

Master Nanosciences et Nanotechnologies

Programme des UE de la première année du Master,

Premier semestre

Tout parcours confondu

I. Vue d'ensemble du M1 (semestres 1 et 2) :

Master Nanosciences et nanotechnologies
NanoSciTech

	NanoPhy	NanoElec	Ingénierie Matériaux
SEMESTRE 1	Introduction aux nanosciences & nanotechnologies (4 ECTS)		
	Matériaux et nanomatériaux Propriétés et caractérisation (6 ECTS)		
	Fondements disciplinaires 1 (3 ECTS), à choix (selon cursus antérieur) parmi : 1) Chimie pour les nanosciences (3 ECTS) (L3 P, SPI) 2) Thermodynamique et physique statistique (3 ECTS) (L3 SPI) 3) Electronique pour l'instrumentation (3 ECTS) (L3 Chimie, L3 PC)		
	Matière condensée et Simulations numériques (6 ECTS)		
	UE d'orientation 1 : (à choix, 3 ECTS)		
	1) Physique statistique (3 ECTS)	2) Matière quantique (3 ECTS)	3) Electrochimie (3 ECTS)
	UE d'orientation 2 : (à choix, 3 ECTS)		
	1) Structure de la matière solide (3 ECTS)	2) Histoire et perspectives de la nanoélectronique (3 ECTS)	3) Thermodynamique des alliages (3 ECTS)
	Professionnalisation 1 (2 ECTS)		
	Anglais 1 (3 ECTS)		
SEMESTRE 2	Projets tuteurs de nanosciences (2 ECTS)		
	Professionnalisation 2 (2 ECTS) Initiation à l'entrepreneuriat - Qualité, sécurité, environnement et risques professionnels - Management de projets et ressources humaines		
	Anglais 2 (3 ECTS)		
	Matière condensée 2 (4 ECTS)		Energie : filières & stockage (4 ECTS)
	Mécanique quantique et Simulations numériques (6 ECTS)		Elaboration des matériaux (6 ECTS)
	# Mécanique Quantique	# Simulations numériques 2	
	Traitement du signal et capteurs (3 ECTS)		Modélisation des matériaux (3 ECTS)
	Plateformes de micro- et nanotechnologies (4 ECTS) :		Caractérisation des matériaux (4 ECTS) :
	# Plateformes de micro- et nanotechnologies		# Plateformes de micro- et nanotechnologies # Caractérisation physico-chimiques des matériaux
	# Techniques de nanofabrication	# Plateforme de caractérisation	
Fondements des spectroscopies optiques et électroniques, applications (6 ECTS)	Physique des nanocomposants (6 ECTS)	Stage en entreprise ou en laboratoire (3 mois - 6 ECTS)	

Le programme détaillé des Unités d'Enseignement du semestre 1 (première année) du Master Nanosciences Nanotechnologies est présenté ci-après.

Pour chacune des UE, le responsable (laboratoire de rattachement et adresse mail), la répartition horaire (TD, cours magistral CM) ainsi que les modalités de contrôle des connaissances (MCC) sont précisés.

II. Programme détaillé des Unités d'Enseignement de la première année du Master, premier semestre

Acronymes utilisés :

- UE : Unité d'enseignement
- EC : Élément constitutif
- CM : Cours Magistral
- TD : Travaux Dirigés
- TP : Travaux Pratiques
- PA : Pédagogie Active
- MCC : Modalité de Contrôle des Connaissances

1. UE « Introduction aux nanosciences et nanotechnologies » (S58PH1M1, S1, 4 ECTS)

Responsables 2018-2019 : David GROSSO (IM2NP, david.grosso@univ-amu.fr)
Heures : 21h CM, 18h TD
<p>Contenu :</p> <p><i>Histoire des nanosciences et nanotechnologie, propriétés des matériaux à l'échelle nano, définitions et réglementation. Description des grandes familles de nano matériaux (NP, mésoporeux, réseaux 2D-3D, surfaces, composites ...), panorama des domaines d'application des nanomatériaux (NANOWERK). Techniques de caractérisation (structures, composition, propriétés), techniques de nanofabrication chimique / physique top-down / bottom-up (ablation, nanofabrication, VLS, chimie colloïdale, techniques de dépôts, électrochimie...). Exemples de matériaux et applications (optique, électronique, chimique, mécanique). Implémentation des nanomatériaux.</i></p>
MCC : Contrôle continu, Examen terminal

2. UE « Matériaux et nanomatériaux Propriétés et caractérisation » (S58CH1M2, S1, 6 ECTS)

Responsable 2018-2019 : Khalid HOUMMADA (IM2NP, khalid.hoummada@univ-amu.fr)

Heures : 12h CM, 21h TP, 21 PA

Contenu :

Grandes classes de matériaux : métaux - semiconducteurs - céramiques - polymères

Structures et défauts structuraux

Diffusion dans les solides

Transformations de phase

Propriétés (mécaniques, électriques, thermiques, optiques, magnétiques) : en fonction des classes + effet Nano

Sept séances de travaux pratiques

Titre des enseignements :

