

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

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

HARMONISATION

OFFRE DE FORMATION MASTER

ACADEMIQUE/PROFESSIONNALISANT

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université de Djelfa	Sciences et Technologie	Sciences de la Matière

Domaine : Sciences de la Matière

Filière : Physique

Spécialité : Physique des Matériaux

Année universitaire : 2016/2017

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مواظمة

عرض تكوين ماستر

أكاديمي / مهني

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة
علوم المادة	كلية العلوم و التكنولوجيا	جامعة الجلفة

الميدان : علوم المادة

الشعبة : فيزياء

التخصص : فيزياء المواد

السنة الجامعية: 2017/2016

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)									
Matière 1: Science des matériaux	22.5	1.5				2	2	33 %	67 %
Matière2 : Elaboration des matériaux	22.5	1.5				1	2	33 %	67 %
Matière 3: Symétrie cristalline et théorie des groupes	45.0	1.5	1.5			2	4	33 %	67 %
UEF2(O/P)									
Matière 1 : Mécanique quantique approfondie	45.0	1.5	1.5			2	4	33 %	67 %
Matière2 : Thermodynamique statistique	45.0	1.5	1.5			2	3	33 %	67 %
Matière 3 : Thermodynamique du solide et diffusion dans les solides	45.0	1.5	1.5			2	3	33 %	67 %
UE méthodologie									
UEM1(O/P)									
Matière 1: Techniques expérimentales de caractérisation I	67.5	1.5		3		2	5	50 %	50 %
Matière2 : Calcul numérique	45.0			3		2	4	50 %	50 %
UE découverte									
UED1(O/P)									
Matière 1 : Métallurgie physique	22.5	1.5				1	2		100%
UE transversales									
UET1(O/P)									
Matière 1 : Anglais scientifique	22.5	1.5				1	1		100%
Total Semestre 1	382.5	13.5	6.0	6.0		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)									
Matière 1 : Physique des semiconducteurs et supraconducteurs	45.0	1.5	1.5			3	4	33 %	67 %
Matière2: Interaction onde électromagnétique – matière	45.0	1.5	1.5			2	4	33 %	67 %
UEF2(O/P)									
Matière1 : Théorie de la fonctionnelle de la densité appliquée aux solides	67.5	3.0	1.5			3	6	33 %	67 %
Matière2 : Propriétés élastiques et thermiques des solides.	45.0	1.5	1.5			3	4	33 %	67 %
UE méthodologie									
UEM1(O/P)									
Techniques expérimentales de caractérisations II	67.5	1.5		3.0		2	5	50 %	50 %
Matière 2 : Programmation informatique	45.0			3.0		2	4	50 %	50%
UE découverte									
UED1(O/P)									
Matière1 : Matériaux avancés	22.5	1.5				1	2		100%
UE transversales									
UET1(O/P)									
Matière 1 : Anglais scientifique	22.5	1.5				1	1		100%
Total Semestre 2	360	12.0	6.0	6.0		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)									
Matière 1: Propriétés diélectriques et optiques des solides	67.5	3.0	1.5			4	6	33 %	67 %
Matière2 : propriétés magnétiques des solides	67.5	3.0	1.5			4	6	33 %	67 %
UEF2(O)									
Matière1 : Simulation par les méthodes de Monte Carlo et dynamique moléculaire	67.5	1.5		3.0		3	6	33 %	67 %
UE méthodologie									
UEM1(O/P)									
Matière 1: Codes de calcul de simulation des solides	45			3.0		2	5	50 %	50 %
Matière2 : Avant-projet PFE	45			3.0		2	4	50 %	50 %
UE découverte									
UED1(O/P)									
Matière 1 : Nanotechnologie	22.5	1.5				1	1		100%
UE transversales									
UET1(O/P)									
Matière 1: Didactique de la physique	22.5	1.5				1	2		100%
Total Semestre 3	337.5	10.5	3.0	9.0		17	30		

4- Semestre 4 :

Domaine : Sciences de la Matière
Filière : Physique
Spécialité : Physique des Matériaux

Stage au laboratoire de recherche parrain de la formation sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel (stage au Laboratoire de Recherche sanctionné par un mémoire et une soutenance)	280	4	20
Stage en entreprise	--	--	--
Séminaires	20	2	10
Autre (préciser)	--	--	
Total Semestre 4	300	6	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)

VH \ UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	360	45	67.5	67.5	540
TD	225				225
TP	45	270			315
Travail personnel	280				280
Autre (Séminaires)	20				20
Total	930	315	67.5	67.5	1380
Crédits	84	27	5	4	120
% en crédits pour chaque UE	70%	23%	4%	3%	100%

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

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Sciences des matériaux

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*).

L'étudiant doit être capable de faire la distinction entre les différentes classes des matériaux et d'explicitier les principales caractéristiques et propriétés.

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

L'étudiant doit avoir des connaissances de base sur la structure et les liaisons cristallines.

Contenu de la matière :

I. Introduction sur les matériaux

II. Classifications des matériaux

III. Les métaux

III.1. Structures cristallines des métaux purs

III.2. Rayons métalliques

III.3. Alliages métalliques en solution

III.4. Verres métalliques

III.5. Principales propriétés des métaux

IV. Céramiques

IV.1. Liaisons et Structure des céramiques silicatées

IV.2. Liaisons et Structure des céramiques non-silicatées

IV.3. Elaboration des céramiques

IV.4. Principales propriétés des céramiques

V. Verres

V.1. Liaisons et Structure des verres silicatés

V.2. Déformation des verres

V.3. Verres renforcés

V.4. Verres céramiques

VI. Polymères

VI.1. Structures chimiques de quelques polymères

- VI.2. Microstructures of polymères
- VI.3. Elaboration des polymères
- VI.4. Elastomères
- VI.5. Principales propriétés des polymères
- VI.. Matériaux composites
 - VI..1. Plastiques renforcés par les fibres
 - VI..2. Composites à matrice métalliques
 - VI..3. Composites à matrice céramiques
 - VI..4. Ciment et béton

Mode d'évaluation : examen final

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

1. Traité des Matériaux. T1 : Introduction à la science des matériaux. W. Kurz, J. P. Mersier, G. Zambelli. Presse polytechnique de Louvain, 2002
2. Understanding Solids. The Science of Materials. Richard J. T. Tilley. John Wiley & Sons LTD, 2004.

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF 1

Intitulé de la matière : Elaboration des Matériaux

Crédits : 2

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*).

