

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

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

# **HARMONISATION**

## **OFFRE DE FORMATION MASTER**

### **ACADEMIQUE/PROFESSIONNALISANT**

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

**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

# SOMMAIRE

<b>I - Fiche d'identité du Master</b>	<b>04</b>
1 - Localisation de la formation	05
2 - Partenaires de la formation	05
3 - Contexte et objectifs de la formation	06
A - Conditions d'accès	06
B - Objectifs de la formation	06
C - Profils et compétences visées	07
D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité	07
E - Passerelles vers les autres spécialités	08
F - Indicateurs de suivi de la formation	08
G - Capacités d'encadrement	08
4 - Moyens humains disponibles	09
A - Enseignants intervenant dans la spécialité	09
B - Encadrement Externe	10
5 - Moyens matériels spécifiques disponibles	12
A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements	12
B- Terrains de stage et formations en entreprise	22
C - Laboratoires de recherche de soutien au master	22
D - Projets de recherche de soutien au master	23
E - Espaces de travaux personnels et TIC	24
<b>II - Fiche d'organisation semestrielle des enseignement</b>	<b>25</b>
1- Semestre 1	26
2- Semestre 2	27
3- Semestre 3	28
4- Semestre 4	29
5- Récapitulatif global de la formation	29
<b>III - Programme détaillé par matière</b>	<b>30</b>
<b>IV – Accords / conventions</b>	<b>78</b>

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

## **1 - Localisation de la formation :**

**Faculté (ou Institut) : Faculté des sciences et de la Technologie**

**Département : Sciences de la Matière**

## **2- Partenaires de la formation \*:**

- autres établissements universitaires :

- entreprises et autres partenaires socio économiques :

Centres de recherche en énergie solaire : Ghardaia, UDTS, CDTA, CDER

Entreprises de profil industriel ayant une vocation de recherche, telles que la Sonatrach

Centre de recherche en énergie nucléaire ; Birine

- Partenaires internationaux :

Département de Physique et d'Astronomie, Univ. De Nottingham, Grande Bretagne

Institut de chimie de la matière condensée, Univ. Bordeaux 1 , France

Laboratoire de Physique de la matière condensée, Univ. Valence, Espagne

Laboratoire Conditions Extrêmes et Matériaux Haute Température et Irradiations ;

Univ. Orléans, France

\* = Présenter les conventions en annexe de la formation

### **3 – Contexte et objectifs de la formation**

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

Le parcours Master en physique des matériaux proposé est destiné aux étudiants ayant suivi avec succès une formation de Licence en physique, option:

- Physique des Matériaux
- Physique fondamentale
- Physique théorique
- Physique des rayonnements

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

Le programme du master en physique des matériaux a pour objectif principal de préparer l'étudiant à l'étape du doctorat. A l'issue de la formation, l'étudiant doit être capable de montrer une bonne connaissance des différentes classes de matériaux et de leurs propriétés principales, de leur mode d'élaboration, ainsi qu'une bonne connaissance des techniques expérimentales de caractérisation des matériaux. L'étudiant doit également être capable de prouver une bonne compréhension des propriétés physiques des solides étudiés par les outils de la mécanique quantique, telles que les propriétés électroniques, optiques, élastiques, thermiques, diélectriques, et magnétiques. Il doit être apte à manipuler avec aisance quelques codes de calculs des propriétés des solides. Il doit être capable d'aborder les matériaux innovants, notamment, les nanomatériaux et de leur technologie. Cette formation sera consolidée enfin de cycle par un stage dans un laboratoire de recherche dans le but de tester non seulement le degré d'acquisition des connaissances enseignées mais surtout d'évaluer l'aptitude de l'étudiant à entamer des études doctorales et de juger de la pertinence de son recrutement dans un laboratoire de recherche en qualité de thésard.