- 1. Grandes familles des matériaux*
- 2. Structure cristalline, défauts cristallins (ponctuels, linaires, surfaciques et volumiques)*
- 3. Transport atomique dans les solides*
- 4. Lecture des diagrammes de phases binaires, transition de phase dans les solides*
- 5. Propriétés des matériaux et des nanomatériaux*

MCC : *Contrôle continu, Travaux pratiques, Examen terminal*

3. UE « Fondements disciplinaires 1 » (S58FOND2, S1, 3 ECTS, UE à choix selon cursus antérieur)

a. UE « Chimie pour les nanosciences » (S58CH1M5, 3 ECTS)

Responsable 2018-2019 : Catherine LEFAY (ICR, catherine.lefay@univ-amu.fr)

Heures : 12h CM, 12h TD, 6h TP

Contenu :

Remise à niveau en chimie proposée à un public d'étudiants de formation physique et SPI.

Titre des enseignements :

1. *Propriétés des éléments du tableau périodique*
2. *Chimie des solutions : acide base ; précipitation et oxydo-réduction*
3. *Réactivité en chimie organique*
4. *Fonctions et groupements fonctionnels en chimie organique*

MCC : *Partiel, Examen terminal*

**b. UE « Thermodynamique et physique statistique »
(S58PH1M6, 3 ECTS)**

Responsable 2018-2019 : Jean-Marc DEBIERRE (IM2NP, jean-marc.debierre@univ-amu.fr)

Heures : 15h CM, 12h TD, 3h TP

Contenu :

Le cours est prévu pour les étudiants qui n'ont pas suivi une formation systématique en thermodynamique auparavant. Il a pour but de donner des bases de thermodynamique, quelques idées sur la statistique quantique (gaz parfaits de fermions et de bosons) et de montrer des applications en nanoscience, plutôt en nanoélectronique (distribution des électrons dans les semi-conducteurs par exemple)

Titre des enseignements :

1. Thermodynamique
2. Physique statistique

MCC : Partiel, Examen terminal

**c. UE « Électronique pour l'instrumentation » (S58PH1M4,
3 ECTS)**

Responsable 2018-2019 : Laurent OTTAVIANI (IM2NP, laurent.ottaviani@univ-amu.fr)

Heures : 9h CM, 9h TD, 12h TP

Contenu :

Bases de l'électronique pour l'instrumentation, permettant de voir la structure des circuits fondamentaux.

Titre des enseignements :

1. *Le filtrage et la série de Fourier*
2. *Le comparateur et l'amplificateur opérationnel en régime linéaire*
3. *Le CNA et le CAN / Principes de l'échantillonnage (Shannon)*
4. *TP 1 : Oscilloscope numérique (intégrateur/comparateur)*
5. *TP 2 : Analyseur de spectres (Modulation AM/FM)*
6. *TP 3 : Filtrage de signaux (filtre actif à AOP)*
7. *TP 4 : Synthèse harmonique (sur machine)*

MCC : *Travaux Pratiques, Examen terminal*

4. UE « Matière condensée et Simulations numériques » (S58PH1M8, S1, 6 ECTS)

Responsable 2018-2019 : Franck BOCQUET (IM2NP, franck.bocquet@univ-amu.fr),
Nicolas CAVASSILAS (IM2NP, nicolas.cavassilas@univ-amu.fr)

Heures : 18h CM, 18h TD, 18 TP

Contenu :

Cet enseignement a pour principal objectif de donner aux étudiants une formation en langage python pour la représentation graphique et le calcul scientifique.

Titre des enseignements :

1. Cristallographie (Cr)
2. Physiques des semi-conducteurs (SC)
3. Simulation (Sim)

MCC : Contrôle continu, Examen terminal

**5. UE d'orientation 1 « Fondements disciplinaires 2 »
(S58FOND2, S1, 3 ECTS)**

a. UE « Physique statistique » (S58PH1M10, 3 ECTS)

Responsable 2018-2019 : Michael KUZMIN (IM2NP, michael.kuzmin@univ-amu.fr)

Heures : 12h CM, 12h TD, 6h TP

Contenu :

Le cours est prévu pour des étudiants ayant une base de thermodynamique, et a pour but d'une part d'en établir les fondements, ainsi que de déterminer les propriétés d'un système à partir de celles de ses constituants, dans le cas de modèles simples, et dans des circonstances variées (système isolé, système en contact avec un thermostat ou système ouvert). Dans les exemples et dans les propriétés, une attention particulière sera accordée aux systèmes de petite taille.

