

## MAT4 - MATERIAUX 4eme ANNEE

### Semestre 7

<b>KAMA7U01 - UE1 : SHEJS</b>			<b>6</b>	Coeff
KAX7SHTC	MODULES TRANSVERSAUX TC		CC	0.70
KAMA7M02	ANGLAIS		CC	0.30
KAX7KATC	KALEIDOSCOPE		QUIT	0
<b>KAMA7U02 - UE2 : PHYSICO-CHIMIE DES MATERIAUX</b>			<b>6</b>	Coeff
KAMA7M04	MATERIAUX FRITES		EXAM	0.20
KAMA7M06	METALLURGIE MECANIQUE		EXAM	0.20
KAMA7M07	METAUX ET CERAMIQUES-APPLICATIONS		CC	0.20
KAMA7M08	POLYMERES-APPLICATIONS		RENDU	0.20
KAMA7M09	PHYSIQUE FONDEMENTS		EXAM	0.20
<b>KAMA7U03 - UE3 : CARACTERISATION DES MATERIAUX</b>			<b>6</b>	Coeff
KAMA7M10	CRISTALLOGRAPHIE ET DIFFRACTION		EXAM	0.20
KAMA7M11	CRISTALLOGRAPHIE ET DIFFRACTION APPLICATIONS		RAP+EXAM	0.20
KAMA7M12	METHODES D'ANALYSE OPTIQUES		EXAM	0.20
KAMA7M14	SURFACE ET INTERFACES		EXAM	0.20
KAMA7M15	CATALYSE HETEROGENE		EXAM	0.20
<b>KAMA7U04 - UE4 : PROPRIETES ELECTROCHIMIQUES ET STRUCTURELLES</b>			<b>6</b>	Coeff
KAMA7M16	CINETIQUE ELECTROCHIMIQUE		EXAM	0.35
KAMA7M17	RHEOLOGIE 1		CC	0.15
KAMA7M23	CATIA		RENDU+SOUT	0.20
KAMA7M19	VISCOELASTICITE DES POLYMERES		EXAM	0.30
<b>KAMA7U05 - UE5 : MODELISATION ET PROJETS 1</b>			<b>6</b>	Coeff
KAMA7M20	METHODES NUMERIQUES		PROJ	0.25
KAMA7M21	PROJETS COLLECTIFS 1		RAP+SOUT	0.25
KAMA7M22	STAGE 3EME ANNEE		RAP+SOUT	0.50

### Semestre 8

<b>KAMA8U01 - UE1 : PHYSIQUE DES MATERIAUX</b>			<b>5</b>	Coeff
KAMA8M01	MATERIAUX SEMI-CONDUCTEURS ET POUR L'OPTOELECTRONI		EXAM	0.30
KAMA8M02	PHYSIQUE FONDEMENTS -APPLICATIONS		RENDU	0.25
KAMA8M03	PROPAGATION		EXAM	0.25
KAMA8M05	ANALYSE DES SURFACES-APPLICATIONS		RENDU	0.20
<b>KAMA8U02 - UE2 : PROPRIETES STRUCTURALES ET MISE EN FORME</b>			<b>5</b>	Coeff
KAMA8M06	RESISTANCE DES MATERIAUX		RENDU+EXAM	0.25
KAMA8M08	CERAMIQUES ET VERRES		EXAM	0.25
KAMA8M09	CINETIQUE ELECTROCHIMIQUE - APPLICATIONS		CC+EXAM	0.30
KAMA8M20	METHODES D'ANALYSE DES SURFACES		EXAM	0.20
<b>KAMA8U03 - UE3 : MODELISATION ET PROJETS 2</b>			<b>5</b>	Coeff
KAMA8M07	ANSYS		RENDU	0.20
KAMA8M22	RHEOLOGIE 2		RENDU	0.20
KAMA8M11	PROJETS COLLECTIFS 2		RAP+SOUT	0.30
KAMA8M12	PROJET D'APPLICATION SUR LES MATERIAUX		RAP+SOUT	0.30
<b>KAMA8U04 - UE4 : SCIENCES DE L'INGENIEUR 2</b>			<b>5</b>	Coeff
KAMA8M15	PLAN D'EXPERIENCES		EXAM	0.25
KAMA8M16	CONTROLE STATISTIQUE DES PROCEDES		EXAM	0.25
KAMA8M17	ANGLAIS		CC	0.50
<b>KAMA8T05 - UE5 : STAGE 4EME ANNEE</b>			<b>10</b>	Coeff
KAMA8M18	STAGE 4EME ANNEE		RAP+SOUT	1.00

**Glossaire des modes de contrôle :**

APP: Apprentissage par projet - CC : Controle continu - EXAM : Examen - IUT : MCCC IUT - MES : Mise en Situation - NOTE : Note entreprise - ORAL : Présentation orale  
 PORT: Evaluation du portefeuille - PROJ: projet - QUIT : Quitus - RAP: Rapport - RENDU : Rapport ou TP - SOUT: Soutenance - VIDEO : Vidéo

## KAX7SHTC - MODULES TRANSVERSAUX TC

### Objectifs

L'étudiant suit 4 modules, au choix, de sciences humaines et sociales.

L'objectif commun est d'approfondir les connaissances dans les domaines de la gestion, de la connaissance de soi et de favoriser une ouverture sur les problématiques actuelles du monde du travail

### Intended learning outcomes

The common objective is to deepen the knowledge in the fields of management, self-knowledge and to encourage an opening on the current problems of the working world

### Pré-requis

Gestion tronc commun semestre 6, communication semestres 6 et 7, Eco-Droit semestre 5

### Prerequisites

Entreprise management semester 6, Basis of Macro-Economy and Law semester 5, Communication semesters 5 and 6

### Plan du cours

Modules au choix :

Methodes et outils de la Gestion de Projets, Sports et réflexivité, Entretien de recrutement, Ethique et Histoire du Monde Professionnel

### Course content

Methods and tools of Project Management, Sports and reflexivity, Recruitment interviews, Ethics and History of the Professional World

## KAMA7M02 - ANGLAIS

### Objectifs

Renforcement des capacités de communication et de compréhension acquises en 3ème année

Introduction à la communication en entreprise

Etude de l'anglais de spécialité

Préparation et validation du niveau d'anglais (B2 à C1) par le TOEIC

### Pré-requis

Niveau B2

Connaissance du programme de 3ème année

### Plan du cours

Anglais de spécialité :

1.1 Propriétés des matériaux

o Propriétés

o Processus naturels et chimiques

1.2 Description de procédé technique

o Séquence

o Voix passive

1.3 Anglais pour les matériaux

o Lecture semi-guidée ou autonome d'articles spécialisés

o Compréhension orale de documents vidéo/audio spécialisés

o Compréhension et relevée de vocabulaire spécialisé.

### Course content

English for Materials Science Engineers

Properties of Materials

Properties

Natural and chemical processes

Description of technical processes

Sequencing

Passives

English for Materials Science Engineering

Autonomous or guided comprehension of specialist articles

Listening comprehension based on specialist video/audio documents

Understanding and listing of specialist vocabulary

### Bibliographie

Target Score

New Scientist (revue disponible à la documentation)

30 days to TOEIC

Documents électroniques

— [www.newscientist.com](http://www.newscientist.com)

— [www.icivilengineer.com](http://www.icivilengineer.com)

— [www.oup.com/elt/oald/](http://www.oup.com/elt/oald/)

— [www.bbc.co.uk](http://www.bbc.co.uk)

## KAX7KATC - KALEIDOSCOPE

**KAX7KATC - KALEIDOSCOPE****KAX7KATC - KALEIDOSCOPE****KAX7KATC - KALEIDOSCOPE****KAX7KATC - KALEIDOSCOPE****KAX7KATC - KALEIDOSCOPE****KAMA7M04 - MATERIAUX FRITES****Objectifs**

Connaître et maîtriser les principes de fabrication des matériaux à partir de poudres et comprendre la genèse des microstructures des matériaux frittés pour trouver le meilleur compromis coûts / propriétés pour des pièces dont la forme peut être compliquée. Pour les métaux et alliages cette voie d'élaboration représente pour des raisons économiques une activité industrielle en très forte croissance. Pour les matériaux céramiques ces procédés de fabrication sont pratiquement incontournables et l'amélioration des propriétés des céramiques passe par la maîtrise du développement des microstructures lors du frittage.

**Intended learning outcomes**

Knowing and mastering the principles of making materials from powders and understanding the genesis of microstructures of sintered materials to find the best compromise costs / properties for pieces whose shape can be complicated. For metals and alloys this route of development represents for economic reasons an industrial activity in very strong growth. For ceramic materials these manufacturing processes are practically unavoidable and the improvement of the properties of ceramics passes through the control of the development of microstructures during sintering.

**Pré-requis**

Thermodynamique des matériaux : diagrammes de phases, diffusion, germination, croissance  
Chimie du solide et des solutions

**Prerequisites**

Thermodynamics of materials: phase diagrams, diffusion, nucleation, growth  
Chemistry of solids and solutions

**Plan du cours**

Introduction et domaines d'application

## I. Procédés d'élaboration des poudres

A. Méthodes mécaniques

B. Méthodes chimiques

## II. Caractérisation des poudres

A. Taille des particules

B. Caractéristiques globales

C. Caractérisations chimiques

## III. Mise en forme des corps crus

A. Préparation des poudres pour la mise en forme

B. Mise en forme par pressage

C. Mise en forme par voie liquide

D. Formage en pâte plastique

E. Autres procédés

## IV. Frittage et maîtrise des microstructures

A. Introduction et objectifs

B. Les aspects théoriques et les mécanismes

de frittage (cas du frittage en phase solide)

C. Des aspects pratiques du frittage

**Course content**

Introduction and fields of application

## I. Powder production techniques

A. Mechanical methods

B. Chemical methods

## II. Characterization of powders

A. Particle size

B. Global characterizations

C. Chemical characterizations

## III. Shaping (green part)

A. Preparation of powders for shaping

B. Powder compaction :isostatic pressing

C. Slip casting

D. Extrusion, injection moulding

E. Other processes

## IV. Sintering and control of microstructures

A. Introduction and objectives

B. Theoretical aspects and mechanisms of

sintering (case of solid phase sintering)

