

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

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

HARMONISATION

OFFRE DE FORMATION MASTER

ACADEMIQUE

Etablissement	Faculté	Département
Université Kasdi Merbah Ouargla	des Mathématiques et des Sciences de la Matière	Physique

Domaine : Sciences de la Matière (SM)

Filière : Physique

Spécialité : Physique des Matériaux

Année universitaire : 2016-2017

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مواظمة

عرض تكوين ماستر

أكاديمي

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة
فيزياء	كلية الرياضيات و علوم المادة	جامعة قاصدي مرباح ورقلة

الميدان : علوم المادة

الشعبة : فيزياء

التخصص : فيزياء المواد

السنة الجامعية: 2016-2017

II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements

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						9	18		
UEF1(Obligatoire)						5	10		
<i>Physique de la Matière Condensée</i>	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
<i>Physique Statistique & Phénomènes de Transport</i>	45h00	1h30	1h30			2	4	33%	67%
UEF2(Obligatoire)						4	8		
<i>Métallurgie Physique</i>	45h00	1h30	1h30			2	4	33%	67%
<i>Défauts dans les Matériaux</i>	45h00	1h30	1h30			2	4	33%	67%
UE méthodologie						5	9		
UEM1(Obligatoire)						5	9		
<i>Théorie des Groupes & Cristallographie</i>	45h00	1h30		1h30		2	4	50%	50%
<i>Modélisation & Simulation Numérique 1</i>	60h00	1h30		2h30		3	5	50%	50%
UE découverte						2	2		
UED1(Obligatoire)						2	2		
<i>Physique des Lasers & Optoélectronique</i>	45h00	1h30	1h30			2	2	00%	100%
UE transversales						1	1		
UET1(Obligatoire)						1	1		
<i>Anglais scientifique et technique</i>	22h30	1h30				1	1	00%	100%
Total Semestre 1	375h00	13h30	7h30	4h00		17	30	00%	100%

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						9	18		
UEF1(Obligatoire)						5	10		
<i>Physique Quantique du Solide</i>	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
<i>Modélisation & Simulation Numérique 2</i>	45h00	1h30	1h30			2	4	33%	67%
UEF2(Obligatoire)						4	8		
<i>Transformations de Phase dans les Matériaux</i>	45h00	1h30	1h30			2	4	33%	67%
<i>Phénomènes de Diffusion</i>	45h00	1h30	1h30			2	4		
UE méthodologie						5	9		
UEM1(Obligatoire)						5	9		
<i>Techniques Spectroscopiques</i>	60h00	1h00		3h00		3	5	50%	50%
<i>Traitement du Signal</i>	45h00			3h00		2	4	50%	50%
UE découverte						2	2		
UED1(Obligatoire)						2	2		
<i>Élaboration des Matériaux en Couches Minces</i>	45h00	1h30	1h30			2	2	00%	100%
UE transversales						1	1		
UET1(Obligatoire)						1	1		
<i>Ethique et déontologie</i>	22h30	1h30				1	1	00%	100%
Total Semestre 1	375h00	11h30	7h30	6h00		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						9	18		
UEF1(Obligatoire)						5	10		
<i>Méthodes d'Analyse & de Caractérisation des Matériaux</i>	67h30	3h00	1h30			3	6	33%	67%
<i>Traitements des Métaux</i>	45h00	1h30	1h30			2	4	33%	67%
UEF2(Obligatoire)						4	8		
<i>Semiconducteurs & Diélectriques</i>	45h00	1h30	1h30			2	4	33%	67%
<i>Supraconductivité & Magnétisme</i>	45h00	1h30	1h30			2	4		
UE méthodologie						5	9		
UEM1(Obligatoire)						5	9		
<i>TP Matériaux</i>	60h00	1h00		3h00		3	5	50%	50%
<i>Recherche Bibliographique & Communication Scientifique</i>	45h00			3h00		2	4	50%	50%
UE découverte						2	2		
UED1(Obligatoire)						2	2		
<i>Spintronique & Nanotechnologies</i>	45h00	1h30	1h30			2	2	00%	100%
UE transversales						1	1		
UET1(Obligatoire)						1	1		
<i>Législation</i>	22h30	1h30				1	1	00%	100%
Total Semestre 1	375h00	11h30	7h30	6h00		17	30		

III - Programme détaillé par matière

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : *Physique de la Matière Condensée*

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Fournir aux étudiants la base théorique nécessaire à la compréhension des phénomènes observés dans les matériaux solides.