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

Le programme de master en physique des matériaux permet à l'étudiant d'acquérir une bonne connaissance de la structure cristalline des solides et des propriétés physiques des solides, telles que les propriétés élastiques, thermiques électroniques et magnétiques, étudiées par les méthodes classiques. L'étudiant doit également être capable de montrer une bonne connaissance des principes de la mécanique quantique et notamment le formalisme mathématique. Ainsi, ce master va permettre à nos étudiants d'acquérir un ensemble d'éléments scientifiques de base à l'initiation à la recherche pour une éventuelle formation doctorale future. La filière Matériaux est en pleine expansion ce qui donne des chances réelles pour l'emploi. L'intégration de nos étudiants dans l'éducation nationale est aussi prévisible.

## **D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité des diplômés**

A l'issue de sa formation, l'étudiant peut intégrer les institutions scientifiques et industrielles suivantes :

- L'université
- Le laboratoire des Sciences et Informatique des Matériaux de l'université de Djelfa
- Centre de Recherche en Energie Nucléaire – Birine (W. de Djelfa)
- La direction de maintenance de Laghouat, TRC SONTARCH.
- SOANTRACH - Hassi R'Mel
- Centre de Recherche en Energie Solaire – Ghardaïa
- Les laboratoires de recherches universitaires dans le domaine des sciences des matériaux d'une façon générale.
- Les laboratoires de recherche des centres de recherches nationaux travaillant dans le domaine des matériaux nouveaux comme l'UDTS, CDTA, CDER,...

- Les entreprises de profil industriel ayant une vocation de recherche, telles que la SONATRACH.

## **E – Passerelles vers d'autres spécialités**

## **F – Indicateurs de suivi de la formation**

- Conseil de suivi du master: Ce conseil est constitué par les responsables du domaine (en qualité de président), de la filière et de la spécialité et le(s) directeur(s) du laboratoire(s). Il est chargé de piloter le projet. Il débâtera de toutes questions pédagogiques, administratives, ou autres qui concernent le déroulement du projet.
- Comité pédagogique du master : Ce comité est constitué par les responsables de la filière (en qualité de président) et de la spécialité, ainsi que les responsables des unités d'enseignement et un représentant des laboratoires de recherche impliqués dans la formation de recherche et en fin les représentants des étudiants. Il est chargé de faire le suivi et la coordination pédagogiques de la formation.

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


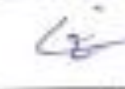





**quinze (15) étudiants**

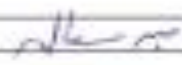
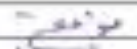

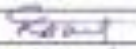
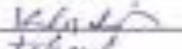

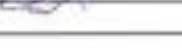




## 4 – Moyens humains disponibles

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


Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
Ahmed GUEDDIM	Lic. Sciences Appl.	Doct+HDR, Phys Matériaux	Prof.	Cours, TD, TP, Encadrement de mémoire	
Abdelkrim NAAS	Lic. Sciences Appl.	Doct+HDR, Phys Matériaux	MCA	Cours, TD, TP, Encadrement de mémoire	
Larbi BOUKEZZI	Ing. Matériaux	Doct+HDR, Phys Matériaux	Prof.	Cours, TD, TP, Encadrement de mémoire	
Brahim Khalil HACHI	Ing. Matériaux	Doct+HDR, Phys Matériaux	Prof.	Cours, TD, TP, Encadrement de mémoire	
Mostefa MAACHE	DES Physique	Doct., Phys Matériaux	MCB	Cours, TD, TP, Encadrement de mémoire	
Assia BOURAIYOU	DES Physique	Doct+HDR, Phys Matériaux	MCA	Cours, TD, TP, Encadrement de mémoire	
Djamel RAHOUI	Lic. Physique	Doct., Phys Matériaux	MCB	Cours, TD, TP, Encadrement de mémoire	
Brahim BELADEL	Lic. Physique	Doct., Phys Matériaux	MCB	Cours, TD, TP, Encadrement de mémoire	