C. Practical aspects of sintering

**KAMA7M06 - METALLURGIE MECANIQUE**

<b>Objectifs</b>
Connaître et maîtriser les relations entre les micro mécanismes, les microstructures et les propriétés mécaniques des métaux et alliages
<b>Intended learning outcomes</b>
Understanding the mechanical behaviour of metals and alloys based on the mechanisms of plasticity.
<b>Pré-requis</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- KAMA5M12: Cristalochimie</li> <li>- KAMA5M13: Thermodynamique</li> <li>- KAMA6M13: Métallurgie</li> <li>- KAMA6M14: TP Métallurgie/MEB</li> <li>- KAMA6M15: Mécanique des Milieux Continus</li> <li>- KAMA6M16: TP Mécanique</li> </ul>
<b>Prerequisites</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- KAMA5M12: Crystallography</li> <li>- KAMA5M13: Thermodynamics</li> <li>- KAMA6M13: Physical Metallurgy</li> <li>- KAMA6M14: Labs Metallurgy</li> <li>- KAMA6M15: Solid Mechanics</li> <li>- KAMA6M16: Labs of Solid Mechanics</li> </ul>
<b>Plan du cours</b>
<p>1 Les défauts et leurs comportements sous sollicitations thermiques ou mécaniques :</p> <p>1.1 Ponctuels : lacunes, impuretés</p> <p>1.2 Linéaires : dislocations</p> <p>1.3 Bidimensionnels : joints de grains, interfaces, fautes d'empilement</p> <p>1.4 Tridimensionnels : précipités</p> <p>2 Les mécanismes de durcissement</p> <p>3 La plasticité des métaux et alliages</p> <p>3.1 Le comportement en traction</p> <p>3.2 Le comportement en fluage</p> <p>3.3 Rôle de la microstructure</p> <p>4 La fatigue et la rupture</p> <p>5 Mise en forme par déformation plastique</p>
<b>Course content</b>
<p>1 Defects in Materials</p> <p>1.1 Point defects</p> <p>1.2 Linear defects: dislocations</p> <p>1.3 2D defects : grain boundaries, interfaces, stacking faults</p> <p>1.4 3D defects : inclusions, precipitates</p> <p>2 Hardening mechanisms</p> <p>3 Plastic deformation of metals and alloys</p> <p>3.1 Uniaxial tension</p> <p>3.2 Creep</p> <p>3.3 Effect of microstructure</p> <p>4 Failure mechanisms</p> <p>5 Shaping by plastic deformation</p>
<b>Bibliographie</b>
<p>G.E. Dieter "Mechanical Metallurgy" SI Metric Edition, McGraw-Hill Book Company (1988)</p> <p>D. Hull and D.J. Bacon "Introduction to dislocations" 3rd Edition, Butterworth Heinemann (1984)</p> <p>J. Barralis et G. Maeder "Précis de Métallurgie : élaboration, Structure-Propriétés, Normalisation" Afnor et Nathan (1997)</p>
<b>Course literature</b>
<p>G.E. Dieter "Mechanical Metallurgy" SI Metric Edition, McGraw-Hill Book Company (1988)</p> <p>D. Hull and D.J. Bacon "Introduction to dislocations" 3rd Edition, Butterworth Heinemann (1984)</p> <p>J. Barralis et G. Maeder "Précis de Métallurgie : élaboration, Structure-Propriétés, Normalisation" Afnor et Nathan (1997)</p>

<b>Objectifs</b>
Illustration pratiques des cours portant sur les relations propriétés - microstructure des matériaux inorganiques : métaux et alliages, céramiques et matériaux frittés
<b>Intended learning outcomes</b>
Illustration of the relationship between microstructures and properties in inorganic materials: metals, alloys and ceramics.
<b>Pré-requis</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- KAMA5M12: Cristalochimie</li> <li>- KAMA5M13: Thermodynamique</li> <li>- KAMA6M13: Métallurgie</li> <li>- KAMA6M14: TP Métallurgie/MEB</li> <li>- KAMA6M15: Mécanique des Milieux Continus</li> <li>- KAMA6M16: TP Mécanique</li> <li>- KAMA7M06: Métallurgie Mécanique</li> </ul>
<b>Prerequisites</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- KAMA5M12: Crystallography</li> <li>- KAMA5M13: Thermodynamics</li> <li>- KAMA6M13: Physical Metallurgy</li> <li>- KAMA6M14: Labs Metallurgy</li> <li>- KAMA6M15: Solid Mechanics</li> <li>- KAMA6M16: Labs of Solid Mechanics</li> <li>- KAMA7M06: Mechanical Metallurgy</li> </ul>
<b>Plan du cours</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Durcissement structural des alliages d'Al.</li> <li>2. Recristallisation de l'aluminium pure.</li> <li>3. Frittage de ZnO.</li> </ol>
<b>Course content</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Precipitation hardening of Al-alloys.</li> <li>2. Recrystallization of pure aluminum.</li> <li>3. Sintering of ZnO</li> </ol>

## KAMA7M08 - POLYMERES-APPLICATIONS

<b>Objectifs</b>
Illustration du cours sur la viscoélasticité des polymères
<b>Intended learning outcomes</b>
Applications of the Polymer viscoelasticity class
<b>Pré-requis</b>
Enseignements de polymères d'années 3 et 4
<b>Prerequisites</b>
Polymer classes of 3rd and 4th years
<b>Plan du cours</b>
<p>1 Calorimétrie différentielle à balayage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•T<sub>g</sub>, relaxation enthalpique - vieillissement physique, fusion, cristallisation</li> <li>•PS</li> <li>•PET mis en oeuvre par injection-soufflage (bouteille de coca-cola)</li> </ul> <p>2 Analyse thermo-mécanique dynamique (DMTA) de la mise en oeuvre d'une résine époxy (colle Araldite)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impact sur les propriétés mécaniques (température de transition, module G', G'' etc) de la température de post traitement (ambiante, -5C, 45C) sur une éprouvette moulée à température ambiante et ainsi réticulé pendant 24h.</li> </ul> <p>3 Essais de traction sur éprouvettes standardisées</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Caractérisation des propriétés mécaniques en traction</li> <li>•module d'élasticité, allongements et contraintes au seuil d'écoulement et à la rupture</li> <li>•Couples de polymères : PS cristal-PS choc, PEBD-PEHD, PP-PP chargé FV, PET amorphe-PET cristallin, etc.</li> </ul>
<b>Course content</b>
<p>1 Differential Scanning Calorimetry</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T<sub>g</sub>, Enthalpic relaxation - physical aging, melting, crystallization</li> <li>• PS</li> <li>• PET processed by stretch blow molding (Coca-Cola bottle)</li> </ul> <p>2 Dynamic Mechanical Thermal Analysis (DMTA) of the processing of an epoxy resin (Araldite glue)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impact on the mechanical properties (transition temperature, G', G'' etc.) of the post-treatment temperature (ambient, -5C, 45C) on a specimen molded at room temperature and cured for 24 hours.</li> </ul> <p>3 Tensile tests on standardized specimens</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Characterization of tensile properties</li> <li>• modulus of elasticity, elongation and stress at yield and at break</li> <li>• Couples of polymers studied : PS crystal-impact PS, LDPE-HDPE, PP-PP filled GF, amorphous PET-crystalline PET, etc..</li> </ul>

## Bibliographie

Idem à celle du cours correspondant.

## Course literature

Same and the one of the corresponding class

## KAMA7M09 - PHYSIQUE FONDEMENTS

### Objectifs

Le cours de Physique-Fondements est une introduction classique à la physique de l'état solide, avec dans une première partie la nature des liaisons cristallines et leur rôle dans les propriétés physiques, la quantification des vibrations du réseau sous forme de phonons et les conséquences sur les propriétés thermiques. La seconde partie du cours enchaîne sur les propriétés électroniques des solides basée avec une description de la conduction électronique par le modèle du gaz d'électrons libres de Drude, puis une amélioration du modèle par une approche quantique. Le chapitre suivant sera consacré à la théorie des bandes. Les deux derniers chapitres seront consacrés aux propriétés électroniques des métaux et des semi-conducteurs. La troisième partie du cours donne à un ingénieur les connaissances de base pour une bonne compréhension des matériaux magnétiques. Le cours démarre par une étude de la physique du magnétisme et détaille les quatre énergies qui gouvernent le comportement magnétique des matériaux (énergie d'échange, énergie Zeeman, énergie démagnétisante et énergie magnétocristalline).

### Intended learning outcomes

The "Physics-Fundamentals" course is a classic introduction to solid state physics, with in a first part the nature of crystalline bonds and their role in physical properties, the quantization of phonon network vibrations and the consequences on the thermal properties. The second part of the course goes on the electronic properties of solids based on a description of the electron conduction by the free electron gas model of Drude, then an improvement of the model by a quantum approach. The next chapter will be devoted to band theory. The last two chapters will focus on the electronic properties of metals and semiconductors. The third part of the course gives an engineer the basic knowledge for a good understanding of magnetic materials. The course starts with a study of the physics of magnetism and details the four energies that govern the magnetic behavior of materials (exchange energy, Zeeman energy, demagnetizing energy and magnetocrystalline energy).