L'étudiant doit être capable de spécifier les différentes méthodes d'élaboration des matériaux, ainsi que le choix des techniques selon la fonctionnalité des matériaux.

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

L'étudiant doit avoir de bonnes connaissances en sciences des matériaux

Contenu de la matière :

I. Techniques de croissance cristalline

I.1 Méthode de Czochralski

I.2 Méthode de Bridgeman

I.3 Méthode de la zone fondue

II. Voie du sol gel non aqueuses pour les oxydes métalliques

II.1 Synthèse

II.2 Introduction

II.3 Courte Introduction de la chimie du sol gel aqueuse et non aqueuse

II.4 Voie du sol gel non aqueuses vers l'oxyde métallique Nano particules

II.5 Synthèses contrôlées du Solvant d'oxyde métallique Nano particule.

II.6 Mécanismes sélectionnés de réaction

II.7 Résumé et perspectives

III. PROCÉDES D'ÉVAPORATION EN FILM MINCE.

III.1. Introduction

III.2. La physique et la chimie de l'évaporation

III.3. Uniformité et pureté de l'épaisseur du film

III.4. Equipement d'évaporation

III.5. Procédés et applications d'évaporation

III.6. Conclusion

IV. DECHARGES. PLASMAS. ET INTERACTIONS D'ION-SURFACE

IV.1. Introduction

IV.2. Plasmas. Décharges. et arcs

IV.3. fondamentales de la physique du plasma

IV.4. Réactions dans les plasmas

IV.5. Physique de la pulvérisation

IV.6. Modification du bombardement d'ion des croissance des films

IV .7. Conclusion

V. PLASMA ET TRAITEMENT DU FAISCEAU D'IONS DES FILMS MINCES.

V.1. Introduction

V.2. DC, AC. et procédés de pulvérisation réactifs

V.3. Pulvérisation de magnétron

V.4. Gravure de plasma

V.5. Procédés hybrides et PVD modifiés

V.6. Conclusion

VI. DÉPOSITION EN PHASE VAPEUR

VI.1. Introduction

VI.2. Types de réaction

VI.3. Thermodynamiques de CVD

VI.4. Gaz Transport

VI.5. Cinétique de croissance du film

VI.6. Procédés thermiques de CVD

VI.7. Procédés Plasma Améliorés de CVD

VI.8. Quelques émissions de matériaux de CVD

VI.9. Sécurité

VI.10. Conclusion

VII. ÉPITAXIE

VII.1. Introduction

VII.2. Manifestations de l'épitaxie

VII.3. Désordre du réseau et défauts dans l'épitaxie du film

VII.4. Épitaxie des composés semi-conducteurs

VII.5. Méthodes à hautes températures pour déposer par épitaxie les films semi-conducteurs

VII.6. Méthodes à basse température pour déposer par épitaxie les films semi-conducteurs

VII.7. Mécanismes et caractérisation de la croissance du film épitaxial

VII.8. Conclusion

VIII. Caractérisation des films minces et des surfaces

VIII.1. Introduction

VIII.2. Épaisseur du film

VIII.3. Caractérisation structurale des films et des surfaces

VIII.4. Caractérisation chimique des surfaces et des films

VIII.5. Conclusion

Mode d'évaluation : examen final

Références

1. Nanomaterials Chemistry Recent Developments and New Directions. Edited by C.N.R. Rao, A. Müller, and A.K. Cheetham. 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim
Materials Science of Thin films deposition & structure Second. Edition Milton Ohring by John L. Vossen (1991)

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Symétrie cristalline et théorie de groupe

Crédits : 4

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*).

L'étudiant doit être capable de manipuler les groupe d'espace et de les appliquer à construire une structure cristalline de l'unité asymétrique et le groupe d'espace.

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

L'étudiant doit avoir des connaissances suffisantes en géométrie euclidienne.

Contenu de la matière :

- I. Introduction : Structures cristallines, maille primitive et maille multiple
- II. Réseau direct et réseau réciproque
- III. Calculs cristallographiques
- IV. Opérations de symétrie des structures cristallines
- V. Représentation stéréographique matricielle des opérateurs de symétrie
- VI. Associations et transformation des opérations de symétrie
- VII. Groupes de symétrie et Tables Internationales de Cristallographie
- VIII. Diffraction et rayonnements par un cristal
- IX. La symétrie dans les diagrammes de diffraction
- X. Intensité du rayonnement X diffracté par un matériau cristallisé

Mode d'évaluation : examens continus et un examen final

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

1. Cours de cristallographie : Fascicule 3 Rebbah H. Alger O.P.U. 93
2. Éléments de radiocristallographie Ouahes R. Alger:O.P.U 84
3. Cristallographie géométrique et radiocristallographie, Jean-Jacques Rousseau, Dunod 2007
4. Cristallographie géométrique Mathieu François, Ed Lavoisier 2004
5. Cours de Cristallographie et Diffraction : <http://pagesperso-orange.fr/jean-pierre.lauriat/index.htm>
6. Cristallographie, Dieter Schwarzenbach, Gervais Chapuis, Press Polytechnique et Universitaire Romande 2006

Intitulé du Master : Master Physique des Matériaux

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF2

Intitulé de la matière : Mécanique Quantique Approfondie

Crédits : 4

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*).

L'étudiant doit être capable de manipuler les outils de la mécanique quantique nécessaires à l'étude des propriétés physiques et aux méthodes de calculs *ab-initio*.

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

L'étudiant doit avoir une bonne connaissance en mécanique quantique de base.

Contenu de la matière :

A) SYSTEME DE PARTICULES IDENTIQUES

I. Postulat de symétrisation

1. Particules identiques
2. Opérateurs de permutation
3. Valeur moyenne d'une observable; dégénérescence d'échange
4. Énoncé du postulat de symétrisation ; levée de la dégénérescence d'échange; principe d'exclusion de Pauli

II. Système de fermions

1. Base d'états antisymétriques
2. Représentation dans l'espace de configuration

III. Système de bosons

IV. Densité des particules et prévisions physiques

1. Interférences entre processus directs et processus d'échange
2. Quand peut-on ignorer la symétrisation?

V. Système à deux électrons

- V.1. L'espace des états antisymétriques
- V.2. L'opérateur d'échange de spin
- V.3. Deux électrons dans un potentiel central; configurations
- V.4. Termes spectraux

B) TRAITEMENT PERTURBATIF DE L'EVOLUTION D'UN SYSTEME QUANTIQUE

VI. Les différentes représentations de la MQ

- VI.1. Représentation de Schrödinger
- VI.2. Représentation de Heisenberg,
- VI.3. Représentation d'interaction