Titre des enseignements :

1. Introduction aux systèmes statistiques
2. Distribution de Gibbs micro-canonique
3. Distribution de Gibbs canonique
4. Distribution de Gibbs grand-canonique
5. Physique statistique dans la limite classique
6. Gaz parfaits quantiques : gaz parfait de bosons et gaz parfait de fermions

MCC : Travaux pratiques, Partiel, Examen terminal

b. UE « Matière quantique » (S58PH1M3, 3 ECTS)

Responsable 2018-2019 : Yves FERRO (PIIM, yves.ferro@univ-amu.fr)
Heures : 15h CM, 15h TD
Contenu : <i>Pour débutants ou quasi-débutants en mécanique quantique, applications en nanoélectronique.</i> <u>Titre des enseignements</u> : <ol style="list-style-type: none">1. <i>Introduction historique, modèle de Bohr pour H</i>2. <i>Dualité particule-onde</i>3. <i>Équation de Schrödinger, systèmes simples : puits quantiques, oscillateur</i>4. <i>Formalisme, opérateurs, postulats</i>5. <i>Moment cinétique et spin, fermions et bosons</i>
MCC : Contrôle continu, Examen terminal

c. UE « Électrochimie » (S58CH1M7, 3 ECTS)

Responsable 2018-2019 : Florence VACANDIO (MADIREL, florence.vacandio@univ-amu.fr)

Heures : 12h CM, 12h TD, 6h TP

Contenu :

Dans cette UE, les bases de l'oxydo-réduction et de la cinétique électrochimique seront remises dans le contexte du parcours Ingénierie des Matériaux, afin d'appréhender les problématiques liées à deux grands domaines de l'électrochimie au programme du Master : les moyens actuels de stockage et de la production de l'énergie, et l'étude de la corrosion électrochimique des matériaux métalliques.

Titre des enseignements :

1. *Bases de l'Oxydo-réduction : Systèmes redox à l'équilibre (Potentiel d'électrodes, Relation de Nernst, Loi de Faraday, Électrodes de référence) et hors équilibre (Piles & électrolyseurs), Diagrammes de Pourbaix*
2. *Cinétique électrochimique*
3. *Techniques expérimentales*
4. *Application de l'électrochimie aux matériaux : élaboration électrochimique de revêtements, Stockage de l'énergie, Corrosion électrochimique*

MCC : *Contrôle continu, Examen terminal*

**6. UE d'orientation 2 « Fondements disciplinaires 3 »
(S58FOND3, S1, 3 ECTS)**

**a. UE « Structure de la matière solide » (S58PH1M11,
3 ECTS)**

Responsable 2018-2019 : Frédéric LEROY (CINaM, frederic.leroy.3@univ-amu.fr)
Heures : 18h CM, 12h TD
Contenu :
<i>Titre des enseignements</i> :
<ol style="list-style-type: none">1. Interaction rayons X matière2. Diffusion des rayons X par la matière3. Diffraction par un cristal périodique4. Les cristaux désordonnés (Debye Waller et désordre de substitution)
MCC : Partiel, Examen terminal

**b. UE « Histoire et perspectives de la nanoélectronique »
(S58PH1M12, 3 ECTS)**

Responsable 2018-2019 : Fabienne MICHELINI (IM2NP, fabienne.michelini@univ-amu.fr)

Heures : 12h CM, 6h TD, 12h TP

Contenu :

Les TD permettront une mise en application des enseignements dispensés lors des cours magistraux.

Les séances de TP viseront à mettre en pratique les connaissances acquises en CM et TD en utilisant deux approches : la simulation et la mesure expérimentale.

Titre des enseignements :

1. *Le transistor : une révolution technologique*
2. *Introduction aux composants : Fonctionnalités et présence de l'échelle nanométrique dans les composants aujourd'hui*
3. *Circuits à bases de transistor*
4. *Compléments Physique des semiconducteurs*

MCC : Travaux pratiques, Examen terminal

c. UE « Thermodynamique des alliages » (S58CH1M13, S1, 3 ECTS)

Responsable 2018-2019 : Philippe MAUGIS (IM2NP, philippe.maugis@univ-amu.fr)

Heures : 15h CM, 15h TD

Contenu :

Cette UE présentera les fondements thermodynamiques permettant de comprendre et d'utiliser les diagrammes de phases d'alliages métalliques. Les transformations de phase typiques à l'élaboration et la transformation des métaux seront abordées : solidification, transformations isothermes et au refroidissement. Ces connaissances seront appliquées aux aciers, alliages d'aluminium et autres.

Titre des enseignements :

1. Bases thermodynamiques des diagrammes de phase
2. Transformations de phase : solidification, transformations isothermes, transfo au refroidissement
3. Application aux alliages métalliques (acier, aluminium, etc.)

MCC : Contrôle continu, Examen terminal

7. UE « Professionnalisation 1 » (UEPROF1, S1, 2 ECTS)

Responsable 2018-2019 : Laurence MASSON (CINaM, laurence.masson@univ-amu.fr)
Heures : 18h TD
Contenu : <i>Présentation et visites de laboratoires (CINaM, ICR, IM2NP, MADIREL).</i> <u>Titre des enseignements</u> : <ol style="list-style-type: none">1. <i>Présentation et visites des laboratoires</i>2. <i>Présentation des sujets de projets tuteurés</i>
MCC : <i>Contrôle continu, Oral</i>

8. UE « Anglais » (S58AN1M1, S1, 3 ECTS)

Responsable 2018-2019 : Xxx XXX (Aix-Marseille Université, xxx.xxx@univ-amu.fr)
Heures : xxh TD
Contenu : XXX <i>Titre des enseignements :</i> 1. Xxx 2. Xxx 3. Xxx
MCC : Xxx