### Pré-requis

Techniques mathématiques de la Physique (Matrices, Variables complexes, Equations aux dérivées partielles) Méthodes de la chimie quantique (équation de type Schrödinger) Magnétostatique du vide (E, B, Equations de Maxwell)

### Prerequisites

Techniques mathématiques de la Physique (Matrices, Variables complexes, Equations aux dérivées partielles) Méthodes de la chimie quantique (équation de type Schrödinger, Magnétostatique du vide (E, B, Equations de Maxwell)

### Plan du cours

- 1 Liaisons dans les solides
- 2 Phonons : modes de vibrations des atomes
- 3 Phonons : propriétés thermiques
- 4 Conduction électronique : approche classique
- 5 Conduction électronique : corrections quantiques
- 6 Théorie des bandes
- 7
- Propriétés électroniques des métaux
- 8 Propriétés électroniques des SC
- 9 Magnétostatique des milieux aimants
- 10 Techniques expérimentales en magnétisme
- 11 Magnétisme de l'atome isolé
- 12 Ferromagnétisme
- 13 L'anisotropie magnétocristalline

### Course content

- 1 Bondings in solids
- 2 Phonons: vibration modes of atoms
- 3 Phonons: thermal properties
- 4 Electronic Conduction: Classic Approach
- 5 Electronic Conduction: Quantum Corrections
- 6 Theory of bands
- 7 Electronic properties of metals
- 8 Electronic Properties of SCs
- 9 Magnetostatic loving environments
- 10 Experimental techniques in magnetism
- 11 Magnetism of the isolated atom
- 12 Ferromagnetism
- 13 Magnetocrystalline anisotropy

### Bibliographie

- Introduction à la physique du solide, Ch. Kittel, Dunod (1988)
- Simulations for Solid State Physics, Silsbee & Drager, Cambridge Uni. Press (1997)
- Magnétisme : Vol I - Fondements, Vol II - Matériaux et applications. Presses Universitaires de Grenoble 1999. Modern Magnetic Materials : Principles and Applications, R. C. O'Handley, (Wiley and Sons, New York, 199

### Course literature

- Introduction à la physique du solide, Ch. Kittel, Dunod (1988)
- Simulations for Solid State Physics, Silsbee & Drager, Cambridge Uni. Press (1997)
- Magnétisme : Vol I - Fondements, Vol II - Matériaux et applications. Presses Universitaires de Grenoble 1999. Modern Magnetic Materials : Principles and Applications, R. C. O'Handley, (Wiley and Sons, New York, 199

## KAMA7M10 - CRISTALLOGRAPHIE ET DIFFRACTION

Objectifs
<p>Comprendre comment la matière condensée cristallisée est décrite avec le réseau direct et ses symétries .</p> <p>Comprendre le processus de diffraction et le réseau réciproque.</p> <p>Etude des techniques expérimentales utilisées dans l'industrie</p> <p>Connaissances des exponentielles complexes et des transformées de Fourier</p>
Intended learning outcomes
<p>Understanding how crystallized condensed matter is described with the direct lattice and its symmetries.</p> <p>Understanding diffraction processes and the reciprocal lattice.</p> <p>Study of experimental techniques used in industry</p> <p>Knowledge of complex exponentials and Fourier transforms</p>
Plan du cours
<p>1 Bases fondamentales</p> <p>1.1 Production des rayons X et des neutrons</p> <p>1.1.2 Spectre de rayonnement synchrotron</p> <p>1.2 Interaction rayonnement - matière</p> <p>1.2.2 Construction d'Ewald et loi de Bragg</p> <p>1.2.3 Intensités diffractés et facteur de structure</p> <p>2 Caractérisation par rayons X</p> <p>2.1 Méthode de Debye-Scherrer</p> <p>2.2 Méthode de fluorescence</p> <p>2.3 Méthode du cristal tournant</p>
Course content
<p>1 Fundamentals</p> <p>1.1 Production of X-rays and neutrons</p> <p>1.1.2 Synchrotron radiation spectrum</p> <p>1.2 Radiation-matter interaction</p> <p>1.2.2 Ewald Construction and Bragg's Law</p> <p>1.2.3 Diffracted intensities and structure factor</p> <p>2 X-ray characterization methods</p> <p>2.1 Debye-Scherrer Method</p> <p>2.2 Fluorescence</p> <p>2.3 Rotating crystal method</p>
Bibliographie
<p>P. Ducros, Radiocristallographie .</p> <p>J.P. Eberhart, Méthodes physiques d'étude de minéraux et matériaux solides.</p> <p>M. Van Meerssche, J. Feneau, Introduction à la Cristallographie 1-</p>
Course literature
<p>P. Ducros, Radiocristallographie .</p> <p>J.P. Eberhart, Méthodes physiques d'étude de minéraux et matériaux solides.</p> <p>M. Van Meerssche, J. Feneau, Introduction à la Cristallographie 1-</p>

## KAMA7M11 - CRISTALLOGRAPHIE ET DIFFRACTION APPLICATIONS

Objectifs
<p>Mettre en application les notions théoriques abordées en cours et en TD.</p> <p>Voir les possibilités de quelques expériences de caractérisation aux rayons X des matériaux</p> <p>Se rendre compte des limitations de ces expériences</p>
Intended learning outcomes
<p>Applying the theoretical concepts discussed in class and in tutorials.</p> <p>See the possibilities of some X-ray material characterization experiments</p> <p>Realize the limitations of these experiences</p>
Pré-requis
<p>Cours et TD de cristallographie (MAT3) et de caractérisation X (MAT4)</p>
Plan du cours
<p>Il y a 4 expériences de caractérisation aux rayons X disponibles :</p> <p>Expérience de Debye-Scherrer</p> <p>Expérience de fluorescence</p> <p>Cristal tournant</p> <p>Diffractomètre de poudre, compteur proportionnel</p> <p>Les expériences se font en binôme et chaque étudiant fait 3 expériences parmi les 4 (fluorescence, cristal tournant et soit Debye-Scherrer soit Diffractomètre de poudre).</p>
Course content
<p>There are 4 x-ray characterization experiments available:</p> <p>Debye-Scherrer experience</p> <p>Fluorescence experiment</p> <p>Rotating crystal method</p> <p>Powder diffractometer, proportional counter</p> <p>The experiments are done in pairs and each student makes 3 experiments among the 4 (fluorescence, rotating crystal and either Debye-Scherrer or Powder Diffractometer).</p>

## KAMA7M12 - METHODES D'ANALYSE OPTIQUES

<b>Objectifs</b>
Apport des notions de base en analyse optique dans une perspective d'outil de caractérisation chimique, physique et structurale de matériaux variés. Situier les avantages et désavantages de l'analyse optique (aussi par rapport à d'autres techniques de caractérisation).
<b>Intended learning outcomes</b>
Contribution of basic notions in optical analysis from a tool perspective of chemical, physical and structural characterization of various materials. To situate the advantages and disadvantages of optical analysis (also in relation to other characterization techniques).
<b>Pré-requis</b>
Notions de base de cristallographie, de Physique et Chimie du solide et de Mécanique quantique. Outils mathématiques usuels.
<b>Prerequisites</b>
Basic knowledge of crystallography, solid state physics and chemistry, and quantum mechanics. Common mathematical tools.
<b>Plan du cours</b>
1Introduction / Généralités <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.1 La spectroscopie optique</li> <li>• 1.2 Domaines électromagnétiques</li> <li>• 1.3 Différents types de spectroscopie optique</li> <li>• 1.4 Rappels : Oscillateur harmonique, phonons</li> <li>• 1.5 Degrés de liberté et modes de vibration</li> </ul> 2 Observations optiques par biréfringence <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.1 Définitions mathématiques</li> <li>• 2.2 Rôle de la Symétrie</li> <li>• 2.3 Applications / Exemples</li> </ul> 3 Spectroscopie infrarouge <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.1 Introduction et formalisme</li> <li>• 3.2 Instrumentation</li> <li>• 3.3 Applications / Exemples</li> </ul> 4 Spectroscopie Raman <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4.1 Introduction</li> <li>• 4.2 Théorie : Traitement classique</li> <li>• 4.3 Théorie : Traitement semi-quantique</li> <li>• 4.4 Instrumentation</li> <li>• 4.5 Applications / Exemples</li> </ul>
<b>Course content</b>
1Introduction / General <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Optical spectroscopy</li> <li>1.2 Electromagnetic domains</li> <li>1.3 Different types of optical spectroscopy</li> <li>1.4 Reminders: Harmonic oscillator, phonons</li> <li>1.5 Degrees of freedom and vibration modes</li> </ul> 2 Birefringence optical observations <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Mathematical definitions</li> <li>2.2 Role of Symmetry</li> <li>2.3 Applications / Examples</li> </ul> 3 Infrared spectroscopy <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Introduction and formalism</li> <li>3.2 Instrumentation</li> <li>3.3 Applications / Examples</li> </ul> 4 Raman Spectroscopy <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Introduction</li> <li>4.2 Theory: Conventional treatment</li> <li>4.3 Theory: Semi-quantic treatment</li> <li>4.4 Instrumentation</li> <li>4.5 Applications / Examples</li> </ul>

## KAMA7M14 - SURFACE ET INTERFACES

<b>Objectifs</b>
Montrer à travers quelques exemples et illustrations le rôle important joué par les surfaces/interfaces au sein des systèmes physiques et physico-chimiques. Décrire la structure et la morphologie des surfaces/interfaces. Comprendre les concepts de base qui régissent l'équilibre mécanique et physico-chimique de systèmes comportant des interfaces Introduction à la physico-chimie des surfaces et interfaces. Présentation des différents modèles et leurs applications. Etudier les propriétés de mouillage et d'adhésion aux interfaces et le rôle particulier des surfaces et interfaces dans les systèmes de petite taille.
<b>Intended learning outcomes</b>
Show through some examples and illustrations the important role played by surfaces / interfaces within physical and physicochemical systems. Describe the structure and morphology of surfaces / interfaces. Understand the basic concepts that govern the mechanical and physico-chemical equilibrium of systems with interfaces Introduction to the physico-chemistry of surfaces and interfaces. Presentation of the different models and their applications. Study the properties of wetting and adhesion to interfaces and the special role of surfaces and interfaces in small systems.



Pré-requis
Notions de base de la thermodynamique des solutions et des équilibres de phases (énergie libre, enthalpie libre, potentiel chimique, activité chimique, équilibres chimiques, diagrammes d'équilibres de phases).
Notions de base en sciences et génie des matériaux (différentes classes de matériaux, microstructures et propriétés associées).
Notions élémentaires de cristallographie (structure atomique, plan et direction cristallographique, indices de Miller).
Bases de résistance des matériaux

Plan du cours
Chapitre 1: Exemples d'applications mettant en jeu des surfaces et interfaces
Chapitre 2: Généralités sur les surfaces, interfaces et interphases (structure, défauts, adsorption,...), évaluation d'énergie de surface
Chapitre 3: Equilibre mécanique et physico-chimie des systèmes comportant des interfaces (loi de Laplace, construction de Wulf, Relation de Herring,...)
Chapitre 4: Energie interfaciale et ségrégation (adsorption et modèle de Gibbs, modèle monocouche), application aux systèmes binaires
Chapitre 5: Mouillabilité et adhésion, applications (dépôt de couches minces, moulage, collage, brasage, infiltration, ...)
Chapitre 6: Courbure d'interface et potentiel chimique associé, applications aux petits systèmes

Course content
Chapter 1: Examples of applications involving surfaces and interfaces
Chapter 2: Overview of surfaces, interfaces and interphases (structure, defects, adsorption, ...), surface energy evaluation
Chapter 3: Mechanical and physico-chemical equilibrium in systems involving interfaces (Laplace law, Wulf construction, Herring relation, ...)
Chapter 4: Interfacial energy and segregation (Gibbs adsorption and Gibbs model, monolayer model), application to binary systems
Chapter 5: Wettability and adhesion, applications (thin layers deposition, molding, bonding, brazing, infiltration ...)
Chapter 6: Interface curvature and associated chemical potential, applications to small systems