Lakhdar BESSISSA	Ing. Matériaux	Doct., Phys Matériaux	MCB	Cours, TD, TP, Encadrement de mémoire	
Ahmed BENSETTAL	DES Chimie-Physique	Doct. Chim-Physique	MCB	Cours, TD, TP	
Hicham BENYAGOUB	DES Physique	Magist. Physique	MAA	Cours, TD, TP	
Achoura MOUAFKI	DES Physique	Magist. Physique	MAA	Cours, TD, TP	
Abdekjebbar BELHOUNI	DES Physique	Magist. Physique	MAA	Cours, TD, TP	
Abderrazak DJENIDI	DES Physique	Magist. Physique	MAA	Cours, TD, TP	
Kamel ABDELHAFIDI	Lic. Sciences Appl.	Magist. Physique	MAA	Cours, TD, TP	
Mohamed LAHOUAL	Lic. Sciences Appl.	Magist. Physique	MAA	Cours, TD, TP	
Abdekader KHADIR	Lic. Sciences Appl.	Magist. Physique	MAA	Cours, TD, TP	
Mohamed DJERIOUI	Lic. Physique				

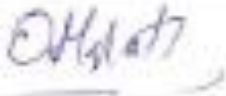
\* = Cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre ( à préciser)

### B : Encadrement Externe :

Etablissement de rattachement : Univ. M'sila

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
Nadir BOUARISSA	DES Physique	Doctorat d'Etat	Prof.	Cours, TP, Encadrement de mémoire	

**Etablissement de rattachement : Univ. M'sila**

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
Omar MEGLALI	DES physique	Doct. Phys Matériaux	MCB	Cours, TP, Encadrement de mémoire	

**Etablissement de rattachement :**

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

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

## 5 – Moyens matériels spécifiques disponibles

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

**Intitulé du laboratoire : Mécanique 1**

**Capacité en étudiants : 12 Etudiants / TP**

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
1	<b>Tube de venturi :</b> Diamètre des orifices d'entrée et de sortie : 1,3 cm Rapport $\beta$ : 0,37 Gamme de débit : 1,9-18,9 l/min Chute de pression : 0,25-65 kPa Prises de pression : Deux, une à l'entrée et une à la sortie, à douille de raccord rapide à clapet de retenue	1	Bon
2	un réservoir cylindrique en verre percé au fond	1	Bon
3	Appareil du jet d'eau	1	Bon
4	dispositif en plexiglas	6	Bon
5	Diaphragme	4	Bon
6	élargissement brusque	2	Bon
7	rétrécissement brusque	2	Bon
8	coude	6	Bon
9	<b>Rotamètre :</b> Gamme de débit 1,8-20 l/min Fixation : Vertical Précision : $\pm 5$ % de la pleine échelle Prises de pression : Deux, une à l'entrée et une à la sortie, à douille de raccord rapide à clapet de retenue	2	Bon
10	Banc hydraulique volumétrique (Hydraulic bench)	1	Bon
11	<b>Manomètre :</b> Type : Tube de Bourdon Gamme : 0-100 kPa, jauge Précision : 3 % de la pleine échelle Diamètre du cadran : 6,4 cm	4	Bon
12	<b>Manomètre à aiguille de bourdon :</b> Plage de mesure : 0 à 1.020 mbar Raccord : DM 16 KF Diamètre de l'échelle : 8 cm	4	Bon