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique quantique

Contenu de la matière :

Structure cristalline et diffraction : introduction, réseaux cristallins, réseaux de Bravais, réseaux réciproques, zones de Brillouin, cellule de Wigner-Seitz, diffusion élastique, diffraction par un réseau : rayons X/électrons/neutrons, conditions de Laue, loi de Bragg, facteur de structure, facteur de forme atomique, règles de sommes, analyse de Fourier, facteur de Debye-Waller

Liaisons chimiques dans les solides : métallique, ionique, covalente, mixte, de van der Waals, à pont hydrogène, énergie de cohésion

Vibrations thermiques du réseau – phonons : Cristal à un atome par maille, modes acoustiques, cristal à deux atomes par maille, modes optiques, relation de dispersion des phonons, polarisation, densité d'états, propriétés thermiques, température de Debye, constantes élastiques, chaleur spécifique, modèles d'Einstein et de Debye, loi de Dulong-Petit, effets harmoniques et anharmoniques, dilatation et conductivité thermique, diffusion des phonons, détermination expérimentale : diffusion inélastique des neutrons

Cinétique des électrons : modèle de Drude, collisions, libre parcours moyen, temps de relaxation, vitesse d'entraînement, mobilité, conductivité électrique, loi d'Ohm, loi de Matthiessen, conductivité thermique, loi de Wiedemann-Franz, émission thermoionique des électrons, fonction de travail, potentiel de contact, effet Hall

Bandes d'énergie I : Modèle des électrons presque libres : Fonction d'onde d'un électron dans un potentiel périodique, fonction de Bloch, représentation de zone étendue, représentation de zone réduite, modèle des électrons presque libres, électron dans un potentiel périodique, remplissage d'une bande d'énergie, classification des matériaux

Bandes d'énergie II : Modèle des liaisons fortes : bande d'énergie à une dimension, cas de trois dimensions, vitesse de groupe, accélération, masse effective

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

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

M.P. MARDER – *Condensed matter physics* – 2010

H. IBACH et al – *Solid state physics* – 4th Edition – 2009

C. KITTEL – *Introduction to solid state physics* – 8th Edition – 2005

H.T. DIEP - *Physique de la matière condensée* – 2003

L. MIHALY – *Solid state physics – Problems & solutions* – 1996

H.M. ROSENBERG – *The solid state: An introduction to the physics of crystals* – 1978

N.W. ASHCROFT et al – *Solid state physics* – 1976

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : *Physique Statistique & Phénomènes de Transport*

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Familiariser l'étudiant aux concepts physiques et aux méthodes de base nécessaires à la description de systèmes faisant intervenir un très grand nombre de particules.

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique quantique

Contenu de la matière :

- ♦ *Intérêt de la physique statistique à l'équilibre et hors d'équilibre, non déterminisme intrinsèque, espace des phases, distribution binomiale, de Poisson, loi des grands nombres.*
- ♦ *Rappels sur la distribution de Boltzmann, fonction de partition, calcul de moyennes usuelles, rappels de théorie cinétique des gaz et lien avec la thermodynamique classique.*
- ♦ *Ensembles de la physique statistique d'équilibre : micro-canonique, canonique, grand canonique.*
- ♦ *Calcul de grandeurs thermodynamiques : entropie, fonction de partition du gaz parfait monoatomique, capacité calorifique, applications au magnétisme, potentiel chimique.*
- ♦ *Évolution des densités d'états : opérateur densité, équations de Liouville, fluctuations.*
- ♦ *Statistiques quantiques : Bose-Einstein, Fermi-Dirac, applications : gaz d'électrons.*
- ♦ *Phénomènes de transport : introduction, équation de Boltzmann, équation de Boltzmann linéarisée, applications : loi d'ohm, autres conductivités, calcul du coefficient de diffusion par l'équation de Boltzmann, électrons dans un champ électrique fort, différents types de collisions dans les solides*

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :

R.K. PATHRIA – Statistical mechanics, 3rd Edition – 2011

K. HUANG – Introduction to statistical physics – 2010

C. HERMANN – Statistical physics: applications to condensed matter – 2005

L.A. GIRIFALCO – Statistical mechanics of solids – 2000

D. TER HAAR – Elements of statistical mechanics – 1995

L.E. REICHL – A modern course in statistical mechanics – 1991

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEF2

Intitulé de la matière : Métallurgie Physique

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Fournir aux étudiants les bases nécessaires à la compréhension des phénomènes observés dans les matériaux métalliques.