Bibliographie
- Gouttes, Bulles, Perles et ondes. PG. De Gennes, F. Brochard-Wyart, D. Quéré. Édition Belin, Collection Echelles, 2005
- Chemical Thermodynamics of Materials. CHP. Lupis. Elsevier Science Publishing Co., 1983
- Wettability at High Temperatures. N. Eustathopoulos, N. Nicholas, B. Drevet. Pergamon Materials Series, Elsevier, Amsterdam, 1999
- Surface tension and adsorption. R. Defay, I. Prigogine. Longmans, 1966
- Éléments de Métallurgie Physique. Y. Adda, J-M. Dupouy, J. Philibert; Y. Quéré. Tome 4, Chap. 29. Edit. CEA-INSTN, France, 1987
- Endommagement interfacial des métaux. G. Saindreman, R. Le Gall, F. Christien. Ellipses, 2002
- Interfaces in crystalline materials. A.P. Shutton, R.W. Baluffi. Clarendon Press, 1996

Course literature
- Gouttes, Bulles, Perles et ondes. PG. De Gennes, F. Brochard-Wyart, D. Quéré. Édition Belin, Collection Echelles, 2005
- Chemical Thermodynamics of Materials. CHP. Lupis. Elsevier Science Publishing Co., 1983
- Wettability at High Temperatures. N. Eustathopoulos, N. Nicholas, B. Drevet. Pergamon Materials Series, Elsevier, Amsterdam, 1999

## KAMA7M15 - CATALYSE HETEROGENE

### Objectifs

Donner aux étudiants le vocabulaire et des notions de catalyse et de cinétique afin d'être à même de travailler en collaboration avec les utilisateurs de la catalyse

### Intended learning outcomes

To give students the vocabulary and notions of catalysis and kinetics in order to be able to work in collaboration with users of catalysis

### Pré-requis

Notion de thermodynamique et de cinétique

### Prerequisites

Notion of thermodynamics and kinetics

### Plan du cours

- 1 Notions de catalyse hétérogène
  - 1.1 Introduction et définition - Historique - Catalyseurs et propriétés catalytiques, Mécanisme général de l'acte catalytique.
  - 1.2 Catalyse hétérogène - Domaine d'emploi : réactions et procédés catalytiques, pot catalytique - Mécanismes généraux : diffusion, adsorption-désorption, cinétique
  - 1.3 Catalyseurs - Classification - Synthèse - Caractérisation physico-chimique - Activation
- 2 Notions d'adsorption-désorption
  - 2.1 Chimisorption et physisorption
  - 2.2 Isotherme d'adsorption de Langmuir Hypothèses de Langmuir - Adsorption moléculaire d'un composé - Adsorption dissociative d'un composé - Adsorption de plusieurs composés - Autres isotherme de chimisorption
  - 2.3 Isotherme d'adsorption physique - Différents types d'isothermes - Isotherme BET
- 3 Notions de cinétique hétérogène
  - 3.1 Cycle catalytique
  - 3.2 Réaction irréversible unimoléculaire
  - 3.3 Réaction irréversible bimoléculaire - Mécanisme de Langmuir-Hinshelwood (adsorption compétitive et adsorption non compétitive) - Mécanisme de Eley-Rideal

### Course content

- 1044/5000
- 1 Notions of heterogeneous catalysis
    - 1.1 Introduction and definition - History - Catalysts and catalytic properties, General mechanism of the catalytic act.
    - 1.2 Heterogeneous catalysis - Field of application: catalytic reactions and processes, catalytic converter - General mechanisms: diffusion, adsorption-desorption, kinetics
    - 1.3 Catalysts - Classification - Synthesis - Physico-chemical characterization - Activation
  - 2 Notions of adsorption-desorption
    - 2.1 Chemisorption and physisorption
    - 2.2 Langmuir adsorption isotherm Langmuir hypotheses - Molecular adsorption of a compound - Dissociative adsorption of a compound - Adsorption of several compounds - Other chemisorption isotherm
    - 2.3 Physical adsorption isotherm - different types of isotherms - BET isotherm
  - 3 Notions of heterogeneous kinetics

3.1 Catalytic cycle

3.2 Unimolecular irreversible reaction

3.3 Bimolecular irreversible reaction - Langmuir-Hinshelwood mechanism (competitive adsorption and noncompetitive adsorption) - Eley-Rideal mechanism

## Bibliographie

- Introduction à la cinétique chimique - Sam Logan - Dunon - 1998

- Cinétique chimique - C.Moreau et J-P Payen - Belin Sciences Sup - 1998

- Elements de cinétique et de catalyse - B.Frémaux - Technique et Documentation Lavoisier - 1988

- Cinétiques et catalyse hétérogènes - B. Gilot et R. Guiraud - Ellipses édition Marketing - 2004

## Course littérature

- Introduction à la cinétique chimique - Sam Logan - Dunon - 1998

- Cinétique chimique - C.Moreau et J-P Payen - Belin Sciences Sup - 1998

- Elements de cinétique et de catalyse - B.Frémaux - Technique et Documentation Lavoisier - 1988

- Cinétiques et catalyse hétérogènes et catalyse homogènes - B. Gilot et R. Guiraud - Ellipses édition Marketing - 2004

## KAMA7M16 - CINETIQUE ELECTROCHIMIQUE

### Objectifs

Cinétique électrochimique : Application à la corrosion

### Intended learning outcomes

Corrosion

### Pré-requis

Réaction d'oxydo-réduction, Loi de Nernst, Diagramme E-pH, loi de Faraday

### Prerequisites

Redox reaction, Nerst law, E-pH Diagramm, Faradya law

### Plan du cours

Introduction générale : coût de la corrosion et enjeux

Partie I : Notions élémentaires et rappels d'électrochimie

I. Quelques définitions

II. Loi de Nernst

III. Application loi de Nernst : les diagrammes E-pH

IV. Règle du gamma : réactions spontanées

V. Système hors équilibre

1. Rendement faradique
2. Courbes intensité – potentiel
3. Tracé des courbes  $i=f(E)$

Partie II : Cinétique électrochimique : aspects théoriques

I. Transfert de charge pur : Loi de Butler-Volmer

1. Loi de Butler-Volmer
2. Les lois limites : droites de Tafel et Résistance de polarisation
3. Courbes de polarisation en régime pur de transfert

II. Régime de diffusion pur : Loi de Fick

1. Expression de la concentration et couche de diffusion
2. Densité de courant d'échange
3. Densité de courant limite
4. Contrôle des conditions hydrodynamiques

III. Régimes mixtes

1. Equation  $i=f(E)$
2. Détermination  $R_p$  de l'électrode

IV. Détermination des paramètres cinétiques

1. Cas d'un régime de transfert de charge pur
2. Correction de diffusion : transfert mixte

V. Electrodes multiples

1. Processus concurrents et non concurrents
2. Processus non concurrents-Tension mixte

VI. Systèmes en fonctionnement

1. Fonctionnement générateur

2.Fonctionnement récepteur

### Partie III. Corrosion des métaux

#### I. Thermodynamique de la corrosion

1. Prédiction de la corrosion
2. Diagrammes de Pourbaix

#### II. Cinétique électrochimique de la corrosion

#### III. Mécanismes des processus cathodiques

#### IV. Mesure de la vitesse de corrosion

1. Méthode graphique
2. Perte de masse
3. Résistance de polarisation au potentiel de corrosion

#### V. Les différents types de corrosion

1. Corrosion uniforme ou généralisée
2. Corrosion galvanique
3. Passivation des métaux
4. Corrosion localisée par piqure
5. Corrosion par aération différentielle
6. Corrosion sous contrainte

#### VI. Protection contre la corrosion

1. Traitement de passivation
2. Revêtement protecteur
3. Modification du milieu
4. Inhibiteur de corrosion
5. Anode sacrificielle et Protection cathodique à courant imposé

## Course content

General introduction: cost of corrosion and issues

### Part I: Basics and reminders of electrochemistry

#### I. Some definitions

#### II. Nernst's Law

#### III. Nernst's Law Application: E-pH Charts

#### IV. Gamma Rule: Spontaneous Reactions

#### V. Non-equilibrium system

1. Faradic yield
2. Curves intensity - potential
3. Plotting curves  $I = f(E)$

### Part II: Electrochemical Kinetics: Theoretical Aspects

#### I. Transfer of pure charge: Butler-Volmer's law

1. Butler-Volmer's Law
2. The limiting laws: Tafel straight lines and Polarization resistance
3. Polarization curves in pure transfer regime

#### II. Pure circulation scheme: Fick's law

1. Expression of concentration and diffusion layer
2. Exchange current density
3. Limit current density
4. Control of hydrodynamic conditions

#### III. Mixed schemes

1. Equation  $i = f(\eta)$

?)

2.  $R_p$  determination of the electrode

#### IV. Determination of kinetic parameters

1. Case of a pure load transfer regime
2. Diffusion correction: mixed transfer

## V. Multiple electrodes

1. Competitive and non-competitive processes
2. Non-Competitive Process-Mixed Voltage

## VI. Systems in operation

1. Generator operation
2. Receiver operation

## Part III. Corrosion of metals

### I. Thermodynamic corrosion

1. Prediction of corrosion
2. Diagrams of Pourbaix

### II. Electrochemical kinetics of corrosion

### III. Mechanisms of cathodic processes

### IV. Measurement of corrosion rate

1. Graphic method
2. Mass loss
3. Polarization resistance to corrosion potential

### V. The different types of corrosion

1. Uniform or generalized corrosion
2. Galvanic corrosion
3. Passivation of metals
4. Localized corrosion by stress
5. Differential aeration corrosion
6. Corrosion under stress

### VI. Protection against corrosion

1. Passivation treatment
2. Protective clothing
3. Modification of the environment
4. Corrosion inhibitor
5. Sacrificial Anode and Cathodic Current Protection