## Intitulé du laboratoire : Mécanique 2

Capacité en étudiants : 12 Etudiants / TP

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
1	<b>Hélice à 8pales :</b> Diamètre : 7 cm Complément nécessaire : Aiguille à tricoter	1	Bon
2	<b>Cocotte-minute :</b> Contenu : 2,5 l Plage de températures : 0 à 160 °C Plage de pressions : 0 à 2,5 bar Diamètre du fond : 22 cm Poids : 2,5 kg env.	1	Bon
3	<b>Appareil d'Ingenhouz :</b> Matériaux : cuivre, aluminium, laiton, acier, verre et bois Température de virage du papier indicateur : 40 °C	1	Bon
4	<b>Croix trimétallique :</b> Matériaux : fer, cuivre, laiton Longueur d'un bras : 5 cm env. Longueur totale : 33 cm	1	Bon
5	<b>Thermosiphonm</b> Verre : Duran Hauteur : 44 cm env. Largeur : 30 cm Diamètre : 3 cm env.	1	Bon
6	<b>Chambre calorimétriquem</b> Dimensions (extérieures) de la chambre : 28 cm x 28 cm x 20 cm Masse de l'accumulateur thermique : 500 g env. Chauffage de la chambre : Alimentation : 24 V, par douilles de 4 mm Courant : 0,4 A Diamètre des trous des bouchons : 1 x 1,5 mm, 1 x 6 mm, 1 x sans trou Surface testée : 15 cm x 15 cm chacune Epaisseur des plaques : Céramique : 11 mm Polystyrène : 10 mm Aluminium : 3 mm Température tolérée (chambre et parois) : 60 °C Poids total : 2,6 kg	2	Bon
7	Chambre calorimétrique	1	Bon
8	Accumulateur thermique en aluminium	1	Bon
9	Ampoule électrique, 24 V, 10 W, pour le chauffage	1	Bon
10	Douille STE	1	Bon
11	Bouchons en caoutchouc	3	Bon
12	Plaque en céramique	1	Bon
13	Plaque en polystyrène	1	Bon
14	Plaque en aluminium	1	Bon
15	Plaques en plexiglas	2	Bon
16	Crochet de montage et de retrait des plaques	1	Bon

17	<b>Corps noir :</b> Matériau: laiton Ecran-diaphragme: Diamètre: 120 mm Ouverture: 20 mm Raccordement: tubulures de 9 mm Cylindre: Longueur: 100 mm Diamètre: 36 mm Alésage: 13 mm	4	Bon
18	<b>Four électrique, 230 V :</b> Température: max. 600 °C Dimensions de la chambre cylindrique: 10 cm x 37 mm Ø Branchement: max. 230 V, par câble de raccordement avec fiches de sécurité de 4 mm Puissance absorbée: max. 200 VA Dimensions: 11 cm x 9 cm x 13 cm Masse: 1,4 kg	2	Bon

**Intitulé du laboratoire : Thermodynamique****Capacité en étudiants : 12 Etudiants / TP**

<b>N°</b>	<b>Intitulé de l'équipement</b>	<b>Nombre</b>	<b>observations</b>
1	<b>Calorimètre :</b> Chauffage: Raccordement: max. 24 V, par douilles de 2 mm Matériau: cuivre Forme: creux Dimensions: Diamètre 47 mm, hauteur 43 mm Masse:660 g	2	Bon
2	<b>Thermomètre pour calorimètre :</b> Plage de mesure : +15 °C à +35 °C Graduations : 0,2 K Longueur : 19 cm Diamètre : 6 mm	2	Bon
3	<b>Moteur Stirling S :</b> Puissance absorbée pour un fonctionnement en moteur thermique : 0,1 W env. Régime de ralenti : 1.000 t/min Poulie : 8 mm Ø Diamètre de l'arbre du volant : 4,7 mm Ø Dimensions : 20 cm x 10,5 cm x 6 cm Poids : 0,7 kg env.	1	Bon
4	<b>Dynamomètre 1 N (x 2) :</b> Tachymètre Tige, 25 cm Tige, 75 cm Noix Leybold (x 2) Pince de table, simple Fil de pêche	4	Bon
5	<b>Moteur à air chaud :</b> Cylindrée: 150 cm <sup>3</sup> env. Rapport de compression: 1:2 env. Puissance de chauffe: 300 W Dimensions: 50 cm x 26 cm x 70 cm Masse: 15 kg	1	Bon
6	<b>Modèle (coupe) de moteur à 4 temps :</b> Alimentation: 6 V, par douilles de 4 mm Dimensions: 25 x 25 x 45 cm Masse: 2,5 kg	2	Bon
7	<b>Modèle (coupe) de moteur à 2 temps :</b> Alimentation: 6 -, par douilles de 4 mm Dimensions: 20 cm x 20 cm x 36 cm Masse: 2 kg	2	Bon
8	<b>Modèle (coupe) de moteur diesel à quatre temps :</b> Alimentation: 6 V, par douilles de 4 mm Dimensions: 25 cm x 25 cm x 45 cm Masse: 4 kg	2	Bon
9	<b>Pompe à chaleur PT :</b> Réfrigérant : R134a, sans CFC Diamètre intérieur du serpentin de l'évaporateur et du	2	Bon