VII. Développement en perturbation (représentation d'interaction)

VII.1. Calcul perturbatif des probabilités de transition

VII.2. Cas général : opérateur d'évolution

VII.3. Amplitude et probabilité au premier ordre

VIII. Perturbation constante

VIII.1. Probabilité de transition

VIII .2. Transition vers des états finals continus : émission d'une particule

VIII .3. Transition vers des états finals continus : cas général, règle d'or de Fermi

VIII .4. Largeur et temps de vie d'un système instable, états atomiques excités (ordres de grandeur)

C) TRAITEMENT NON PERTURBATIF DE L'EVOLUTION D'UN SYSTEME QUANTIQUE

IX. Exemple d'approche non perturbative

IX.1. Modélisation; états discrets couplés à un continuum

IX.2. Evolution non perturbative d'un état excité : temps de vie d'un état métastable

IX.3. Spectre des particules émises : largeur des états excités

IX.4. Application : largeur de raies en physique atomique

IX.5. Application : résonances en physique des particules

X. Théorie de la diffusion

X.2. Théorie dépendante du temps : fonctions de Green, états de diffusion, matrice S

X.3. Théorie indépendante du temps : équation de Lippman-Schwinger, matrice S et T, unitarité, pôles et résonances

X.4. Notion de section efficace

X.5. Diffusion potentielle

X.6. Diffusion élastique de deux particules

X.7. Méthode des déphasages

Mode d'évaluation : Examens continus, examen final

Références

- Notes de cours : Mécanique quantique. Claude Aslangul, Univ. Pierre et Marie Curie, 2004
- Mécanique quantique. C. Cohen Tanoudji, Hermann, 1997
- Quantum Physics. S. Gasiorovicz, J. Wiley & Sons, 2003
- Quantum Theory of the solid state : Introduction. L. Kantorovich, Kluwer, 2004

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF2

Intitulé de la matière : Thermodynamique statistique

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*).

L'étudiant doit être capable d'étudier les propriétés des systèmes à grand nombre de particule par la mécanique statistique.

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

L'étudiant doit avoir des connaissances en probabilités et statistiques et en thermodynamique.

Contenu de la matière :

- I. Systèmes macroscopiques. Loi des grands nombres
- II. Les principes de la thermodynamique: température et entropie.
- III. Convexité, transformée de Legendre et potentiels thermodynamiques.
- IV. Systèmes classiques, théorème de Liouville, principe ergodique et ensemble microcanonique
- V. Entropie de Boltzmann et entropie dans l'ensemble microcanonique.
- VI. Ensemble canonique et distribution de Gibbs.
- VII. Théorèmes du viriel et de l'équipartition
- VIII. Ensemble grand-canonique
- IX. Systèmes avec interaction
 - X.1 Gaz réel et d'enveloppement du Viriel
 - X.2 Modèle d'Ising, brisure de symétrie et approximation du champ moyen
- X. Description statistique de systèmes quantiques
- XI. Matrice-densité
 - XII.1 Propriétés de la matrice-densité
 - XII.2 Etats purs, états mixtes
 - XII.3 Interprétation de la matrice-densité
 - XII.4 Evolution de ρ au cours du temps en mécanique quantique

- XII. Distribution de Gibbs pour les systèmes quantiques
 - XIII.1 L'ensemble microcanonique
 - XIII.2 L'ensemble grand-canonique
 - XIII.3 L'ensemble canonique et distribution de Gibbs
 - XIII.4 Exemple 1 : Vibrations quantiques : un oscillateur harmonique `a température finie
 - XIII.5 Exemple 2 : Rotations d'une molécule à deux atomes
- XIII. Description grand-canonique de systèmes quantiques. Statistiques de Bose et de Fermi.
- XIV. Bose et de Fermi.
 - XIV.1 Bosons et Fermions
 - XIV.2 Des nombres d'occupations à l'espace de Fock
 - XIV.3 Statistiques de Bose et de Fermi
 - XIV.4 Algorithme pour les systèmes quantiques sans interactions

Mode d'évaluation : examens continus et examen final

Références

1. Cours de Physique de Berkley, T. 5 : Physique statistique, Dunod, 2000
2. Physique théorique : Physique statistique. L. Landau, E. Lifshitz, Ellipses, 1998
3. Statistical physics, A. M. Guénault, Spinger Verlag Berlin, 2007
4. *Notes de cours*: Thermal and Statistical Physics, <http://stp.edu/note>:
5. Principal of statistical physics, B. M. Smirnov, Wiley, 2006

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF2

Intitulé de la matière : Thermodynamique du solide et diffusion dans les solides

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*).

L'étudiant doit être capable de calculer certaines propriétés thermodynamiques du solide à l'équilibre et d'utiliser les lois de la diffusion dans les solides pour étudier la cinétique.

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

L'étudiant doit avoir des connaissances sur les lois de la thermodynamique, les fonctions d'état et variables d'état, sur la structure cristalline et sur les équations différentielles.

Contenu de la matière :

A. Thermodynamique des solides et diffusion dans les solides

I. Introduction

II. Lois de la thermodynamique

III. Equilibre chimique

III.1. Loi d'action de masse

III.2. Isotherme de Van't Hoff

III.3. Isochore de Van't Hoff

III.4. Principe de Le Chatelier

IV. Diagrammes énergie libre –Température

IV.1. Variation de l'énergie libre en fonction de la température

IV.2. Diagrammes d'Ellingham

V. Solutions

V.1. Loi de Raoult

V.2. Loi d'Henry

V.3. loi de Sievert

V.4. Activité et coefficient d'activité

V.5. Energie libre de formation d'une solution

V.6. Equation de Gibbs–Duhem

V.7. Solution idéale

V.8. Solution non idéale

V.9. Solution régulière

VI. Equilibre de phases

VII. Règle de phases

VIII. Transformations de phases

IX. Thermodynamiques des surfaces et interfaces

X. Adsorption

B. Diffusion dans les solides

I. Introduction

I.2. Les lois de Fick

1.3. Les différents coefficients de diffusion

1.3.1. Coefficients de diffusion par traceurs

1.3.2. Coefficients de diffusion chimique (ou interdiffusion)

1.3.3 Coefficients intrinsèques de diffusion

1.4. Méthodes expérimentales

1.4.1. Méthodes directes

1.4.2. Méthodes indirectes

1.6. Description atomique de la diffusion

1.6.1. La relation d'Einstein-Smoluchowski et facteur de corrélation

1.6.2. Sauts atomiques et diffusion

1.6.3. Mécanismes de la diffusion

1.7. Diffusion interstitielles dans les métaux

1.8. Auto-diffusion dans les métaux

1.9. Diffusion d'impuretés dans les métaux

1.10. Auto-diffusion dans les intermétalliques binaires

1.11. Interdiffusion dans les alliages binaires à substitutions

1.11.1 Méthode de Boltzmann-Matano

1.11.2 Equations de Darken

1.11.3 Relations de Darken-Manning

1.12 Diffusion multiphase dans les systèmes binaires

Mode d'évaluation : examens continus et examen final

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

1. Thermodynamics of solids. R. A. Sawlin. John Wiley & Sons, 1972
2. Chemical Thermodynamics of Materials. C. H. P. Lupis. Elsevier Science Publisher, 1983
3. Diffusion in Condensed Matter. Paul Heitjens. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005.