## Bibliographie

- J. Besson, Précis de thermodynamique et de cinétique électrochimiques, Ellipses, Ed. Marketing, Paris (1984), ISBN 2 7298 9604 X
- F. Miomandre, S. Sadki, P. Audebert, R. Méallet-Renault, Electrochimie Des concepts aux applications, Dunod, Paris (2005), ISBN 2 10 007088 6
- C. Lefrou, P. Fabry, J-C. Poignet, L'électrochimie Fondamentaux avec exercices corrigés, EDP Sciences (2009), ISBN 978 2 7598 0425 2
- J-P. Diard, B. Le Gorrec, C. Montella, Cinétique électrochimique, Hermann (1996), ISBN 2 7056 6295 2
- C. Lefrou, R.P. Nogueira, F. Huet, H. Takenouti, Shreir's Corrosion Fourth Edition, Volume I, Electrochemistry, Elsevier (2010), ISBN 978 0 444 52788 2
- D. Landolt, Corrosion et chimie des surfaces et des métaux, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (réédition 2003), ISBN 2 88074 245 5

## Course literature

- J. Besson, Précis de thermodynamique et de cinétique électrochimiques, Ellipses, Ed. Marketing, Paris (1984), ISBN 2 7298 9604 X
- F. Miomandre, S. Sadki, P. Audebert, R. Méallet-Renault, Electrochimie Des concepts aux applications, Dunod, Paris (2005), ISBN 2 10 007088 6
- C. Lefrou, P. Fabry, J-C. Poignet, L'électrochimie Fondamentaux avec exercices corrigés, EDP Sciences (2009), ISBN 978 2 7598 0425 2
- J-P. Diard, B. Le Gorrec, C. Montella, Cinétique électrochimique, Hermann (1996), ISBN 2 7056 6295 2
- C. Lefrou, R.P. Nogueira, F. Huet, H. Takenouti, Shreir's Corrosion Fourth Edition, Volume I, Electrochemistry, Elsevier (2010), ISBN 978 0 444 52788 2
- D. Landolt, Corrosion et chimie des surfaces et des métaux, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (réédition 2003), ISBN 2 88074 245 5

## KAMA7M17 - RHEOLOGIE 1

### Objectifs

Reconnaître les grandes classes de comportement des matériaux à l'état fluide. Savoir choisir un rhéomètre pour caractériser un fluide en fonction des propriétés à mesurer, du type de comportement et de la gamme de sollicitations envisagés. Prise de conscience de l'importance de la rhéologie pour une très large gamme d'applications (du sang au béton en passant par les polymères fondus et en solution)...

### Intended learning outcomes

Recognize the large classes of behaviour of materials in the fluid state. Know how to choose a rheometer to characterize a fluid according to the properties to be measured, the type of behaviour and the range of stresses considered. Awareness of the importance of rheology for a very wide range of applications (from blood to concrete, but also for melted polymers and polymer solutions)...

### Pré-requis

Enseignement de mécanique des milieux continus d'année 3

### Prerequisites

Mechanics of continuous media class given during 3rd year (Materiaux 3)

### Plan du cours

1 Les types de sollicitations

- 1.1 Elongation,

- 1.2 Cisaillement

## 2 Les rhéomètres de cisaillement

- 2.1 Rhéomètres capillaires
- 2.2 Rhéomètres rotatifs

## 3 Phénomènes visqueux :

- 3.1 Fluides Newtoniens, rhéofluidifiants, rhéoépaississants.
- 3.2 Influence de la pression, de la température
- 3.3 Exemples types : solutions, suspensions, polymères à l'état fondu

## 4 Phénomènes de seuil d'écoulement et de thixotropie

- 4.1 Suspensions
- 4.2 Polymères chargés

## 5 Phénomènes viscoélastiques

- 5.1 Caractérisation
- 5.2 Modélisation (notions)

### Course content

#### 1 Types of solicitations

- 1.1 Elongation
- 1.2 Shear

#### 2 Shear rheometers

- 2.1 Capillary Rheometers
- 2.2 Rotary Rheometers

#### 3 viscous phenomena:

- 3.1 Newtonian fluids, shear thinning, shear thickening.
- 3.2 Influence of pressure, temperature
- 3.3 Typical Examples: solutions, suspensions, polymer melt

#### 4 Phenomena of yield stress and thixotropy

- 4.1 Suspensions
- 4.2 loaded Polymers

#### 5 Viscoelastic phenomena

- 5.1 Characterization
- 5.2 Modeling (concepts)

### Bibliographie

• « Comprendre la Rhéologie » Ouvrage collectif du Groupe Français de Rhéologie, Philippe Coussot et Jean-Louis Grossiord, EDP Sciences, 2002

### Course literature

• « Comprendre la Rhéologie » Ouvrage collectif du Groupe Français de Rhéologie, Philippe Coussot et Jean-Louis Grossiord, EDP Sciences, 2002

## KAMA7M23 - CATIA

## KAMA7M19 - VISCOELASTICITE DES POLYMERES

### Objectifs

Donner aux étudiants les principales notions de physique et de mécanique des polymères à l'état solide nécessaires à la compréhension de leur comportement en fonction de de la température, de la fréquence de sollicitation et de la charge appliquée.

### Intended learning outcomes

To give students the main concepts of physics and mechanics of solid-state polymers necessary to understand their behaviour as a function of temperature, stress frequency and applied load.

### Pré-requis

Enseignement de polymère de troisième année

### Prerequisites

Third year polymer teaching

### Plan du cours

#### Introduction

#### A - Le polymère à l'état solide

1. Généralités
2. État vitreux
3. État cristallin
4. État caoutchoutique. Élastomères

#### B - Propriétés thermomécaniques des polymères

1. Introduction
2. Viscoélasticité des polymères
3. Equivalence temps-température

C - Caractérisation des polymères

1. Test de traction
2. Résistance aux chocs
3. Mécanisme de rupture
4. Propriétés mécaniques dynamiques
5. Analyse thermique: ATG, DSC, MDSC
6. Autres caractérisations

D - Mise en oeuvre et formulation des polymères

1. Mise en oeuvre
2. Formulation

E - Points à retenir

**Course content**

Introduction

A - The polymer in the solid state

1. General information
2. Glassy state
3. Crystalline state
4. Rubber condition. Elastomers

B - Thermomechanical properties of polymers

1. Introduction
2. Viscoelasticity of polymers
3. Time-temperature equivalence

C - Characterization of polymers

1. Tensile test
2. Shock resistance
3. Breaking mechanism
4. Dynamic mechanical properties
5. Thermal analysis: ATG, DSC, MDSC
6. Other characterizations

D - formulation and processing of polymers

1. Processing
2. Formulation

E. Main points

**Bibliographie**

- \*Introduction to polymers, R.J. Young P.A. Lovell - Chapman & Hall
- \*Traité des matériaux, Presses polytechniques et universitaires romandes - Volumes 1 et 14
- \*De la macromolécule au matériau polymère, J. L Halary, F. Lauprêtre - Belin
- \*Thermal characterization of polymeric materials, Edith A. Turi, Academic press vol1 et 2
- \*Physique des polymères tome I, P. Combette, I. Ernoult - Hermann Éditeurs
- \*Introduction à la physique des polymères, S. Etienne, L. David -Dunod
- \*Supports de formation DMA TA Instruments
- \*Initiation à la chimie et à la physico-chimie des polymères:Ouvrages et supports de cours du GFP
- \*Intervention de Mr Gonnet Nexans : Procédés de mise en oeuvre et transformation

**Course literature**

- \*Introduction to polymers, R.J. Young P.A. Lovell - Chapman & Hall
- \*Traite des materiaux, Presses polytechniques et universitaires romandes - Volumes 1 et 14
- \*De la macromolecule au materiau polymere, J. L Halary, F. Laupretre - Belin
- \*Thermal characterization of polymeric materials, Edith A. Turi, Academic press vol1 et 2
- \*Physique des polymeres tome I, P. Combette, I. Ernoult - Hermann Editeurs
- \*Introduction à la physique des polymeres, S. Etienne, L. David -Dunod
- \*Supports de formation DMA TA Instruments
- \*Initiation a la chimie et a la physico-chimie des polymeres: Ouvrages et supports de cours du GFP
- \*Intervention de Mr Gonnet Nexans: Procedes de mise en oeuvre et transformation

**KAMA7M20 - METHODES NUMERIQUES**

**Objectifs**

- A partir de l'analyse d'un problème physique ou chimique conduisant à une ensemble d'équations différentielles ou aux dérivées partielles :
- Savoir le formuler pour une application donnée,
  - Construire un modèle numérique avec un langage de haut niveau,
  - Savoir appréhender et interpréter et critiquer les résultats de calcul.
  - Connaître les principes et le développement de quelques méthodes numériques
  - Comprendre et maîtriser les Méthodes numériques nodales

## Intended learning outcomes

Starting from the physical analysis of a problem issuing to the formulation of a group of differential equations :

- adapting to a specific application or device,
- building a numerical model with a high level language,
- knowing how to interpret calculation results,
- knowing principles and development of some numerical methods
- understanding and controlling nodal numerical methods

## Pré-requis

Equations différentielles,  
Equations aux dérivées partielles,  
Algèbre linéaire,  
Géométrie différentielle,  
Calcul intégral,  
Physique des milieux continus

## Prerequisites

Differential equations,  
Partial derivative equations,  
Linear Algebra,  
Differential geometry,  
Integral calculation,  
Physic in continuous media

## Plan du cours

1 Rappels mathématique

1.1 Géométrie différentielle

1.2 Algèbre linéaire

2 Méthodes numériques

2.1 Équations différentielles

2.2 Différences finies

2.3 Éléments finis

3 Résolution de problèmes sur calculateurs. Quelques exemples de sujets présentés :

3.1 Modèle ferromagnétique: Discrétisation des équations continues de magnétisme (statique) et de l'électromagnétisme (dynamique). Influence des propriétés physiques des matériaux.

3.2 Diffusion de la chaleur : étude de la distribution de la température dans un composant électronique. Étude du modèle de la diffusion de la chaleur.

3.3 Corde vibrante Modélisation de sa réponse dynamique (régime forcé ou non). Comparaison avec des situations à solution analytique simple

3.4 Calculs de trajectoires

3.5 Transformations pyrométallurgiques : Diffusion/Transport de concentrations/Solidification/fusion/dissolution

3.6 La thermoélectricité: un exemple de modèle à physiques multiples

## Course content

1 Mathematics recall

- Differential geometry,

- Linear algebra,

2 Numerical methods

- Differential equations,

- Finite differences in 1D,2D and 3D, static and dynamic

- Finite element method

3 Solution of problems on computer. Some examples of treated cases:

- Ferromagnetic model: Discretization of continuous equations of magnetism and electromagnetism. Influence of material properties.

- Heat diffusion and transport : study of temperature distribution in an electronic component. Comparison with analytical solution on simple cases.