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique, électricité & magnétisme

Contenu de la matière :

Classes de matériaux : Céramiques et oxydes, verres, métaux, polymères

Structure : structures cristallines, structures amorphes, imperfections

Diffraction des rayons X : production et détection, méthodes expérimentales, applications

Propriétés mécaniques : constantes élastiques, rapport de Poisson, élasticité – plasticité, défauts ponctuels et dislocations, déformation à basse et haute température, point de rupture, fluage – fatigue, dureté, durcissement, clivage, fissuration, fracture

Autres propriétés : électroniques, thermiques, électriques, magnétiques, optiques, thermodynamiques

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

W.D. CALLISTER Jr – Materials science & engineering: Introduction – 8th Edition – 2010

D.R. ASKELAND – Essentials of materials science & engineering – 2009

J. MARTIN – Materials for engineering – 3rd Edition – 2006

R.A. HIGGINS – Engineering metallurgy. 1. Applied physical metallurgy – 6th Edition – 1993

D.A. PORTER et al – Phase transformations in metals & alloys – 1981

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEF2

Intitulé de la matière : *Défauts dans les Matériaux*

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Découvrir les différents défauts et leurs rôles dans les matériaux.

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique quantique, cristallographie

Contenu de la matière :

0. Introduction : structure et propriétés des défauts dans les matériaux solides

I : Rappels et compléments sur la structure cristalline : introduction, définitions, principaux types de structures cristallines, polymorphisme – transformations allotropiques, anisotropie cristalline, projection stéréographique

II : Les défauts ponctuels : définitions, interstitiels, lacunes, atomes en substitution, mise en évidence expérimentale, énergie de formation et concentration de défauts, applications : approche microscopique de la diffusion et coloration des cristaux ioniques

III : Les dislocations : introduction, concept de dislocations, caractérisation d'une dislocation, types de dislocations, mouvements des dislocations, dislocations imparfaites et défauts d'empilement, champs de contraintes et de déformations, forces exercées sur une dislocation, interactions de dislocations, multiplication de dislocations, dissociation de dislocations, méthodes d'observation des dislocations, application : approche microscopique de la déformation plastique

IV : Joints de grains : définitions, paramètres du joint de grains, joints de grains–dislocations, joints de grains–contraintes, caractéristiques géométriques de la désorientation, orientation d'un grain, axe de désorientation, angle de désorientation, classification des joints de grains, joints à faible angle, joints C.S.L. (Coincidence Site Lattice), réseau 'O' et dislocations primaires, réseau DSC et dislocations secondaires, critères de spécialité

V : Surfaces

VI : Ségrégations, amas et précipités : solutions solides et précipitation, amas de surstructures, pré-précipités et précipités

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

D. HULL – Introduction to dislocations – 5th Edition – 2011

H.J. BUTT – Physics & chemistry of interfaces – 2003

P.B. HIRSCH – Physics of metals: 2.defects – 1975

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : Théorie des Groupes et Cristallographie

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Fournir aux étudiants les bases nécessaires à la compréhension des phénomènes de diffraction par les réseaux.

Connaissances préalables recommandées :

Électricité & magnétisme

Contenu de la matière :

- A. *Définition d'un groupe, exemple
Opérations de symétrie
Représentations irréductibles
Caractères d'une représentation
Table de caractères
Notation de Schönflies, notation de Hermann-Mauguin
Détermination de groupes spatiaux et de structures cristallines, réseaux de Bravais*
- B. *Production et propriétés des rayons X, équations de Laue, loi de Bragg
Géométrie de la diffraction des rayons X : utilisation du réseau réciproque
Distance interplanaire de différents systèmes cristallins
Techniques expérimentales : monocristal, méthode de Laue, polycristal, méthode de Debye-Scherrer*

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

Y. WASEDA et al – X-ray diffraction crystallography – 2011

C. HAMMOND – Basics of crystallography & diffraction – 3rd Edition – 2009

S.K. CHATTERJEE – Crystallography & world of symmetry – 2008

M.S. DRESSELHAUS et al – Group theory. Application to the physics of condensed matter – 2008

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : Modélisation & Simulation Numérique 1

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Familiariser l'étudiant aux outils de la modélisation et de la simulation numérique : système d'exploitation UNIX, langage de programmation et algorithmes élémentaires.

Connaissances préalables recommandées :

Analyse numérique

Contenu de la matière :

0. Introduction aux méthodes de programmation des algorithmes numériques appliquées aux matériaux, système UNIX, langage de programmation évolué, quelques logiciels utiles.