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : Techniques expérimentales de caractérisation I

Crédits : 5

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*).

L'étudiant doit être capable d'obtenir de bonne image métallographique et d'utiliser un tribomètre, comme il doit être capable aussi d'exploiter un diffractogramme de rayon X.

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

L'étudiant doit avoir des connaissances en probabilités et statistiques et en thermodynamique.

Contenu de la matière :

I- Microscopie optique

I.1. Principe

I.2. Préparation d'échantillons métalliques pour la métallographie

I.3. Métallographie

II. Essais de dureté

III. Tribométrie

IV. Diffractométrie des rayons X

Mode d'évaluation : examens continus

Références

- Notice des appareils de TP

- Fiches techniques et textes des TP sur le site web de Leybold GM : www.leybold.de

Intitulé du Master : Master Physique des Matériaux

Intitulé de l'UE : Calcul numérique

Semestre : S 1

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : Calcul numérique

Crédits : 4

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*).

L'étudiant doit être capable d'élaborer un programme informatique sur les méthodes d'analyse numérique spécifique à la mathématique physique.

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

L'étudiant doit avoir des connaissances de base en informatique et en analyse numérique d'une façon générale.

Contenu de la matière :

I. Intégration numérique

II. Différentiation numérique

II.1 Méthodes d'Euler et de Picard

II.2 La méthode Runge-Kutta

II.3 Problème de valeurs aux limites

III. Méthodes numériques matricielles

III.1 Le zéro et extrema d'une fonction multivariable

III.2 Problème aux valeurs propres

III.3 La structure électronique d'un atome

III.4 L'algorithme de Lanczos relatif au problème multi-corps

IV. Analyse spectrale

IV.1 Transformée de Fourier discrète

IV.2 Transformée de Fourier rapide

IV.3 Fonctions spéciales

V. Equations différentielles partielles

V.1 Les équations différentielles en physique

V.2 Séparation des variables

V.3 Discrétisation des équations

V.4 Méthode de relaxation

Mode d'évaluation : Examens continus, Mini projet.

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

An Introduction to Computational Physics, Tao Pang, Cambridge University press (2006)

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UED 1

Intitulé de la matière : Métallurgie physique

Crédits : 2

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*).

L'étudiant doit être capable de montrer des connaissances en métallurgie physique des aciers et de manipuler les diagrammes de phase en accord avec la microstructure.

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

L'étudiant doit avoir des connaissances en Thermodynamique.

Contenu de la matière :

- I. Structure cristalline des éléments métalliques
- II. Structure et stabilité des alliages
- III. Structure des composés intermétalliques et des phases
- IV. Thermodynamique métallurgique
- V. Diagrammes de phase
- VII. Diffusion dans les métaux et alliages
- VIII. Solidification
- IX. Microstructure
- X. Oxydation, corrosion et protection des matériaux métalliques
- XI. Transformations de phase diffusives dans l'état solide
- XII. Transformations de phase non diffusives
- XIII. Métallurgie physique des aciers
- XIV. Défauts ponctuels
- XV. Etats métastables des alliages
- XVI. Dislocations
- XVII. Propriétés mécaniques des solutions solides
- XVIII. Propriétés mécaniques des composés intermétalliques
- XIX. Fracture
- XX. Fatigue
- XXI. Recouvrement et recristallisation

XXII. Propriétés magnétiques des métaux et alliages

XXIII. Matériaux composites métalliques

Mode d'évaluation : examen final

Références

- Physical Metallurgy. R. W. Cahn, Elsevier Science Publisher, 1996

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UET1

Intitulé de la matière : Anglais scientifique

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*).

L'étudiant doit être capable de lire et comprendre un texte littéraire et un texte scientifique et pouvoir faire un résumé.

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

L'étudiant doit avoir des connaissances élémentaires en anglais.

Contenu de la matière :

- I. **Lecture de texte littéraire**
- II. **Lecture de texte scientifique**
- III. **Résumé de texte**

Mode d'évaluation : examen final

Références

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEF 1

Intitulé de la matière : Physique des semiconducteurs et supraconducteurs

Crédits : 4

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*).

L'étudiant doit être capable de distinguer entre les différents types de supraconducteur et relier leurs propriétés à la théorie BCS. Il doit être capable de d'expliquer les propriétés physiques des semi-conducteurs dans le cadre de la théorie quantique des bandes.

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

L'étudiant doit avoir des connaissances en mécanique quantique et en physique du solide

Contenu de la matière :

Partie A - SUPRACONDUCTIVITE

I. INTRODUCTION

I.1 Qu'est ce que la supraconductivité ? Un rapide aperçu

I.1 Quelques remarques préliminaires et historiques

I.2 Résistivité

I.3 L'effet de Meissner : diamagnétisme parfait

I.4 Supraconducteur Type I et type II

I.5 Lignes de vortex et lignes de flux

I.6 Thermodynamique de l'état supraconducteur

I.7 Facteurs de démagnétisation et sélection

II. MATERIAUX SUPRACONDUCTEURS

II.1 Introduction et remarques

II.2 Supraconducteurs basse T_c

II.3 Supraconducteurs organiques

II.4 Matériaux à phase de Chevrel

II.5 oxyde Supraconducteurs avant les cuprates

II.6 Supraconducteurs cuprate à haute T_c

III. L'ETAT SUPRACONDUCTEUR. LE CONDENSAT ELECTRONIQUE

III.1 Théorie de BCS : un analogue magnétique

III.2 Dérivation de l'équation du gap de BCS

III.3 Transition de la température T_c et l'énergie du gap

III.4 L'équation généralisée du gap, s-onde et d-onde du gaps

III.5 Effet tunnel de la quasi-particule et le gap

III.6 Le facteur de cohérence de BCS en fonction de l'effet ultrason et NMR de la quasi- particule

III.7 La théorie de Ginzburg-Landau

IV. MAILLONS FAIBLES ET EFFETS DE JOSEPHSON

- IV.1 Maillons faibles, paires effets tunnel, et Josephson
- IV.2 Effet Josephson AC
- IV.3 Courant de Josephson dans un champ magnétique.