- Vibrating rope : Modeling of dynamic response. Comparisons with analytical solution

- Trajectory calculation : Application to solid grains motion in liquid, sedimentation, external forces,

- Thermo-electricity : an example of multi-physics model

## Bibliographie

Bibliographie

- Dictionnaire de thermodynamique, P. Perrot, Interéditions, 1994.
- Thermodynamics and an introduction to thermostatistics, P. Callen, J.Wiley and sons, NY, 1988.
- Thermodynamics, N.A. Gokcen, R.G. Reddy, Plenum Press, 1996.
- Métallurgie, du minerai au matériau, J. Philibert, A. Vignes, Y. Bréchet, P. Combrade, Masson, 1998.
- Alloy phase equilibria, A. Prince, Elsevier, 1966.

Modélisation Numérique en science et génie des matériaux , M. Rappaz, M. Bellet, M. Deville, presses polytechniques et universitaires romandes, 1998

## Course literature

- Dictionnaire de thermodynamique, P. Perrot, Interéditions, 1994.

- Thermodynamics and an introduction to thermostatistics, P. Callen, J.Wiley and sons, NY, 1988.

- Thermodynamics, N.A. Gokcen, R.G. Reddy, Plenum Press, 1996.

- Métallurgie, du minerai au matériau, J. Philibert, A. Vignes, Y. Bréchet, P. Combrade, Masson, 1998.

- Alloy phase equilibria, A. Prince, Elsevier, 1966.

- Modélisation Numérique en science et génie des matériaux , M. Rappaz, M. Bellet, M. Deville, presses polytechniques et universitaires romandes, 1998

Objectifs
Gérer un projet, en équipe, en vue d'atteindre un objectif précis
Prendre des initiatives
Travailler en équipe
Prévoir et organiser le travail à effectuer
Tenir compte des contraintes organisationnelles, budgétaires, humaines
Rendre compte du travail fourni
Convaincre des partenaires de l'intérêt du projet et de la pertinence des décisions prises
Intended learning outcomes
Manage a project, as a team, in order to achieve a specific objective
Take initiatives
Working as a team
Plan and organize the work to be done
Take into account organizational, budgetary and human constraints
Report on the work provided
Convince partners of the interest of the project and the relevance of the decisions taken
Pré-requis
Projets collectifs (Année 3)
Prerequisites
None
Plan du cours
20 séances de 2h où étudiants et encadrants se rencontrent pour faire le point et travailler sur l'avancée du projet.
Evaluation : Bilan intermédiaire (rapport écrit et soutenance orale) en décembre et final (rapport écrit et soutenance orale) en avril
Course content
20 sessions of 2 hours each where students and supervisors meet to take stock and work on the progress of the project.
Evaluation: Intermediate assessment (written report and oral defense) in December and final (written report and oral defense) in April

## KAMA7M22 - STAGE 3EME ANNEE

Objectifs
Les stages du département Matériaux
Les élèves ingénieurs du département Matériaux de Polytech Grenoble effectuent 3 stages au cours de leur formation. Une expérience à l'étranger est requise pour l'obtention du diplôme en formation ou en stage sur les 3 années du cursus.
Le stage de première année, d'une durée de 8 semaines en France ou de 12 semaines à l'étranger est un stage d'immersion dans le milieu professionnel, en laboratoire ou en entreprise. Ce stage donne lieu à la rédaction d'un rapport évalué.
Intended learning outcomes
Internships of the Materials Department
The engineering students of Polytech Grenoble's Materials Department carry out 3 internships during their training. An international experience is required to obtain the diploma in training or internship on the 3 years of the course.
The first-year internship, lasting at least 8 weeks in France or abroad, is an immersion internship in the professional, laboratory or business environment. This internship gives rise to the writing of an evaluated report.

## KAMA8M01 - MATERIAUX SEMI-CONDUCTEURS ET POUR L'OPTOELECTRONI

Objectifs
Le choix des matériaux et l'optimisation de leurs propriétés magnétiques principalement dans le domaine de l'enregistrement magnétique et dans celui la spintronique sont discutés.
Montrer comment les propriétés physiques de base des matériaux ferroélectriques peuvent être exploitées dans la mise au point de dispositifs fonctionnels.
L'originalité des semi-conducteurs, la relation entre leurs propriétés physicochimiques spécifiques et leurs propriétés électriques sont présentés
Intended learning outcomes
The choice of materials and the optimization of their properties (magnetics, electrics, optics) is crucial for device innovations and performances
The objective of this lecture is to understand fundamental relation between semiconductors materials fundamental properties and their applications. We also focus on the fabrication of sc materials and integrated devices in clean room environment. As an example we will explain the Moore law scaling of the transistors from the beginning (2D) to now (Finfet and GAA device)
Pré-requis
Mathématiques : Equation différentielle du deuxième ordre à coefficients constants.
Enseignements de l'année précédente : propriétés électriques des matériaux, vibration et ondes, liaisons chimiques
Prerequisites
Mathematics: differential equations
Physics: basics of electrostatics, propagation and inorganic chemistry
Plan du cours
1 Matériaux semi-conducteurs
1.1 Les matériaux semi - conducteurs
1.2 Le silicium massif
1.3 Oxydation : les différents types d'oxyde, leur rôle, leur élaboration.
1.4 Dopage (diffusion, implantation ionique ou plasma,..)
1.5 Définition des motifs et des fonctions: photolithographie et gravure.
1.6 Les problèmes actuels : matériaux low- ou high-k, barrières anti-diffusion



1.7 Le « Packaging » et les connexions externes

## 2 Matériaux ferromagnétiques

2.1 Définition et rappel des propriétés les plus

remarquables des diélectriques

2.2 Différentes techniques d'élaboration de couches minces de matériaux ferroélectriques

2.3 Deux exemples d'applications dans le domaine de microsystèmes et de l'électronique

## 3 Matériaux ferroélectriques

3.1 Rappel de propriétés des matériaux magnétiques

3.2 Description phénoménologique du transport électrique dépendant du spin

3.3 Applications dans le domaine d'enregistrement magnétique.

3.4 Des applications émergentes

## Course content

1. Semiconductor materials fabrication for integrated devices: from wafer fabrication to IC (cleaning, oxidation, doping, lithography, etching and deposition)

2. Ferromagnetic materials: from definition to application

3. Ferroelectric materials: spin transport and emerging applications

## Bibliographie

Bibliographie

- Physique des semi-conducteurs et des composants électroniques, H. Mathieu, Dunod (2001)

- Physics of Semiconductors devices, Sze, Wiley (1981).

- Magnétisme : Vol I - Fondements, Vol II -

Matériaux et applications. Presses Universitaires de Grenoble 1999.

- Modern Magnetic Materials : Principles and Applications, R. C. O'Handley, (Wiley and Sons, New York, 1999).

• Théorie de magnétisme, R. Pauthenet, Techniques de l'ingénieur, D-175

- Capteurs magétorésistifs, B. Dieny et J.M. Fedeli, Techniques de l'ingénieur, Traité Mesures et contrôle, R-416

- Moteurs Piézoélectriques, B. Nogarede, Techniques de l'ingénieur, D-3765

## Course literature

Physics of semiconductors devices, Sze, Wiley (1981)

## KAMA8M02 - PHYSIQUE FONDEMENTS -APPLICATIONS

### Objectifs

Renforcer la compréhension des phénomènes fondamentaux dans les domaines des semiconducteurs, du magnétisme et des transferts thermiques par la réalisation d'expériences simples et illustratives.

### Intended learning outcomes

To strengthen the understanding of fundamental phenomena in the fields of semiconductors, magnetism and heat transfers by carrying out simple and illustrative experiments.

### Pré-requis

Transferts thermiques, magnétisme, électrocinétique.

### Prerequisites

Thermal transfers, magnetism, electrokinetics.

### Plan du cours

4 applications de travaux pratiques seront réalisées :

- Magnétostatique :

Carte de champ magnétique générée par un aimant et par une bobine parcourue par un courant, force d'interaction entre aimants, mesure des propriétés magnétiques de matériaux par la force d'interaction magnétique aimant/matière.

- Electromagnétisme :

Induction magnétique dans une bobine, mesure de l'aimantation d'un aimant par induction magnétique, force de freinage électromagnétique

- Transferts thermiques :

Mesure de la conduction thermique dans les matériaux, recherche de fuites thermiques dans un bâtiment par imagerie infra-rouge, observation visuelle des courants de convection par effet Schlieren synthétique

- Semiconducteurs :

Caractérisation électriques de diodes, mesure d'éléments photosensibles (photorésistances, cellules photovoltaïques)

## Course content

4 practical work applications will be carried out:

- Magnetostatic:

Magnetic field map generated by a magnet and by a coil powered by a current, interaction force between magnets, measurement of the magnetic properties of materials by the magnetic interaction force between magnet and matter.

- Electromagnetism :

Electromagnetic induction in a coil, measurement of the magnetization of a magnet by electromagnetic induction, electromagnetic braking force.

- Thermal transfers :

Measurement of thermal conduction in materials, detection of thermal leaks in a building by infrared imaging, visual observation of convection currents by synthetic Schlieren effect

- Semiconductors :

Electrical characterization of diodes, characterization of photo electric devices (photoresistor, photovoltaic cells)

## KAMA8M03 - PROPAGATION

### Objectifs

Comprendre et modéliser les mécanismes physiques de propagation des ondes sonores, mécaniques (corde vibrante) et électromagnétiques.

Quantifier les transferts d'énergie dans un milieu et à l'interface entre deux milieux

Aborder les mécanismes de superposition d'ondes dans le domaine des battements, des ondes stationnaires et des interférences

### Intended learning outcomes

Understand and model the physical mechanisms of sound, mechanical (vibrating string) and electromagnetic wave propagation.

Quantify energy transfers in a medium and at the interface between two media

Address wave superposition mechanisms in the field of beat, standing waves and interferences

### Pré-requis

Dérivées, fonctions trigonométriques, gradient, rotationnel, divergence

### Prerequisites

Derivatives, trigonometric functions, gradient, rotational, divergence

### Plan du cours

Introduction : représentation mathématique d'une onde se propageant, mesure de la vitesse de la lumière, loi de Descartes, effet Doppler.

Propagation : mécanisme de propagation de l'onde acoustique, mécanique (corde vibrante) et électromagnétique

Impédance : impédance acoustique, de la corde vibrante et électromagnétique. Réflexion, transmission.