	<p>condenseur : 13 cm chacun          Volume d'eau des réservoirs thermiques : 5 l          Manomètre dans la partie basse pression :          Plage de mesure : -1 bar à +10 bar          Echelle du point de condensation : -60 °C à +50 °C          Manomètre dans la partie haute pression :          Plage de mesure : -1 bar à +30 bar          Echelle du point de condensation : -60 °C à +95 °C          Dimensions du tuyau : 2 m x 6 mm Ø          Alimentation : 230 V, 50 Hz par câble secteur          Puissance absorbée : 130 VA env.          Dimensions : 70 cm x 82 cm x 50 cm          Poids : 30 kg</p>		
10	<p><b>Pompe à membrane pour vide et compression :</b>          Débit: 1,6 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> ( 26 lmin<sup>-1</sup>)          Pression finale: 13 mbars          Surpression: 1 bar max. (limitée par la vanne de surpression incorporée)          Raccords:          Côté vide: par collier de serrage          Côté pression: par tubulure de couplage rapide avec collier de serrage (comprise dans la référence)          Alimentation: 230 V, 50 Hz par cordon secteur          Puissance absorbée: 120 VA          Dimensions: 34 cm x 26 cm x 23 cm          Masse: 12 kg</p>	2	Bon

**Intitulé du laboratoire : Physique****Capacité en étudiants : 12 Etudiants / TP**

<b>N°</b>	<b>Intitulé de l'équipement</b>	<b>Nombre</b>	<b>observations</b>
1	trepied - pass-	6	Bon
2	poid a fente 1g , 10g , ..	20	Bon
3	glisseurs p .rails coussin d'air	10	Bon
4	balance LG 311	1	Bon
5	tuyau de refoulement 1,5 M	1	Bon
6	compt dig elect 4 dec a h/parl	6	Bon
7	noix double -pass-	3	Bon
8	barriere optique a fourche	1	Bon
9	poulie de precision	1	Bon
10	rail a coussin d'air	1	Bon
11	dispositif de lancement	1	Bon
12	aimant d'arret avec fiche	1	Bon
13	Soufflerie	2	Bon
14	Declancheur	1	Bon
15	interrupteur a bascule	1	Bon
16	curseur la paire	2	Bon
17	porte plaque	1	Bon
18	embase -pass-	5	Bon
19	axe de rotation	1	Bon
20	Sphere	1	Bon
21	Disque	1	Bon
22	cylindre creux	1	Bon
23	cylindre plein	1	Bon
24	barre avec masse mobiles	1	Bon
25	dynamometre 2,5 n	20	Bon
26	mesure de 2000mm	1	Bon
27	barriere optique a fourche	1	Bon
28	coussinet a air	1	Bon
29	disque de rot.graduation angul	1	Bon
30	tige d'energie	1	Bon
31	disp d'arret avec declen bowden	20	Bon
32	ecran p.dique de rotation	1	Bon
33	pince de table -pass- petite	2	Bon
34	poulie de precision	1	Bon
35	tuyau de refoulement 1,5m	1	Bon
36	barriere optique a fourche	2	Bon
37	noix double -pass-	6	Bon
38	roue de maxwell	1	Bon
39	plan incline a rouleau comprenant :	1	Bon
40	plan incline appareil compacte	1	Bon
41	rouleau p plan incline	1	Bon
42	conducteur electrique jeu de 04	1	Bon
43	bobine 120 A 6w dg	1	Bon

44	bobine 140 spires 6 spires	1	Bon
45	ampermetre 1ma-3 a cc/ca	1	Bon
46	transformateur d'intensite	1	Bon
47	teslametre numerique	1	Bon
48	sonde de hall axial	1	Bon
49	sonde hall tangente	1	Bon
50	trans .redresseur 15vca/12cc/5ae	1	Bon
51	noyau en u feuilleté	1	Bon
52	noyau de fer court feuilleté	1	Bon
53	pince de table -pass-	1	Bon
54	disque d'ecartement jeu	1	Bon
55	plaque de condensateur 283x283mm	2	Bon
56	plateau de condensateur +ouver	1	Bon
57	sonde de potentiel	1	Bon
58	cartouches de butane jeu de 04	1	Bon
59	mesureur de champ électrique	1	Bon
60	Mini – tour à commande numérique	1	Bon
61	bloc d'alimentation	1	Bon