1. Rappels sur les systèmes d'équations linéaires et les inversions de matrices.

2. Résolution des équations et systèmes non linéaires : application à la recherche des valeurs nulles des équations transcendantes.

3. Interpolation polynomiale.

4. Approximations de données, lissage des courbes, méthode des moindres carrés.

5. Intégrations numériques.

6. Résolution des équations différentielles.

7. Calculs des équations aux dérivées partielles.

8. Description par la théorie des milieux continus : méthode des éléments finis

Mode d'évaluation : Examen

Références :

R.L. BURDEN – Numerical analysis, 9th Edition – 2011

M. PALMER – Guide to Unix using Linux – 4th Edition – 2008

S.J. CHAPMAN – Fortran 95-2003 for scientists & engineers – 3rd Edition – 2007

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UED1

Intitulé de la matière : Physique des Lasers & Optoélectronique

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Comprendre le rayonnement laser et ses applications dans les systèmes de transmission et de traitement des signaux photoniques.

Connaissances préalables recommandées :

Électromagnétisme, optique, électronique

Contenu de la matière :

Rappels sur les interactions rayonnement-matière

Rappels de l'optique physique et de l'optique géométrique

Résonances optiques

Oscillations laser

Différents types de laser

Effet électro-optique et modulation optique

Transmission guidée

Matériaux optoélectroniques

Mode d'évaluation : Examen

Références :

O. SVELTO – Principles of lasers – 5th Edition – 2010

F. MITSCHKE – Fiber optics: physics & technology – 2009

R. MENZEL – Photonics: linear & nonlinear interactions of laser light & matter – 2007

K. THYAGARAJAN – Fiber optic essentials – 2007

J. PIPREK – Optoelectronic devices: simulation & analysis – 2005

E. ROSENCHER et al – Optoélectronique – 2002

K. SHIMODA – Introduction to laser physics – 1991

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Anglais Scientifique et Technique*

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : *UET1*

Intitulé de la matière : *Anglais Scientifique et Technique*

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Maîtriser la langue anglaise qui est aujourd'hui la langue véhiculaire internationale dans le domaine des sciences et technologies afin de mieux lire, comprendre et écrire les articles en anglais.

Connaissances préalables recommandées :

Anglais élémentaire

Contenu de la matière :

Apprentissage de l'anglais et de la terminologie scientifique en relation avec la spécialité.

Mode d'évaluation : *Examen*

Références :

I. EISENBACH – English for materials science & engineering – 2011

F. ZIMMERMAN – English for science: instructor's manual – 1989

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Physique Quantique du Solide

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Approfondir les bases théoriques de la physique du solide.

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique quantique, physique statistique

Contenu de la matière :

Gaz d'électrons sans interaction

Approximation de Born-Oppenheimer

Méthode de la seconde quantification

Approximation de Hartree-Fock

Gaz d'électrons avec interaction

Moments magnétiques locaux dans les métaux

Gel des moments locaux : problème de Kondo

Écrantage et plasmons

Bosonisation

Interactions électron-réseau

Supraconductivité

Transitions de phase quantiques

Théorie de la densité fonctionnelle

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

L. SANDER – Advanced condensed matter physics – 2009

S. FUJITA – Quantum theory of conducting matter – Bloch electrons – 2007

P. PHILLIPS – Advanced solid state physics – 2003

P.L. TAYLOR – Quantum approach to condensed matter physics – 2002

N.H. MARCH – Electron correlation in the solid state – Imperial College – 1999

A.O.E. ANIMALU – Intermediate quantum theory of crystalline solids – 1977

C. KITTEL – Quantum theory of solids – 1963

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Modélisation & Simulation Numérique 2

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Initier aux méthodes de simulation numérique, qui permettent de concevoir et valider des modèles et de tester les théories disponibles, en étudiant le comportement et les propriétés d'un matériau.