Energie : énergie acoustique et électromagnétique. Transmission de l'énergie

Superposition d'ondes : Battements, ondes stationnaires, interférences

### Course content

Introduction: mathematical representation of a propagating wave, measurement of the speed of light, Descartes law, Doppler effect.

Propagation: acoustic, mechanical (vibrating string) and electromagnetic wave propagation mechanism.

Impedance: acoustic, vibrating string and electromagnetic impedance. Reflection, transmission.

Energy: acoustic and electromagnetic energy. Energy transmission

Superposition of waves: Beats, standing waves, interferences.

### Bibliographie

Physique, Kane et Sternheim, Interéditions.

### Course literature

Physique, Kane et Sternheim, Interéditions.

## KAMA8M05 - ANALYSE DES SURFACES-APPLICATIONS

### Objectifs

Mise en pratique des méthodes d'analyse des surfaces traitées dans le cours "Méthodes d'analyse des surfaces" du semestre 7 (AFM, STM, XPS, MEIS)

### Intended learning outcomes

Practical application of the theory treated in the "Surface Analysis Methods" lecture of semester 7 (AFM, STM, XPS, MEIS)

### Pré-requis

Cours METHODES D'ANALYSE DES SURFACES du semestre 7

### Prerequisites

Lecture "SURFACE ANALYSIS METHODS" of semester 7

### Plan du cours

AFM: différents modes d'utilisation (contact, contact intermittent...), courbe approche-retrait, impact des paramètres d'asservissement

STM: étude d'un échantillon HOPG, étude de la structure atomique, courbes I(V) et I(z)

XPS: étude de la composition chimique à la surface d'un échantillon

MEIS: étude de la structure à la surface d'un échantillon par faisceau d'ions

### Course content

AFM: different operating modes (contact, intermittent contact...), approach-retract curve, impact of feedback parameters

STM: study of a HOPG sample (atomic structure), I(V) and I(z) characteristics

XPS: study of the chemical surface composition of a sample

MEIS: study of the surface sample structure by ion beam analysis

## KAMA8M06 - RESISTANCE DES MATERIAUX

### Objectifs

Mise en place des concepts, des outils et des principes généraux de la résistance des matériaux. Acquisition progressive de la notion de milieux déformables avec les approximations connues de la théorie des poutres. Compréhension des bases de la mécanique des matériaux et de la résolution de problèmes de poutres en extension

## Intended learning outcomes

Establishment of concepts, tools and general principles of the resistance of materials. Progressive acquisition of the concept of deformable media with known approximations of the theory of beams. Understanding the basics of material mechanics and problem solving of beams in extension

## Pré-requis

Mécanique du point . Mécanique des solides indéformables. Mécanique des milieux continus.

## Plan du cours

- 1 Principes et notions de base
  - 1.1 Introduction ; Hypothèses de base ; Méthode de résolution.
  - 1.2 Classes de comportement
  - 1.3 Objets et bases de la résistance des matériaux
- 2 Traction - Compression
  - 2.1 Contrainte normale dans une section droite
  - 2.2 Condition de résistance à la traction
  - 2.3 Cylindre ouvert à paroi mince sous pression
  - 2.4 Condition de résistance à la compression
  - 2.5 Concentration de contraintes Fatigue
- 3 Préliminaires à la flexion et à la Torsion
  - 3.1 Etude des surfaces Planes
  - 3.2 Moments d'inertie
  - 3.3 Théorème de Huyghens
  - 3.4 Produits d'inertie
  - 3.5 Moments principaux d'inertie.
- 4 Flexion
  - 4.1 Définition ; Hypothèses ; Expériences
  - 4.2 Contrainte normale et déformation
  - 4.3 Relations entre effort tranchant et moment fléchissant
  - 4.4 Equation de la déformée.
- 5 Torsion
  - 5.1 Définition ; Hypothèses ; Moment d'inertie polaire
  - 5.2 Contrainte de cisaillement en torsion
  - 5.3 Angle de torsion
  - 5.4 Condition de résistance à la torsion.
- 6 Sollicitations composées
- 7 Poutres hyperstatiques et méthodes énergétiques
  - 7.1 Types de liaison
  - 7.2 Degré d'hyperstaticité
  - 7.3 Méthode de superposition
  - 7.4 Energie de déformation pour différents cas de contraintes
  - 7.5 Théorème de Maxwell - Betti ; Théorèmes de Castigliano et de Ménabréa.
- 8 Compléments :
  - 8.1 Instabilité et Flambement
  - 8.2 Comportement au delà du domaine élastique
  - 8.3 Initiation aux éléments finis

## Course content

- 1 Principles and basic concepts
  - ? 1.1 Introduction; Basic assumptions; Resolution method.
  - ? 1.2 Behavior classes
  - ? 1.3 Objects and bases of the resistance of materials
- 2 Traction - Compression
  - ? 2.1 Normal stress in a straight section
  - ? 2.2 Condition of tensile strength
  - ? 2.3 Open-walled thin-walled cylinder
  - ? 2.4 Compressive strength condition
  - ? 2.5 Fatigue stress concentration
- 3 Preliminaries to bending and twisting
  - ? 3.1 Study of Planes surfaces
  - ? 3.2 Moments of inertia
  - ? 3.3 Huyghens theorem
  - ? 3.4 Inertia Products
  - ? 3.5 Principal moments of inertia.
- 4 Flexion
  - ? 4.1 Definition; Hypotheses ; Experiences
  - ? 4.2 Normal stress and deformation
  - ? 4.3 Relationships between shear and bending moment
  - ? 4.4 Equation of the deformed.
- 5 Twist
  - ? 5.1 Definition; Hypotheses ; Moment of polar inertia
  - ? 5.2 Constraint of torsion shear

? 5.3 Angle of torsion

? 5.4 Torsion resistance condition.

6 Compound solicitations

7 Hyperstatic beams and energy methods

? 7.1 Types of connection

? 7.2 Degree of hyperstaticity

? 7.3 Overlay method

? 7.4 Deformation energy for different stress cases

? 7.5 Maxwell - Betti theorem; Theorems of Castigliano and Menabréa.

8 Complements:

? 8.1 Instability and Buckling

? 8.2 Behavior beyond the elastic domain

? 8.3 Initiation to finite elements

## Bibliographie

Références bibliographiques :

- A. GIET et L. GEMINARD : " Résistance des Matériaux ", Tomes 1 et 2, Collection Technologie et Université, Dunod.,
- C. MASSONET et S. CESCOTTO : " Mécanique des Matériaux ", Collection Bibliothèque des Universités, De Boeck-Wesmael.
- I.H. Shames et C.L. Dym : " Energy and Finite Element Methods in Structural Mechanics ", Taylor and Francis. S. Timoshenko et J.N. Goodier : " Theory of Elasticity ", McGraw Hill. SFM (Société Française des Mécaniciens) : " Guide de Validation des Progiciels ", AFNOR

## Course literature

Références bibliographiques :

- A. GIET et L. GEMINARD : " Résistance des Matériaux ", Tomes 1 et 2, Collection Technologie et Université, Dunod.,
- C. MASSONET et S. CESCOTTO : " Mécanique des Matériaux ", Collection Bibliothèque des Universités, De Boeck-Wesmael.
- I.H. Shames et C.L. Dym : " Energy and Finite Element Methods in Structural Mechanics ", Taylor and Francis. S. Timoshenko et J.N. Goodier : " Theory of Elasticity ", McGraw Hill. SFM (Société Française des Mécaniciens) : " Guide de Validation des Progiciels ", AFNOR

## KAMA8M08 - CERAMIQUES ET VERRES

### Objectifs

Connaître et maîtriser l'essentiel des structures, des microstructures, des propriétés et des applications des matériaux céramiques. Etre en mesure d'expliquer les origines, les similitudes et les différences entre les principales propriétés des différentes classes ou catégories de céramiques : traditionnelles ou techniques, structurales (mécaniques) ou fonctionnelles (électroniques), oxydes et nitrures ou carbures. On insistera particulièrement sur les relations structures - microstructures - propriétés des matériaux fabriqués par une technologie "céramique". Un ingénieur en Science des Matériaux doit maîtriser les différences de propriétés entre un "monocristal" et une céramique de même composition.

### Intended learning outcomes

Know and master the essential structures, microstructures, properties and applications of ceramic materials. To be able to explain the origins, the similarities and the differences between the main properties of the different classes or categories of ceramics: traditional or technical, structural (mechanical) or functional (electronic), oxides and nitrides or carbides. Particular emphasis will be placed on the structure - microstructure - property relationships of materials made by "ceramic" technology. An engineer in Materials Science must master the differences in properties between a "single crystal" and a ceramic of the same composition.

### Pré-requis

Thermodynamique des matériaux : diagrammes de phases, diffusion, germination, croissance

Physique et chimie du solide monocristallin

Poudres et matériaux frittés

### Prerequisites

Thermodynamics of Materials: Phase Diagrams, Diffusion, Nucleation, Growth

Physics and Chemistry of Monocrystalline Solids

Powder and sintered materials

### Plan du cours

I. Introduction et domaines d'application

A. Céramiques traditionnelles

B. Céramiques techniques

II. Structures et microstructures des céramiques

A. Cristallo chimie et structures des céramiques

B. Diagrammes de phases (diagrammes ternaires)

C. Microstructures

III. Propriétés des céramiques fonctionnelles (électriques, diélectriques, magnétiques, optiques)

A. Conductivités électriques des céramiques

B. Propriétés diélectriques

C. Céramiques magnétiques

IV. Propriétés thermo mécaniques et céramiques structurales

A. Rupture fragile, ténacité et fatigue statique

B. Analyse statistique de la rupture et durée de vie

C. Renforcement des céramiques

+

Recherche Documentaire: études de cas de matériaux céramiques pour lesquels les aspects mécaniques et électriques doivent être pris en compte

## Course content

- I. Introduction and fields of application
    - A. Traditional ceramics
    - B. Technical Ceramics
  - II. Structures and microstructures of ceramics
    - A. Cristallography and structures of ceramics
    - B. Phase diagrams (ternary diagrams)
    - C. Microstructures
  - III. Properties of functional ceramics (electrical, dielectric, magnetic, optical)
    - A. Electrical conductivities of ceramics
    - B. Dielectric properties
    - C. Magnetic ceramics
  - IV. Thermo-mechanical properties and structural ceramics
    - A. Brittle fracture, tenacity and static fatigue
    - B. Statistical analysis of fatigue test data
    - C. Strengthening of ceramics
- +
- Documentary research: case studies of ceramic materials for which mechanical and electrical aspects must be taken into account

## Bibliographie

Céramiques et verres (TM volume 16) Principes et techniques d'élaboration  
De Jean-Marie Haussonne, James L. Barton, Paul Bowen et Claude Paul Carry  
PPUR - Collection : Traités des Matériaux -2005

## Course literature

Céramiques et verres (TM volume 16) Principes et techniques d'élaboration  
De Jean-Marie Haussonne, James L. Barton, Paul Bowen et Claude Paul Carry  
PPUR - Collection : Traités des Matériaux -2005

## KAMA8M09 - CINÉTIQUE ÉLECTROCHIMIQUE - APPLICATIONS

### Objectifs

Maîtriser les méthodes expérimentales utilisées pour l'étude des réactions électrochimiques.