**Intitulé du laboratoire : Physique (OV)**

**Capacité en étudiants : 12 Etudiants / TP**

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
1	multitete prot c les surcharge	1	Bon
2	bloc d'alimentation	1	Bon
3	appareil de millkan	1	Bon
4	chronometre de poche 2	1	Bon
5	lamelles couver-objet 18x18mm,50	1	Bon
6	commutateur en croix	1	Bon
7	terpied -pass-	2	Bon
8	niveau circulaire a bulle	1	Bon
9	pendule de torsion selon pohl	1	Bon
10	alimentation universelle	2	Bon
11	redresseur en prot 30v ca/1a cc	1	Bon
12	chronometre 2 .numer. 1/100sec	1	Bon
13	pend av connexion p enreg	1	Bon
14	enregistreur ty 2 canaux	1	Bon
15	ressort a boudin 3 n/m	1	Bon
16	porte poids p poids a fente	1	Bon
17	poids a fente 10g	5	Bon
18	noix double -pass-	1	Bon
19	porte plaque	3	Bon
20	ecran metallique 300w300mm	2	Bon
21	embase -pass-	4	Bon
22	emetteur de micro-ondes avec klystron	1	Bon
23	dipole recepteur de micro-ondes	1	Bon
24	alimentation pour micro-ondes	1	Bon
25	recepteur de micro-ondes direct	1	Bon
26	cable blinde bnc 1750mm	1	Bon
27	adapt .double bnc/fiche 4mm	1	Bon
28	multimetre manuel digit 10a lcd	1	Bon
29	chargeur p.accu ni-cd 0.1ah/9v	1	Bon
30	filtre interfrentielsjeu de 03	3	Bon
31	filtre interfrentielsjeu de 02	2	Bon
32	ampli de mesure niversel	1	Bon
33	cellule photoelectrique p.t.p	1	Bon
34	lampe spectrale hg 100 pico9	1	Bon
35	self pour lampe spectrale	1	Bon
36	voltmetre 0.3-300v cc 10-300v ca	1	Bon
37	bloc d'alimentation	1	Bon
38	tube de franck-hertz complet 220v	1	Bon
39	thermometre de labo(10 +250c)	1	Bon
40	plaque fibre ceramiqu 250x250x30	1	Bon
41	energeteur ty L.canal	1	Bon
42	app auxiliare p tube f-hertz	1	Bon
43	ampli de mesure niversel	1	Bon

44	voltmetre 0.3-300v cc 10-300v ca	1	Bon
45	voltmetre 5/15v cc	1	Bon
46	porte -lentille	1	Bon
47	porte -lentille	1	Bon
48	porte -condenseur	1	Bon
49	verre depoli 50x50mm	1	Bon
50	micrometre objectife 1mm	1	Bon
51	pm puce de chien . Total	1	Bon
52	diaphragme a fleche	1	Bon
53	ecran translucide 250x250mm	1	Bon
54	lentille en monture f+20mm/50/100/200/300	5	Bon
55	condenseur double f 60 mm	1	Bon
56	transformateur 6v 220v ca	1	Bon
57	curseur p banc opt .a profil h80m	1	Bon
58	banc optique a profil 1000mm	1	Bon
59	base p .banc opt .a profil reglapl	2	Bon
60	curseur .banc opt .a profil.h30mm	5	Bon
61	voltmetre 0,3-300v cc/10-300 ca	1	Bon
62	ampermetre 1ma-3 a cc/ca	1	Bon
63	lampe a souder .butane av 3tuy	1	Bon
64	bobine de champ 750mm 485 sp/m	1	Bon
65	bobine inductrice 300 sp d 40mm/32/25	6	Bon
66	generar de fonction 0,1 hz-100khz	1	Bon
67	multimetre prot c les surcharges B*E	1	Bon
68	multimetre manuel digit 2A .lcd	1	Bon
69	chargeur p.accu NI/CD 0,1ah/9v	1	Bon
70	chronometre de poche 2	1	Bon
71	ampermetre 1/5 a cc	1	Bon
72	cable blinde bnc 30mm	1	Bon
73	transformateur 6v /220v ca	1	Bon
74	diapositive empreur maximilian	1	Bon