Connaissances préalables recommandées :

Analyse numérique, PM1.6

Contenu de la matière :

- 1. Rappels des ensembles statistiques. Introduction de l'intégrale de configuration et équipartition généralisée*
- 2. Méthode de Monte Carlo Metropolis*
- 3. Méthode de la dynamique moléculaire et comparaison des deux méthodes*
- 4. Modélisation des interactions entre atomes*
- 5. Calcul des propriétés physiques : chaleur spécifique, fonction de distribution radiale, paramètres d'ordre, coefficient de diffusion, etc.*
- 6. Méthodes Hartree-Fock (HF) et théorie de la densité fonctionnelle (DFT) : mise en œuvre (choix des bases, pseudo-potentiels atomiques, algorithmes utilisés)*
- 7. Dynamique moléculaire ab initio*

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

- K. BINDER – Monte Carlo simulation in statistical physics: introduction, 5th Edition – 2010*
D. MARX – Ab initio molecular dynamics – 2009
D.S. SHOLL – DFT: a practical introduction – 2009
P. DEUFLHARD – Computational molecular dynamics – 1999
B. LAPEYRE – Méthodes de Monte Carlo : transport & diffusion – 1998
H. ESCHRIG – Fundamentals of DFT – 1996
G.S. FISHMAN – Monte Carlo: concepts, algorithms & applications – 1996
J.M. HAILE – Molecular dynamics simulation: elementary methods – 1992

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEF2

Intitulé de la matière : *Transformations de Phase dans les Matériaux*

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Comprendre les transitions et les équilibres de phases dans les matériaux en se référant aux principes thermodynamiques.

Connaissances préalables recommandées :

PM1.1, PM1.3

Contenu de la matière :

- 1. Aspects thermodynamiques généraux** : cinétique d'une transformation, état transitoire activé, énergie interne d'activation, distribution de l'énergie cinétique
- 2. Croissance cristalline et solidification (concepts de base)** : état solide et état liquide, interface liquide / solide, germination et croissance, solidification
- 3. Classification générale des transformations de phases et problèmes de germination de la nouvelle phase** : introduction, classification générale des transformations de phases, problèmes de germination de la nouvelle phase
- 4. Cinétique des transformations dans les métaux et les alliages à l'état solide** : caractères généraux des transformations à l'état solide, amorçage des réactions procédant par germination et croissance, théorie classique de la germination, théorie de la décomposition spinodale, insuffisances des théories précédentes, germination homogène et hétérogène
- 5. Rôle de l'énergie de déformation élastique et de l'énergie d'interface** : cohérence totale, semi-cohérence et incohérence totale, caractéristiques des phase formées par précipitation, structures "modulées"
- 6. Mécanismes de croissance des cristaux lors des transformations sans diffusion** : transformation "normale", transformation martensitique, transformation "massive", argument thermodynamique de la possibilité de formation de la nouvelle phase sans diffusion
- 7. Types de transformations avec diffusion** : introduction, précipitation continue, précipitation discontinue

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

D.A. PORTER and K.E. EASTERLING – Phase transformations in metals & alloys – Van Nostrand Reinhold – 1981

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEF2

Intitulé de la matière : Phénomènes de Diffusion

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Comprendre le transfert de particules dans un solide et ses conséquences sur le comportement et les propriétés des matériaux.

Connaissances préalables recommandées :

PM1.4

Contenu de la matière :

Introduction

Flux de particules, coefficient de diffusion, lois de diffusion de Fick

Mécanismes atomiques, effets de corrélation

Diffusion interstitielle

Processus de sauts aléatoires

Effet de la température, activation thermique, loi d'Arrhénius

Régime permanent

Régime non permanent

Résolution de l'équation de diffusion

Homogénéisation

Carburation de l'acier

Autres exemples

Diffusion substitutionnelle

Autodiffusion

Diffusion lacunaire

Diffusion dans des alliages substitutionnels

Diffusion dans des alliages substitutionnels dilués

Mobilité atomique

Diffusion des traceurs dans des alliages binaires

Chemins de diffusion rapide (courts-circuits) : joints de grains, surfaces libres, dislocations

Diffusion en présence d'une force de transport, loi de Nernst-Einstein, applications

Diffusion dans des systèmes binaires polyphasés, diffusion chimique, effet Kirkendall

Diffusion dans des alliages ternaires

Diffusion et transformations de phase

Méthodes expérimentales pour l'étude de la diffusion

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

P. HEITJANS – Diffusion in condensed matter – 2005

D.L. BEKE – Diffusion in semiconductors & non-metallic solids – 1998

P. SHEWMON – Diffusion in solids – 1998

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : Techniques Spectroscopiques

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Savoir analyser et caractériser un matériau en interprétant les spectres du rayonnement électromagnétique qui en proviennent.