PARTIE B SEMICONDUCTEUR

I. PROPRIETES STRUCTURALES

- I.1 Ionicté
- I.2 Abondance des élémentaires isotopiques et masse moléculaire
- I.3 Structure cristalline et groupe d'espace
- I.4 Constante de réseau et paramètres relatifs
- I.5 transition de phase structurale

II. STRUCTURE DE BANDE D'ÉNERGIE: LACUNES DE BANDE D'ÉNERGIE

- II.1 Propriétés fondamentales
- II.2 Région du gap E_0
- II.3 Grand mensonge du gap direct
- II.4 Le plus bas gap indirect
- II.5 Séparation d'énergie vallée de Conduction
- II.6 Transition de la pression du gap direct et Indirect

III. MASSES EFFECTIVES

- III.1 La masse effective d'électron: Vallée Γ
- III.2 La masse effective d'électron : Vallée satellite
- III.3 La masse effective du trou

IV. POTENTIELS DE DEFORMATION

- IV.1 Potentiel de déformation de l'intra vallée : Γ -Point
- IV.2 Potentiel de déformation d'intra vallée : point grand symétrie
- IV.3 Potentiel de déformation de l'inter vallée

V. PROPRIETES OPTIQUES

- V.1 Sommaire des relations de dispersion optiques
- V.2 La région de Reststrahlen
- V.3 Sur ou à côté de la limite de l'absorption fondamentale
- V.4 La région de la transition inter bande
- V.5 Absorption de porteur libre et phénomènes relatifs

VI. ELASTO-OPTIQUE, ELECTRO-OPTIQUE ET PROPRIETES OPTIQUES NON LINEAIRES

- VI.1 Effet élasto - optique
- VI.2 Constante électro -optique linéaire
- VI.3 Constante électro-optique quadratique
- VI.4 Effet de Franz-Keldysh
- VI.5 Constante optique non linéaire

VII. PROPRIÉTÉS DE TRANSPORT DE PORTEURS

- VII.1 Mobilité de petit champ: Électrons
- VII.2 Mobilité de petit champ: Trous
- VII.3 Transport en grand champ: Électrons
- VII.4 Transport grand champs : Trous
- VII.5 Transport de porteur minoritaires: Électrons dans les matériaux type p
- VII.6 Transport de porteurs minoritaires: Trous dans les matériaux type

Mode d'évaluation : examens continus et examen final

Références

1. New superconductors from granular to high T_c, By Guy Deutscher 2006, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
2. Introduction to High-Temperature Superconductivity. By Thomas P. Sheahen Western Technology Incorporated Derwood, Maryland 2002 Kluwer Academic Publishers New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow
3. Microstructure and Properties of High-Temperature Superconductors. By Ivan A. Parinov South Federal University VorovichMechanics & Applied Mathematics Research Institute Stachki Avenue 200/1 Rostov-on-Don Russia 344090. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007
4. Theory of Superconductivity From Weak to Strong Coupling. By A S Alexandrov, Series in Condensed Matter Physics Loughborough University, UK
5. Physics and Properties of Narrow Gap Semiconductors. By Junhao Chu Arden Sher, 2008 Springer Science+Business Media, LLC
6. The Materials Science of Semiconductors. By Angus Rockett, 2008 Springer Science+Business Media, LLC

Properties of Group-IV, III–V and II–VI Semiconductors. By Sadao Adachi. Department of Electronic Engineering Gunma University Japan, 2005 John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England

Intitulé du Master : Master Physique des Matériaux

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Interaction onde électromagnétique - matière

Crédits : 4

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*).

L'étudiant doit être capable de manipuler le formalisme quantique lié à l'interaction photon - matière et distinguer les différents modes d'interaction (spontanée, stimulée, équation bilan, résonance optique)

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

Electromagnétisme, mécanique quantique.

Contenu de la matière :

I. Mécanique Quantique de l'électron

- I.1 Rappels
- I.2 Perturbation Indépendante du temps
- I.2 Perturbation Indépendante du temps
- I.3 La matrice densité
- I.4 Problème par rapport au continuum
- I.5 Perturbation sur un état dégénéré
- I.6 Effet de Stark dans les puis quantique
- I.7 L'oscillateur harmonique
- I.8 Probabilité de transition et oscillateur de Rabi

II . Mécanique quantique du photon

- II.1 Introduction
- II.2 Les équations de Maxwell dans l'espace réciproque
- II.3 Propriétés de la transformation de Fourier
- II.4 Quantification des ondes électromagnétiques
- II.5 Le photon
- II.6 L'état cohérent
- II.7 Champ rayonné par une charge oscillant

III . Interaction électron-photon

- III.1 Introduction
- III.2 Hamiltonien dipolaire d'interaction électron-photon
- III.3 Susceptibilité linéaire optique par la matrice densité
- III.4 Susceptibilité linéaire optique absorption et gain optique
- III.5 Equation bilan
- III.6 Émission spontanée et durée de vie radiative
- III.7 Transitions polychromatiques : l'équation d'Einstein

III.8 Les équations bilans pour les ondes monochromatiques et polychromatiques.

IV . Oscillateurs Lasers

IV.1 Inversion de population et amplification optique

IV.2 Systèmes à trois et à quatre niveaux

IV.3 Résonance optique. Seuil d'oscillation optique

IV.4 Caractéristiques du Laser

Mode d'évaluation : Examens continus, Examen final

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

Optoélectronique, E. ROSECHER, B. VINTER,. Ed MASSON (1998)

Intitulé du Master : Master Physique des Matériaux

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEF 2

Intitulé de la matière : Théorie de la Fonctionnelle Densité (DFT) appliquée aux solides

Crédits : 6

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*).

L'étudiant doit être capable de distinguer entre les différentes approximations de calcul de structure électronique et d'appréhender les approches du traitement du problème multi-corps dans le cadre de la DFT.

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

L'étudiant doit avoir des connaissances approfondies en mécanique quantique et en algèbre.