## Intitulé du laboratoire : Mesures

Capacité en étudiants : 12 Etudiants / TP

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observation
1	multimetre numerique 3200digits 8025	30	Bon
2	microvoltmetre type EVA	10	Bon
3	pont de wheateston	4	Bon
4	pont de mesure universal	2	Bon
5	millivoltmetre 5hz..1mhz	20	Bon
6	oscilloscope 20mhz	10	Bon
7	oscilloscope a memoire hm 1007	4	Bon
8	frequencemetre periodemetre	5	Bon
9	frequencemetre numerique	5	Bon
10	generateur hf 150mhz am interne/externe	6	Bon
11	generateur d'impulsion	4	Bon
12	distortiometre bf 20hz..20khz	2	Bon
13	alimentation double affichage 2x15v/2a	10	Bon
14	transformateur reglable 250/230 vac/dc	6	Bon
15	voltmetre 5/15v cc	30	Bon
16	voltmetre ferromagnetique	20	Bon
17	ampermetre 1/5a.. cc	30	Bon
18	ampermetre ferromagnetique Im1050	20	Bon
19	wattermetre universal	6	Bon
20	mesureur d'isolment	2	Bon
21	watermetre triphase mx-95	6	Bon
22	cosinus phi-metre 220/380v	2	Bon
23	teslametre numerique	4	Bon
24	sonde de hall axial	3	Bon
25	sonde de hall tangente	3	Bon
26	phasmetre electronique	4	Bon
27	indicateur d'ordre de phase	3	Bon
28	transfo 3 ph 3-23/40v 3a	6	Bon
29	compteur d'energie monophasé	4	Bon
30	compteur d'energie triphase	4	Bon
31	Ratelier	4	Bon
32	boite de resistance 1ohm-10Mohms	10	Bon

**B- Terrains de stage et formation en entreprise :**

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
Laboratoire des Science et Informatique des Matériaux	20	06 semaines

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

<b>Chef du laboratoire: Prof. Ahmed GUEDDIM</b>
<b>N° Agrément du laboratoire : Arrêté No. 146 du 16/03/2011</b>
Date : 2016-2017
Avis du chef de laboratoire : Favorable

مدير مختبر البحث  
 إمام : قاسم  


<b>Chef du laboratoire</b>
<b>N° Agrément du laboratoire</b>
Date :
Avis du chef de laboratoire:

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

Intitulé du projet de recherche	Code du projet	Date du début du projet	Date de fin du projet
Croissance et caractérisation du $\text{Na}_2\text{ZnP}_2\text{O}_7$ dopé métaux de transition et terres rares	D02820080009	01/01/ 2009	31/12/ 2012
Etude théorique des propriétés optoélectroniques d'un laser à puits quantique à base du ZnMgSe	PNR N° U17/R09	04-09-2011	03/09/2014
Etude, élaboration et caractérisation des couches minces $\text{Cu}(\text{In}, \text{Al})\text{Se}_2$ et $\text{CuIn}(\text{Se}, \text{Te})_2$ pour application photovoltaïque	D02820110011	01-01-2012	31/12/2014
II-VI Semiconductors for Spintronics Applications	D02820130062	01/01/2014	31/12/2017



## **E- Espaces de travaux personnels et TIC :**

L'université dispose d'une cellule qui a pour objectif principal la contribution au déploiement des technologies de l'information et de la communication (TIC) au sein de notre université, ainsi qu'à l'essor des formations dispensées au moyen d'Internet. L'université de Djelfa est dotée de deux grandes salles d'internet pour les étudiants toutes formations confondues. Egalement, le département dispose d'une salle de TP en informatique, dotée de 20 micro-ordinateurs, où l'étudiant pourra exécuter ces travaux personnels.