Connaissances préalables recommandées :

Électromagnétisme

Contenu de la matière :

Spectroscopie des molécules : spectres rotationnels, vibrationnels, vibro-rotationnels

Spectroscopie Raman

Spectroscopie électronique

Spectroscopie RMN : magnétisme nucléaire, phénomène de résonance magnétique nucléaire, appareillage en résonance magnétique nucléaire, déplacement chimique, couplage spin-spin

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

B.C. SMITH – Fundamentals of Fourier transform infrared spectroscopy – 2011

H. KUZMANY – Solid-state spectroscopy: introduction – 2009

D.L. PAVIA – Introduction to spectroscopy – 2009

G. LIU – Spectroscopic properties of rare earths in optical materials – 2005

J.M. HOLLAS – Modern spectroscopy – 4th Edition – 2004

S. SVANBERG – Atomic & molecular spectroscopy – 2004

J. BROWN – Rotational spectroscopy of diatomic molecules – 2003

J.R. FERRARO – Introductory Raman spectroscopy – 2003

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : Traitement du Signal

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Comprendre comment monter une expérience de mesure physique et acquérir les données à mesurer.

Connaissances préalables recommandées :

Électronique

Contenu de la matière :

Types de transducteurs

Détection du signal d'un transducteur

Acquisition du signal par un micro-ordinateur

Techniques de traitement du signal : réduction du rapport bruit/signal, transformée de Fourier rapide (FFT), etc.

Automatisation des mesures

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

V.K. INGLE – Digital signal processing using MATLAB – 3rd Edition – 2011

S.K. ISLAM – Sensors & low power signal processing – 2010

J. WILSON – Sensor technology handbook - Transducers – 2005

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UED1

Intitulé de la matière : *Élaboration des Matériaux en Couches Minces*

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Maîtriser et comprendre les techniques de dépôt d'une couche mince d'un matériau donné sur un substrat.

Connaissances préalables recommandées :

Électricité et magnétisme

Contenu de la matière :

1. Généralités

2. Évaporation sous vide : *mécanisme d'évaporation, sources d'évaporation, préparation des couches minces composées de semiconducteur ou d'alliage métallique, mécanisme de croissance*

3. Pulvérisation : *mécanisme de la pulvérisation, taux de pulvérisation, différents modes de pulvérisation, tension d'autopolarisation, schéma électrique et répartition des tensions, circuit d'accord, pulvérisation magnétron, pulvérisation triode*

4. Dépôt par CVD et PECVD : *principe de dépôt par CVD, limitation du CVD, dynamique des gaz dans le réacteur CVD, phénomène de transport, mécanisme de dépôt, système de dépôt par CVD, PECVD (Plasma Enhanced CVD)*

5. Dépôt par faisceaux d'ions : *sources d'ions, extraction de faisceaux d'ions, dépôt de faisceaux d'ions secondaires, dépôt de faisceaux d'ions primaires, dépôt par ions plating, effet du bombardement ionique*

6. Mécanisme de croissance des couches minces : *mécanisme de nucléation, condensation, formation de la couche et croissance, taux de croissance*

7. Méthodes de mesure de l'épaisseur des couches minces

Mode d'évaluation : Examen

Références :

C. ZEXIAN – Thin film growth: physics, materials science & applications – 2011

J.A. VENABLES – Introduction to surface & thin film processes – 2000

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UET1

Intitulé de la matière : *Ethique et déontologie*

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).

Dispenser dans le cadre de ce cours les principes qui régissent le comportement des différents acteurs de l'enseignement supérieurs. Un accent particulier sera mis sur l'éthique en matière de publication de papiers scientifique.

Connaissances préalables recommandées :

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

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction

Chapitre 2 : Science et éthique

Chapitre 3 : Ethique dans l'enseignement supérieur

Chapitre 4 : Ethique dans la publication de papiers de recherche

Mode d'évaluation : Examen

Références :

(Livres et photocopiés, sites internet, etc).

- IEEE ethics in paper publishing

- www.IEEE.org

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Méthodes d'Analyse et de Caractérisation des Matériaux

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Connaître et comprendre les différentes méthodes expérimentales servant à analyser et caractériser les matériaux

Connaissances préalables recommandées :

Électricité et magnétisme, électromagnétisme, thermodynamique

Contenu de la matière :

1. Spectroscopie d'absorption I.R. : *spectre de rotation et de vibration, spectrométrie micro-ondes et infra-rouge*

2. Spectroscopie de diffusion : *spectre Raman, spectre d'absorption / spectre de diffusion, spectromètre Raman*

3. Spectres électroniques des molécules diatomiques : *spectre vibro-électronique, principe de Frank-Condon*

4. Ellipsométrie optique : *principe, application aux couches minces*

5. Spectroscopie de masse : *principe et caractéristiques d'un spectromètre de masse, spectromètres à simple et à double fente, analyse isotopique, SIMS : spectromètre de masse des ions secondaires*