Contenu de la matière :

- I. L'approximation de Born Oppenheimer
- II. L'approximation de Hartree et de Hartree Fock
- III. Le théorème de Hohenberg et Kohn
- IV. Les équations de Kohn et Sham
- V. La fonctionnelle d'échange et corrélation
- VI. La méthode des ondes planes augmentées
- VII. La méthode du pseudopotentiel
- VIII. Le cycle self consistant
- IX. L'utilisation de la fonction d'onde (densité de charge, densité d'états électroniques, structure de bandes énergétiques..)
- X. Simulation des intermétalliques et composés semiconducteurs.
- XI. Simulation des défauts- La technique de la super cellule.
- XII. La dynamique moléculaire quantique.

Mode d'évaluation : Examens continus & Examen final

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

- Electronic Structure, Richard Martin, Cambridge University Press (2004)

- Atomic and Electronic Structure of solids, Efthimios Kaxiras, Cambridge University Press (2003)
- Lectures on Electrons in Solids, Matthew Foulkes, Imperial College London (2006)
- A Primer in Density Functional Theory, Lecture Notes in Physics, C. Fiolhais F. Nogueira M. Marques (Eds.), Springer-Verlag Berlin (2003)

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEF 2

Intitulé de la matière : Propriétés élastiques et thermiques des solides

Crédits : 4

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*).

L'étudiant doit être capable de calculer les propriétés élastiques et thermiques des cristaux solides en utilisant les outils de la mécanique quantique.

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

L'étudiant doit avoir acquis des notions avancées en mécanique quantique et en symétrie cristalline et de pouvoir manipuler avec aisance les matrices.

Contenu de la matière :

A. Propriétés élastiques des solides

1. Théorie de l'élasticité.
2. Introduction des tenseurs
3. Approximation du milieu continu et limites d'utilisation
4. Loi de Hooke (forme générale)
5. Tenseur des contraintes
6. Tenseur des déformations
7. Loi de Hooke (forme tensorielle)
8. Constantes de compliance et Modules de rigidité des réseaux de Bravais
9. Propagation des ondes élastiques dans les cristaux
10. Anisotropie des modules d'élasticité des cristaux (modules de Young et de cisaillement)

B. Propriétés thermiques des solides

1. Approximation de Born–Oppenheimer
- 2 Réseaux unidimensionnels
 - 2.1 Réseau classique à deux atomes avec conditions aux limites périodiques
 - 2.2 Réseau classique monoatomique infini
 - 2.3 Chaleur spécifique du réseau linéaire

2.4 Réseaux classiques diatomique : Modes acoustiques et optiques

2.5 Réseaux classiques avec défauts

2.6 Réseau linéaire quantique

3 Réseaux tridimensionnels

3.1 Réseaux directs et réciproques et relations pertinentes

3.2 Traitements classique et quantique de la relation de dispersion

3.3 Théorie de Debye de la chaleur spécifique

3.4 Termes anharmonique du potentiel cristallin

Mode d'évaluation : examens continus et examen final

Références

- Solid State physics. J. D. Patterson, B. C. Bailey. Springer Verlag, Berlin, 2007.
- Physique de l'état solide. N. W. Ashcroft & N. D. Mermin, Hrcourt Inc. , Traduit en Français, EDP Sciences, 2002.

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S2

Intitulé de IUE : UEM1

Intitulé de la matière : Techniques expérimentales de caractérisation II

Crédits : 5

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*).

L'étudiant doit être capable d'analyser et d'exploiter des spectres ainsi que des images de microscopie.

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

L'étudiant doit avoir des connaissances en physique atomique, en mécanique quantique et en thermodynamique du solide.

Contenu de la matière :

- I. Spectroscopie Infrarouge
- II. Spectroscopie des électrons Auger
- III. Spectroscopie électronique de perte d'énergie
- IV. Spectroscopie des photoélectrons
- V. Spectroscopie ionique de masse
- VI. Spectroscopie Mössbauer
- VII. Microscopie électronique à balayage
- VIII. Microscopie électronique à transmission
- IX. Analyse thermique ATD & ATG

Mode d'évaluation : examens continus

Références

- Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy. D. A. Bonnell, J. Wiley & Sons, 2001
- Physical Methods for Materials Characterisation. P E J Flewitt & R K Wild. IOP Publishing Ltd 2003
- Notice des appareils de TP

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : Programmation informatique

Crédits : 4

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*).

L'étudiant doit être capable de résoudre certains problèmes physiques en utilisant les langages MatLab et Fortran.

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

L'étudiant doit avoir des connaissances en analyse mathématique et numérique.

Contenu de la matière :

- I. **Initiation au Fortran**
- II. **Initiation au MatLab**
- III. **Confection de programme numérique**
- IV. **Résolution numérique d'un problème physique**

Mode d'évaluation : examens continus et examen final

Références

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UED 1

Intitulé de la matière : Matériaux avancés

Crédits : 2

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*).

L'étudiant doit être capable de spécifier les principales caractéristiques des matériaux avancés, telles que les nanomatériaux, les biomatériaux et films minces magnétiques et bien d'autres.

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

Contenu de la matière :

A) Nanomatériaux

I. Introduction sur les nanomatériaux

II. Atomes, clusters et nanomatériaux

III. Préparation et synthèse des nanomatériaux

III.1 Voie chimique (Sol-gel, dépôt chimique en phase gazeuse, attaque chimique)

III.2 Voie physique (Evaporation, sputtering, décharge laser, frittage, faisceau d'électrons, arc électrique)

III.3 Biomimétique (Auto-assemblage)

IV. Propriétés des nanomatériaux

IV.1 Propriétés Mécaniques (Module de Young, Capacité d'amortissement (viscoélasticité), Résistance à la traction, Limite d'élasticité, Dureté, Superplasticité)

IV.2 Propriétés Physiques (Température de fusion, Chaleur spécifique)

IV.3 Propriétés Chimiques (Réactivité, Potentiel d'ionisation)

IV.4 Propriétés Magnétiques (Moment magnétique, Paramagnétique, Ferromagnétique, Diamagnétique, Domaine magnétique, Induction de saturation (BS, MS), Induction rémanente (BR, MR), Coersitivité (HC))

IV.5 Optiques (Effet tunnel, Effet Raman)

V. Nanomagnétisme et électronique de spin

VI. Supraconductivité

B) Biophysique et biomatériaux

I. Biophysique

I.1. Introduction sur les matériaux vivants

I.2. Physique des polymères

- I.3. DNA and RNA
- I.4. Structure des protéines
- I.5. Protéines en action: moteurs moléculaires
- I.6. Physique de la régulation génétique
- I.7 Réseaux moléculaires
- I.8. Evolution