Notons que certains enseignants de la formation LMD physique proposée ont suivi un stage d'une semaine bloquée dans le cadre de la formation TIC assurée en mai 2008 à l'université de Laghouat par le bureau de l'AUF\* à Alger (atelier : conception, développement et utilisation d'un cours en ligne).

La formation des étudiants est renforcée par des travaux personnels dans le cadre de leur stage de fin de cycle qui se fera au laboratoire de Physique de la Matière Condensée de l'université de Djelfa ainsi qu'au Laboratoire des Sciences Fondamentales de Laghouat. Le laboratoire leur offrira tous les moyens disponibles (équipements de recherche, micro-ordinateurs, connexion internet, bureau de travail, ...) et les compétences nécessaires pour que le stage se déroulera dans de bonnes conditions. Il faut savoir que les thèmes de ces stages intégreront certains axes de recherche du laboratoire, notamment : la physico-chimie des matériaux, les matériaux pour l'optoélectronique, la simulation *ab-initio* des matériaux et la physique des surfaces et interfaces.

-----  
**\* AUF : Agence Universitaire de Francophonie**

## **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
<b>UE fondamentales</b>									
<b>UEF1(O/P)</b>									
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 %
<b>UEF2(O/P)</b>									
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 %
<b>UE méthodologie</b>									
<b>UEM1(O/P)</b>									
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 %
<b>UE découverte</b>									
<b>UED1(O/P)</b>									
Matière 1 : Métallurgie physique	22.5	1.5				1	2		100%
<b>UE transversales</b>									
<b>UET1(O/P)</b>									
Matière 1 : Anglais scientifique	22.5	1.5				1	1		100%
<b>Total Semestre 1</b>	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
<b>UE fondamentales</b>									
<b>UEF1(O/P)</b>									
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 %
<b>UEF2(O/P)</b>									
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 %
<b>UE méthodologie</b>									
<b>UEM1(O/P)</b>									
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%
<b>UE découverte</b>									
<b>UED1(O/P)</b>									
Matière1 : Matériaux avancés	22.5	1.5				1	2		100%
<b>UE transversales</b>									
<b>UET1(O/P)</b>									
Matière 1 : Anglais scientifique	22.5	1.5				1	1		100%
<b>Total Semestre 2</b>	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
<b>UE fondamentales</b>									
<b>UEF1(O/P)</b>									
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 %
<b>UEF2(O)</b>									
Matière1 : Simulation par les méthodes de Monte Carlo et dynamique moléculaire	67.5	1.5		3.0		3	6	33 %	67 %
<b>UE méthodologie</b>									
<b>UEM1(O/P)</b>									
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 %
<b>UE découverte</b>									
<b>UED1(O/P)</b>									
Matière 1 : Nanotechnologie	22.5	1.5				1	1		100%
<b>UE transversales</b>									
<b>UET1(O/P)</b>									
Matière 1: Didactique de la physique	22.5	1.5				1	2		100%
<b>Total Semestre 3</b>	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
<b>Travail Personnel</b> (stage au Laboratoire de Recherche sanctionné par un mémoire et une soutenance)	280	4	20
<b>Stage en entreprise</b>	--	--	--
<b>Séminaires</b>	20	2	10
<b>Autre (préciser)</b>	--	--	
<b>Total Semestre 4</b>	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
<b>Cours</b>	360	45	67.5	67.5	540
<b>TD</b>	225				225
<b>TP</b>	45	270			315
<b>Travail personnel</b>	280				280
<b>Autre (Séminaires)</b>	20				20
<b>Total</b>	930	315	67.5	67.5	1380
<b>Crédits</b>	84	27	5	4	<b>120</b>
<b>% en crédits pour chaque UE</b>	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  $\rho$  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](http://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  $\Gamma$
- 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 :  $\Gamma$ -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

## VII.7 Impact du coefficient d'ionisation

### Mode d'évaluation : examens continus et examen final

#### Références

1. New superconductors from granular to high T<sub>c</sub>, 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. Nanostructures 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**