6. Spectroscopie des rayons X : *production et détection des rayons X, fluorescence X, EXAFS, ESCA, rayonnement synchrotron*

7. Spectroscopie des électrons : *microscopies électroniques à transmission MET et à balayage MEB, microscopie à effet tunnel, spectroscopie Auger, applications : géologie, métallurgie*

8. Spectroscopie nucléaire : *activation neutronique, analyse / faisceaux d'ions : PIXE, RBS*

9. Calorimétrie : *chaleur spécifique, DSC, DTA*

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :

A. OMAR – Electromagnetic scattering & material characterization – 2011

N.V. TKACHENKO – Optical spectroscopy: methods & instrumentations – 2006

A.M. ELLIS – Electronic & photoelectron spectroscopy – 2005

J.H. GROSS – Mass spectrometry – 2004

P.E.J. FLEWITT – Physical methods for materials characterization – 2003

W. SCHATTKE – Solid state photoemission & related methods – 2003

J.F. WATTS – Introduction to surface analysis by XPS & AES spectroscopies – 2003

A.J. MILLING – Surface characterization methods – 1999

L.J. CLARKE – Surface crystallography: LEED introduction – 1985

R.L. PARK – Solid state physics & surfaces: experimental methods – 1985

R.F. EGERTON – Principles of electron microscopy: TEM, SEM & AEM – 2005

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Traitements des Métaux

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Comprendre les différents traitements métallurgiques que subissent les métaux en vue de leurs applications.

Connaissances préalables recommandées :

PM1.3

Contenu de la matière :

Métallurgie d'élaboration

Alliages ferreux : diagrammes d'équilibre Fe-C, aciers et fontes alliés et non alliés, traitement thermique, aciers inoxydables, aciers à outils, structure micrographiques des aciers et fontes

Alliages non ferreux

Métallurgie des poudres : frittage

Traitements et revêtements de surface

Corrosion électrochimique : thermodynamique, cinétique, méthodes de protection, essais de corrosion

Méthodes d'essais

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

W.F. HOSFORD – Metal forming: mechanics & metallurgy – 4th Edition – 2011

R. YIN – Metallurgical process engineering – 2011

O.N. SENKOV – Metallic materials with high structural efficiency – 2004

J. CAMPBELL – Castings: new metallurgy of cast metals – 2003

K.I. POPOV – Fundamental aspects of electrometallurgy – 2002

J. BARRALIS et al – Précis de métallurgie – Nathan – 1997

R.A. HIGGINS – Engineering metallurgy. 1. Applied physical metallurgy, 6th Edition – 1993

K.E. EASTERLING – Introduction to physical metallurgy of welding – 1992

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEF2

Intitulé de la matière : Semiconducteurs & Diélectriques

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Étudier les propriétés diélectriques et semiconductrices des matériaux à la lumière des modèles électroniques se basant sur la mécanique quantique.

Connaissances préalables recommandées :

PM1.1

Contenu de la matière :

Semiconducteurs : densité d'états, probabilités d'occupation, semiconducteurs intrinsèques et extrinsèques, structure de bande de Si et Ge, densité des porteurs de charge, dopage p et n, transport et équations de continuité, relation d'Einstein, conductivité, jonctions PN et Schottky, zone désertée, potentiel de diffusion, transistors, structure et transistor MOS, technologie des composants intégrés, optoélectronique

Diélectriques : polarisation, constante diélectrique ϵ , fonction diélectrique, champ local, champ de Lorentz, champ dépolarisant, formule de Clausius-Mossotti, indice de réfraction, ϵ en fonction de la fréquence, relaxation diélectrique, ferroélectricité, piézoélectricité, pyroélectricité, claquage diélectrique

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

M. GRUNDMANN – Physics of semiconductors – 2010

H. MATHIEU – Physique des semiconducteurs & composants électroniques – 6ème Edition – 2009

K.C. KAO – Dielectric phenomena in solids – 2004

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEF2

Intitulé de la matière : Supraconductivité & Magnétisme

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Étudier les divers phénomènes de magnétisme et de supraconductivité qui apparaissent dans certains matériaux suite à la mise en ordre de certains électrons au-dessous d'une température critique.