II. Biomatériaux

- I.1. Classes des matériaux utilisés en médecine
- I.2. Réactions hôte aux biomatériaux et leur évolution
- I.3. Tests biologiques des biomatériaux
- I.4. Dégradation des matériaux dans un environnement biologique
- I.5. Application des matériaux en médecine, en biologie et dans les organes artificiels
- I.6. L'ingénierie des tissus
- I.7. Implants et dispositifs en biomatériaux

C) Supraconducteur à haute température

D) Films minces magnétiques

E) Matériaux réfractaires

Mode d'évaluation : Examens final

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

1. Springer Handbook of Nanotechnology, Bharat Bhushan, Springer-Verlag Berlin (2003)
2. Les Nanosciences M. Lahmani, Ed Belin (2005)
3. Les Nanotechnologies M. Wautelet, Ed Dunod (2006)
4. Nanostructures theory and modeling, C. Delarue, M. Lannoo, Springer-Verlag Berlin (2004)
5. Physics in molecular biology, k. Sneppen & G. Zocchi, Cambridge University Press, 2005
6. Biomaterials Science. B. D. Ratner, A. S. Hoffman, F. J. Schoen, J. E. Lemons, Academic Press, 2004

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UET 1

Intitulé de la matière : Anglais scientifique

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*).

L'étudiant doit être capable de rédiger des textes scientifiques en anglais.

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

L'étudiant doit être capable de lire et comprendre les textes scientifiques.

Contenu de la matière :

- I. **Choix de style de textes**
- II. **Initiation à la rédaction académique**
- III. **Rédaction d'un rapport scientifique**
- IV. **Rédaction d'un article scientifique**

Mode d'évaluation : examens continus et examen final

Références

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Propriétés diélectriques et optiques de solides

Crédits : 6

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*).

L'étudiant doit être capable d'étudier les propriétés diélectriques et optiques par les outils de la mécanique quantique.

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

L'étudiant doit avoir une bonne connaissance des propriétés diélectriques et optique traité par les méthodes classiques, ainsi qu'une bonne maîtrise des outils de la mécanique quantique.

Contenu de la matière :

A. Diélectriques et ferroélectricité

I. Les quatre types de comportement des diélectriques

II. Polarisation électronique et constante diélectrique

III. Cristaux ferroélectriques

III.1. Thermodynamique de la ferroélectricité selon la théorie de Landau

III.2. Commentaires sur la transition ferroélectrique

III.3. Model unidimensionnel de la transition ferroélectrique

VI. Ecrantage diélectrique et oscillations de plasma

VI.1. Hélicons

VI.2. Ondes Alfvène

V. Ecrantage des électrons libres

V.1. Introduction

V.2. Méthodes de Thomas–Fermi et de Debye–Huckel

V.3. Théorie d'écrantage de Lindhard

VI. Introduction à la théorie moderne de la polarisation

B. Propriétés optiques des solides

I. Introduction

II. Propriétés macroscopiques

- II.1 Relations de Kronig–Kramers
- III. Absorption des radiations électromagnétiques
- VI. Coefficients direct et indirect d'absorption
- V. Les forces d'oscillateur et règles de sommation
- VI. Points critiques et densité d'état jointe
- VII. Absorption excitonique
- VIII. Imperfections
- IX. Propriétés optiques des métaux
- X. Absorption par phonons et polaritons
- XI. Effets Magnéto-optic: Effet de Faraday
- XII. Optique non linéaire dans les solides
 - XII.1. Polarisation non linéaire et équation de propagation
 - XII.2. Génération de second harmonique et effet Kerr
 - XII.3. Redressement optique
 - XII.4. Effet Pockel et effet anti-Stokes-Raman

Mode d'évaluation : examens continus et examen final

Références

- Solid State physics. J. D. Patterson, B. C. Bailey. Springer Verlag, Berlin, 2007.
- Physique de l'état solide. N. W. Ashcroft & N. D. Mermin, Hrcourt Inc. , Traduit en Français, EDP Sciences, 2002.
- Theory of polarisation modern approach. R. Resta, D. Venderbilt. Springer Verlag, 2007

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEF 1

Intitulé de la matière : Propriétés magnétiques des solides

Crédits : 6

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*).

L'étudiant doit être capable de spécifier les propriétés magnétiques des matériaux en utilisant les outils de la mécanique quantique.

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

L'étudiant doit avoir de bonnes connaissances en mécanique quantique et en physique atomique.

Contenu de la matière :

I. Types de Magnétisme

- I.1 Diamagnétisme des électrons de cœur
- I.2 Paramagnétisme des électrons de valence
- I.3 Systèmes magnétiques ordonnés

II. Origine et conséquences de l'ordre magnétique

- II.1 Hamiltonian de Heisenberg
- II.2 Anisotropie Magnétique et interactions magnétostatique
- II.3 Ondes de spin et magnons
- II.5 Transitions de phases magnétiques

III. Domaines magnétiques et matériaux magnétiques

- III.1 Origine des domaines
- III.2 Matériaux magnétiques

IV. Résonance magnétique et Théorie du champ cristallin

- IV.3 Equations de Bloch et Résonance magnétique
- IV.4 Théorie du champ cristallin

V. Introduction à d'autres domaines du magnétisme

- V.1 Spintronics ou magnétoélectronics
- V.2 Effect Kondo
- V.4 Solitons

Mode d'évaluation : examens continus et examen final

Références

- Physique de l'état solide. N. W. Ashcroft & N. D. Mermin, Hrcourt Inc. , Traduit en Français, EDP Sciences, 2002.
- Principles of condensed matter physics, P. M. Chaikin & T. C. Lubensky, Cambridge University Press, 2006

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEF 2

Intitulé de la matière : Simulation par les méthodes de Monte Carlo et dynamique moléculaire

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*).

L'étudiant doit être capable d'étudier des problèmes physiques par les méthodes de Monte Carlo et la dynamique moléculaire.

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

L'étudiant doit avoir de très bonne connaissance en thermodynamique statistique et en calcul numérique.

