - microscopie à l'angle de Brewster
- Transfert des films de Langmuir sur substrat solide

Mode d'évaluation :

Examen Ecrit : 1/3 ;
Contrôle continu :1/3;
Oral : 0 %

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 3*
Intitulé de l'UEF :
Intitulé de la matière : Matériaux diélectriques
Crédits : 6
Coefficients :3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Bases physique des matériaux diélectriques et de leurs comportements

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*
Physique du solide I, Physique statistique
Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

chapitre 1 : Polarisation electrique.

- Introduction et définition des diélectriques
- Polarisation diélectrique
- Diélectriques polaires et non polaires.
- Type de polarisation (électronique, ionique, macroscopique…)

Chapitre 2 : Grandeur caractéristique des milieux diélectriques

- Permittivité diélectriques complexe
- Pertes diélectriques
- Théorie statistique des dipôles : (théorie de langevin)
- Relaxation dipolaire
- Susceptibilité électriques
- Diélectriques non linéaire
- Milieux anisotropes et non-linéaires

Chapitre 3 : propriétés diélectriques

- Ferroélectricité
- Piézoélectricité
- Electrets :
- Pyroélectricité

Chapitre 4 : Caractéristiques Physique De quelques matériaux diélectriques

- Les céramiques
- Les Polymères
- Les Verres

Chapitre 5 : Fonctionnalisation des Matériaux diélectriques

Mode d'évaluation :

Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Références :

Chems Eddine CHITOUR : Physico – chimie des surfaces**,** 2eme édition augmentée, office des publications universitaires, 2004

Dervichian : Agent de surface, émulsionnants, mouillants (technique de l'ingénieur) –Paris France

Fripiat : Chimie physique des phénomènes de surfaces, Ed Masson- Paris 1971

Boudart : Cinétique des réactions - catalyse hétérogène, Ed. Masson 1982

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 3*
Intitulé de l'UEF2 :
Intitulé de la matière : *Technologie des composants*
Crédits : 6
Coefficients :3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Technologie de l'élaboration et de la caractérisation des composants électroniques.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*
Physique du solide, Physique du semiconducteur, Couches minces
Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

Chapitre 0 : Transistor MOS & Circuits Intégrés
Chapitre 1 : Etapes technologiques : du sable siliceux aux salles blanches
Chapitre 2 : Oxydation thermique
Chapitre 3 : Dépôt d'isolants et oxydes enterrés
Chapitre 4 : Dopage (Diffusion, Implantation ionique)
Chapitre 5 : Métallisation (traditionnelle, Procédé Damascène)
Chapitre 6 : Lithographie (optique, électronique)
Chapitre 7 : Matériaux de grille « High-k » - Miniaturisation des MOS
Chapitre 8 : Principe de fonctionnement et Caractéristiques électriques d'un transistor MOS
- Rappels sur la physique des semi-conducteurs (semi-conducteur extrinsèque, jonction PN, phénomènes de transport)
- MOS comme composant analogique passif (résistance, inductance, capacité)

Chapitre 9 : Circuits CMOS (portes logiques, inverseurs, Amplificateur opérationnel, Convertisseurs (CAN, CNA), capteurs d'image)
Chapitre 10 : Test électrique des circuits MOS (test fonctionnels, paramétriques et dynamiques)
- Extraction de paramètres caractéristiques
- Test sous pointes.

Chapitre 11 : Technologie des composants optoélectroniques
- LED, OLED, Diodes laser
- Photodétecteurs (Visible, Infrarouge, Ultraviolet)
- Cellules photovoltaïques.

Mode d'évaluation :

Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

Intitulé du Master : Physique des matériaux-Couches Minces

Semestre *: 3*
Intitulé de l'UEM1 :
Intitulé de la matière : *Propriétés et caractérisation des couches minces*
Crédits : 6
Coefficients :3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Technologie de l'élaboration et de la caractérisation des composants électroniques.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*
Physique du solide, Physique du semiconducteur, Couches minces
Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

Chapitre 0 : Transistor MOS & Circuits Intégrés
Chapitre 1 : Etapes technologiques : du sable siliceux aux salles blanches
Chapitre 2 : Oxydation thermique
Chapitre 3 : Dépôt d'isolants et oxydes enterrés
Chapitre 4 : Dopage (Diffusion, Implantation ionique)
Chapitre 5 : Métallisation (traditionnelle, Procédé Damascène)
Chapitre 6 : Lithographie (optique, électronique)
Chapitre 7 : Matériaux de grille « High-k » - Miniaturisation des MOS
Chapitre 8 : Principe de fonctionnement et Caractéristiques électriques d'un transistor MOS
- Rappels sur la physique des semi-conducteurs (semi-conducteur extrinsèque, jonction PN, phénomènes de transport)
- MOS comme composant analogique passif (résistance, inductance, capacité)

Chapitre 9 : Circuits CMOS (portes logiques, inverseurs, Amplificateur opérationnel, Convertisseurs (CAN, CNA), capteurs d'image)
Chapitre 10 : Test électrique des circuits MOS (test fonctionnels, paramétriques et dynamiques)
- Extraction de paramètres caractéristiques
- Test sous pointes.

Chapitre 11 : Technologie des composants optoélectroniques
- LED, OLED, Diodes laser
- Photodétecteurs (Visible, Infrarouge, Ultraviolet)
- Cellules photovoltaïques.

Mode d'évaluation :

Examen Ecrit : 2/3 ;
Contrôle continu : 1/3 ;
Oral : 0 %

V- Accords ou conventions

Oui

NON

(Si oui, transmettre les accords et/ou les conventions dans le dossier papier de la formation)

LETTRE D'INTENTION TYPE

(En cas de master coparrainé par un autre établissement universitaire)

(Papier officiel à l'entête de l'établissement universitaire concerné)

Objet : Approbation du coparrainage du master intitulé :

Par la présente, l'université (ou le centre universitaire) déclare coparrainer le master ci-dessus mentionné durant toute la période d'habilitation de ce master.

A cet effet, l'université (ou le centre universitaire) assistera ce projet en :

- Donnant son point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participant à des séminaires organisés à cet effet,
- En participant aux jurys de soutenance,
- En œuvrant à la mutualisation des moyens humains et matériels.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION :

Date :

LETTRE D'INTENTION TYPE

(En cas de master en collaboration avec une entreprise du secteur utilisateur)

(Papier officiel à l'entête de l'entreprise)

OBJET : Approbation du projet de lancement d'une formation de master intitulé :

Dispensé à :

Par la présente, l'entreprise déclare sa volonté de manifester son accompagnement à cette formation en qualité d'utilisateur potentiel du produit.

A cet effet, nous confirmons notre adhésion à ce projet et notre rôle consistera à :

- Donner notre point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participer à des séminaires organisés à cet effet,
- Participer aux jurys de soutenance,
- Faciliter autant que possible l'accueil de stagiaires soit dans le cadre de mémoires de fin d'études, soit dans le cadre de projets tuteurés.

Les moyens nécessaires à l'exécution des tâches qui nous incombent pour la réalisation de ces objectifs seront mis en œuvre sur le plan matériel et humain.

Monsieur (ou Madame)…….est désigné(e) comme coordonateur externe de ce projet.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION :

Date :

CACHET OFFICIEL ou SCEAU DE L'ENTREPRISE