Connaissances préalables recommandées :

PM1.1, PM2.1

Contenu de la matière :

Supraconductivité : température critique, résistivité nulle, effet Meissner, diamagnétisme parfait, effet isotopique, modèle phénoménologique, équations de London, profondeur de pénétration, théorie de Ginzburg-Landau, paramètre d'ordre, longueur de cohérence, théorie BCS, paires de Cooper, supraconducteurs de type I et de type II, champs critiques, état intermédiaire, vortex, chaleur spécifique, gap d'énergie, quantification du flux, effet Josephson, SQUIDS, supraconductivités à haute température (cuprures, pnictures)

Magnétisme : moments angulaire et magnétique d'un atome, couplage spin-orbite, règles de Hund, aimantation, susceptibilité magnétique, diamagnétisme, paramagnétisme, loi de Curie, modèle de Heisenberg, mise en ordre magnétique, intégrales d'échange, modèle du champ moyen (Weiss), ferromagnétisme, température de Curie, domaines ferromagnétiques, parois de Bloch, anisotropie magnétocristalline, hystérésis, ondes de spin, modèle de bande du ferromagnétisme, antiferromagnétisme, température de Néel, ferrimagnétisme

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

R.N. BHATTACHARYA – High temperature superconductors – 2010

Y. IZYUMOV – High-Tc superconductors based on FeAs compounds – 2010

J.M.D. COEY – Magnetism & magnetic materials – 2009

C.P. POOLE Jr – Superconductivity – 2007

P. MOHN – Magnetism in the solid state: an introduction – 2006

W. BUCKEL – Superconductivity: fundamentals & applications – 2004

S. BLUNDELL – Magnetism in condensed matter – 2001

T. TSUNETO – Superconductivity & superfluidity – 1998

M. TINKHAM – Introduction to superconductivity_2nd Edition – 1996

P.G. de GENNES – Superconductivity of metals & alloys – 1966

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : TP Matériaux

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Réaliser des expériences physiques portant sur l'étude des propriétés des matériaux.

Connaissances préalables recommandées :

PM 1.1, PM1.3

Contenu de la matière :

Préparations d'échantillons,

Diffraction aux rayons X,

Mesures de micro-dureté,

Autres expériences.

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : Recherche Bibliographique & Communication Scientifique

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Maîtriser les méthodes de localisation et d'exploitation des ressources documentaires en bibliothèque (ISBN, numéro de classement, etc.) et par internet (par moteurs de recherche, SNDL, etc.), ainsi que les techniques de communication scientifique (présentation des résultats par poster, oral, mémoire, article, etc.)

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Ce travail préliminaire de recherche bibliographique et de présentation concernera directement le projet de stage du semestre 4 initié par un enseignant membre de l'équipe de formation.

Mode d'évaluation : Contrôle continu + Examen

Références :

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UED1

Intitulé de la matière : Spintronique & Nanotechnologies

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Introduire ce domaine des nanomatériaux où les propriétés électroniques sont associées aux propriétés magnétiques pour réaliser de nouvelles applications technologiques et lancer de nouveaux défis théoriques fondamentaux.

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique quantique, électronique.

Contenu de la matière :

Principe de base et propriétés fondamentales

Implication de l'échelle nanométrique sur les propriétés physiques et chimiques

Méthode d'élaboration des nanomatériaux et des nanoparticules

Procédés de fabrication des matériaux massifs nanostructurés et des matériaux nanoporeux

Application des nanomatériaux en spintronique : magnéto-résistance géante, enregistrement magnétique, valves de spins, MRAM

Mode d'évaluation : Examen

Références :

Y.B. Xu – Spintronic materials & technology – 2007

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UET1

Intitulé de la matière : Législation

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 fondamentales en droit qui permettront de disposer d'éléments de bases en droit et législation

Connaissances préalables recommandées :

(Descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).

Contenu de la matière :

1- Proposer et développer les éléments juridiques nécessaires au futur diplômé dans le cadre de sa vie professionnelle.

2- Notions fondamentales de droit et réglementation

3- Présentation des cas pratiques

Mode d'évaluation : Examen

Références :

1- Jean-Pierre Beurier et Alexandre-Charles Kiss, Droit international de l'environnement, Pédone, 2004

2- Jean-Claude Fritz (dir.), Marguerite Boutelet (dir.), L'ordre public écologique. Towards an ecological public order, Bruxelles, Bruylant, 2005

3- Martine Rémond-Gouilloud, Du droit de détruire, PUF, 1989

4- Raphaël Romi, Droit de l'environnement, Montchrestien, 2010