Contenu de la matière :

I. Les méthodes de simulation classiques

II. Modélisation des systèmes physiques

III. Les potentiels interatomiques

III.1 L'approximation adiabatique

III.2 Les potentiels à deux corps – limitations

III.3 Les potentiels à plusieurs corps pour les systèmes métalliques

III.4 Les potentiels à plusieurs corps pour les semiconducteurs

III.5 Les potentiels EAM

III.6 Utilisation des données abinitio – Force matching

IV. La dynamique moléculaire classique :

IV.1 Les potentiels tronqués – la correction à longue portée

IV.2 Les conditions aux limites périodiques

a) Le critère de l'image minimale

b) La géométrie des surfaces

V.3 Les algorithmes d'intégration temporelle

a) L'algorithme de Verlet

b) L'algorithme Prédicteur-correcteur

V.3 Analyse et mesure

a) Initialisation de la simulation

b) Contrôle du système

c) Equilibration

d) Analyse statique

f) Analyse dynamique

V. La méthode de Monte Carlo classique

V.1 La loi des grands nombres

V.2 Le théorème de la limite centrale

V.3 Le calcul d'intégrale - Principe de l'échantillonnage

V.4 La chaîne de Markov

V.6 Le principe de la balance détaillée

V.7 L'échantillonnage d'importance

V.8 Cas de système physique - L'algorithme de Metropolis

V.9 Algorithme de Metropolis dans un ensemble canonique

V.10 Le modèle d'Ising

Mode d'évaluation : *Continu, Examen*

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

1. *Monte Carlo Simulation in Statistical Physics*, K. Binder, D. W. Heermann, Springer-Verlag-berlin (1992).
2. *A Guide to Monte carlo Simulations in Solid State Physics*, D. P. Landau, K. Binder, Cambridge University Press (2005)
3. *Computational Material Science*, W. Hargert, A. Ernst, M Dane, Springer-Verlag-berlin (2004).
4. *Electronic Structure Calculation for Solids and molecules*, J. Kohanoff, Cambridge University Press (2006)

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEM 1

Intitulé de la matière : Codes de calcul de simulation des solides

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*).

L'étudiant doit être capable de calculer les propriétés électroniques et physiques des corps solides simples ou binaires à haute symétrie cristalline en utilisant des codes de calculs *ab-initio*.

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

L'étudiant doit avoir de bonnes connaissances en DFT, en structures cristallines et en physique du solide d'une façon générale.

Contenu de la matière :

I. La méthode FP-LAPW

- 1) Présentation du code
- 2) Introduction et validation des données structurales
- 3) Le cycle self consistant
- 4) Optimisation du volume et du paramètre de maille
- 5) Echantillonnage de la zone de Brillouin et choix des points k
- 6) Tracé de la structure de bandes
- 7) Tracé de la densité d'états DOS

II. Méthode des pseudo-potentiels

- 1) Présentation du code
- 2) Introduction et validation des données structurales
- 3) Le cycle self consistant
- 4) Optimisation du volume et du paramètre de maille
- 5) Echantillonnage de la zone de Brillouin et choix des points k
- 6) Tracé de la structure de bandes
- 7) Tracé de la densité d'états DOS
- 8) Exemple de calcul de constantes élastiques
- 9) exemple de calcul de l'indice de réfraction

III. Mini projet : Etude et comparaison des structures électroniques d'un matériau simple ou binaire calculées par les deux méthodes. Calcul d'une propriété physique (élastique, optique ou magnétique)

Mode d'évaluation : *Continu, Mini project.*

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

- 1) S. Cottenier, Density Functional Theory and the family of (L)APW-methods: a step-by-step introduction ([http://www.wien2k.at/reg user/textbooks](http://www.wien2k.at/reg_user/textbooks)).
- 2) Electronic Structure, Richard Martin, Cambridge University Press (2004)
- 3) Atomic and Electronic Structure of solids, Efthimios Kaxiras, Cambridge University Press (2003)
- 4) Lectures on Electrons in Solids, Matthew Foulkes, Imperial College London (2006)
- 5) A Primer in Density Functional Theory, Lecture Notes in Physics, C. Fiolhais F. Nogueira M. Marques (Eds.), Springer-Verlag Berlin (2003).

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S 3

Intitulé de l'UE : UEM 1

Intitulé de la matière : Avant-projet PFE

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*).

L'étudiant doit être capable de décrire les grandes lignes de son projet de stage de recherche du semestre 4..

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

L'étudiant doit avoir les connaissances en théorie de physique des matériaux et en techniques expérimentales de caractérisation.

Contenu de la matière :

1. Familiarisation avec l'équipe de recherche
2. Recherche bibliographique
3. Familiarisation avec l'équipement préparatoire

Mode d'évaluation : examen final

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

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UED 1

Intitulé de la matière : Nanotechnologie

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*).

L'étudiant doit être capable de décrire quelques techniques de réalisation des nanostructures et des nanosystèmes (machines ou matériaux reconstitués à l'échelle moléculaire) et leurs applications.

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

L'étudiant doit avoir des connaissances sur les nanomatériaux.

Contenu de la matière :

- I. Généralités sur les Systèmes de faibles dimensions (Puits et boîtes Quantiques et Super réseaux)
- II. Nanostructures MEMS (systèmes micro-électromécaniques) et NEMS (systèmes nano-électromécanique)
- III. Microfluidité et ses applications
- IV. Nano-tribologie et nano-mécanique
- V. Introduction aux techniques Micro/Nano fabrication
- VI. Micro/Nano dispositifs

Mode d'évaluation : Evamen final

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

1. Springer Handbook of Nanotechnology, Bharat Bhushan, Spinger-Verlag Berlin (2003)
2. Les Nanosciences M. Lahmani, Ed Belin (2005)
3. Les Nanotechnologies M. Wautelet, Ed Dunod (2006)
4. Nanotructures theory and modeling, C. Delarue, M. Lannoo, Spinger-Verlag Berlin (2004)

Intitulé du Master : Master en Physique des matériaux

Semestre : S 3

Intitulé de l'UE : UET 1

Intitulé de la matière : Didactique de la Physique

Crédits : 2

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*).

L'étudiant doit être capable de distinguer entre les principaux repères qui constituent le fondement de la didactique des sciences physiques, ainsi que la nature de la démarche scientifique.

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

L'étudiant doit avoir des connaissances larges en physique générale.

Contenu de la matière :

- II. Bref aperçu historique de la démarche scientifique
- III. Critique des positions inductives.
- IV. Les modèles : outils de la connaissance.
- V. La démarche de modélisation dans l'enseignement de la physique
- VI. Notion de conception
- VII. Exemples de travaux relatifs aux conceptions
- VIII. Liens entre « expériences courantes » et conception; le raisonnement naturel.

Mode d'évaluation : examen final

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

- 1) Éléments de didactique des sciences physiques, G. Robardet, J. C. Guillaud, Ed Presse universitaires de France (1997)
- 2) Une didactique pour les sciences fondamentales, A. Giordan, Ed Belin (1998)

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