### Intended learning outcomes

Understand the experimental methods used for the study of electrochemical reactions.

### Pré-requis

Réaction d'oxydo-réduction, Loi de Nernst, Diagramme E-pH, loi de Faraday

### Prerequisites

Oxidation Reduction Reaction, Nernst's Law, E-pH Diagram, Faraday's Law

### Plan du cours

- Réaction électrochimiques spontanées
- Régulations en tension ou courant
- Réactions électrochimiques non spontanées
- Formation de H<sub>2</sub> sur différents métaux
- Dépôts métalliques
- Corrosion électrochimique uniforme
- Corrosion galvanique

### Course content

- Spontaneous electrochemical reactions
- Voltage or current regulation
- Non-spontaneous electrochemical reactions
- Formation of H<sub>2</sub> on different metals
- Metal deposits
- Uniform electrochemical corrosion
- Galvanic corrosion

### Bibliographie

- ATLAS D'EQUILIBRES ELECTROCHIMIQUES, M. Pourbaix ; Gauthier Villard, 1963
- MODERN ELECTROCHEMISTRY (1 et 2). J.O .M. Bockris, A.N. Reddy ; Plenum Press 1970
- MANIPULATIONS D'ELECTROCHIMIE, J. Besson et J. Guillon ; Masson, 1972
- CRC HANDBOOK OF PHYSICS AND CHEMISTRY ; CRC Press, 1995
- ELECTROCHIMIE PRINCIPES, METHODES ET APPLICATIONS, Allen J. Bard and Larry R. Faulkner ; Masson 1983
- L'OXYDORÉDUCTION, CONCEPTS ET EXPERIENCES, J. Sarrazin et M. Verdaguer ; Ellipses, Ed. Marketing (1991).
- CINÉTIQUE ELECTROCHIMIQUE, J-P. Diard, B. Le Gorrec et C. Montella ; Hermann (1997).
- CORROSION ET CHIMIE DE SURFACES DES METAUX, D. Landolt ; Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, (1993).

Course literature
- ATLAS D'EQUILIBRES ELECTROCHIMIQUES, M. Pourbaix ; Gauthier Villard, 1963
- MODERN ELECTROCHEMISTRY (1 et 2). J.O .M. Bockris, A.N. Reddy ; Plenum Press 1970
- MANIPULATIONS D'ELECTROCHIMIE, J. Besson et J. Guitten ; Masson, 1972
- CRC HANDBOOK OF PHYSICS AND CHEMISTRY ; CRC Press, 1995
- ELECTROCHIMIE PRINCIPES, METHODES ET APPLICATIONS, Allen J.Bard and Larry R.Faulkner ; Masson 1983
- L'OXYDOREDUCTION, CONCEPTS ET EXPERIENCES, J. Sarrazin et M. Verdaguer ; Ellipses, Ed. Marketing (1991).
- CINETIQUE ELECTROCHIMIQUE, J-P. Diard, B. Le Gorrec et C. Montella ; Hermann (1997).
- CORROSION ET CHIMIE DE SURFACES DES METAUX, D. Landolt ; Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, (1993).

KAMA8M20 - METHODES D'ANALYSE DES SURFACES
<b>Objectifs</b>
Etude détaillée de quelques techniques de caractérisation (MEIS, XPS et microscopies à sonde locale) utilisées comme outils de contrôle des surfaces et des couches minces. Cet enseignement est illustré par de nombreux exemples d'application.
<b>Intended learning outcomes</b>
Detailed study of some characterization techniques (MEIS, XPS and local probe microscopy) used as tools for surface and thin film control. This teaching is illustrated by numerous application examples.
<b>Pré-requis</b>
Notions de physique du solide et de mécanique quantique. Outils mathématiques usuels.
<b>Prerequisites</b>
Notions of solid-state physics and quantum mechanics. Common mathematical tools.
<b>Plan du cours</b>
1 Ordres de grandeur en Physique des surfaces et en Physique du vide. Instrumentations : sources, analyseurs et détecteurs
2 Physique de la MEIS. Applications à l'étude des matériaux et structures.
3 XPS, physique et applications.
4 Microscopies à sonde locale, physique et applications.
<b>Course content</b>
1 Orders of magnitude in Surface Physics and Vacuum Physics. Instrumentations: sources, analysers and detectors
2 Physics of MEIS. Applications to the study of materials and structures.
3 XPS, physics and applications.
4 Local probe microscopies, physics and applications.
<b>Bibliographie</b>
L.C. Feldman et J.W. Mayer, Fundamentals of surface and thin film analysis (North-Holland, New-York, 1984).
<b>Course literature</b>
L.C. Feldman et J.W. Mayer, Fundamentals of surface and thin film analysis (North-Holland, New-York, 1984).

KAMA8M07 - ANSYS
<b>Objectifs</b>
Application du cours de RDM
<b>Intended learning outcomes</b>
Application of the Strength of materials courses
<b>Pré-requis</b>
Enseignement de RDM
Mécanique des milieux continus
<b>Prerequisites</b>
Strength of materials courses
Continuum mechanics courses
<b>Plan du cours</b>
Les travaux pratiques répartis en deux thèmes différents ont pour objectif principal de traiter des cas réels de conception et de dimensionnement de composants mécaniques. Pour cela, les étudiants utiliseront un progiciel de calcul de structures.
<b>Course content</b>
Practical work divided into two different themes has the main objective of dealing with real cases of design and dimensioning of mechanical components. For this purpose, students will use a software for calculating structures.
<b>Bibliographie</b>
A. GIET et L. GEMINARD : Résistance des Matériaux , Tomes 1 et 2, Collection Technologie et Université, Dunod.,
C. MASSONET et S. CESCOTTO : Mécanique des Matériaux , Collection Bibliothèque des Universités, De Boeck-Wesmael.
I.H. Shames et C.L. Dym : Energy and Finite Element Methods in Structural Mechanics , Taylor and Francis. S. Timoshenko et J.N. Goodier : Theory of Elasticity, McGraw Hill. SFM (Société Française des Mécaniciens) : Guide de Validation des Progiciels , AFNOR
<b>Course literature</b>
A. GIET et L. GEMINARD : Résistance des Matériaux , Tomes 1 et 2, Collection Technologie et Université, Dunod.,
C. MASSONET et S. CESCOTTO : Mécanique des Matériaux , Collection Bibliothèque des Universités, De Boeck-Wesmael.
I.H. Shames et C.L. Dym : Energy and Finite Element Methods in Structural Mechanics , Taylor and Francis. S. Timoshenko et J.N. Goodier : Theory of Elasticity, McGraw Hill. SFM (Société Française des Mécaniciens) : Guide de Validation des Progiciels , AFNOR

KAMA8M22 - RHEOLOGIE 2
------------------------

## KAMA8M11 - PROJETS COLLECTIFS 2

### Objectifs

Gérer un projet, en équipe, en vue d'atteindre un objectif précis  
Prendre des initiatives  
Travailler en équipe  
Prévoir et organiser le travail à effectuer  
Tenir compte des contraintes organisationnelles, budgétaires, humaines  
Rendre compte du travail fourni  
Convaincre des partenaires de l'intérêt du projet et de la pertinence des décisions prises

### Intended learning outcomes

Manage a project, as a team, in order to achieve a specific objective  
Take initiatives  
Working as a team  
Plan and organize the work to be done  
Take into account organizational, budgetary and human constraints  
Report on the work provided  
Convince partners of the interest of the project and the relevance of the decisions taken

### Pré-requis

Projets collectifs 1

### Prerequisites

Collective projects 1

### Plan du cours

20 séances de 2h où étudiants et encadrants se rencontrent pour faire le point et travailler sur l'avancée du projet.  
Évaluation : Bilan intermédiaire (rapport écrit et soutenance orale) en décembre et final (rapport écrit et soutenance orale) en avril

### Course content

20 sessions of 2 hours each where students and supervisors meet to take stock and work on the progress of the project.  
Evaluation: Interim assessment (written report and oral defense) in December and final (written report and oral defense) in April

## KAMA8M12 - PROJET D'APPLICATION SUR LES MATERIAUX

### Objectifs

- Apprendre aux élèves à mener un projet de recherche (à dominante métallurgie, céramique ou polymères) en petit groupe (3 à 4 étudiants) dans un laboratoire, sur 5 demie journées réparties sur une semaine.  
- Apprendre aux élèves à rédiger un rapport scientifique synthétique (partie expérimentale, résultats, discussion et conclusions, bibliographie) et à présenter à l'oral de façon efficace leurs résultats.

### Intended learning outcomes

- Teach students to conduct a research project (mainly metallurgy, ceramics or polymers) in a small group (3-4 students) in a laboratory, on 5 half days spread over a week.  
- Teach students to write a synthetic scientific report (experimental part, results, discussion and conclusions, bibliography) and to present their results effectively.

### Pré-requis

Cours et TP de la matière concernée (métallurgie, céramique ou polymères).

### Prerequisites

Course and practical work of the subject concerned (metallurgy, ceramics or polymers).

### Plan du cours

Différents sujets de projet par type de matériaux sont proposés aux étudiants : matériaux métalliques, céramiques et polymères.  
Une semaine est bloquée pour ces TP-projets en laboratoire, et pour chaque groupe de 3 étudiants il y a 5 demi journées en laboratoire, les autres demi-journées servent à travailler sur le sujet du projet sans expériences.

o Un rapport est à rendre une semaine après, et une présentation orale aura lieu devant un jury.

### Course content

Several subjects by type of materials are available for the students: in the metal field, in ceramics and in polymers  
A week is blocked for the TP-laboratory projects, and for each group of three students there are five half days in the laboratory, the other half-days are used to work on the subject of the project without experience.

o A report is to make it a week later, and an oral presentation will be held in front of a jury.

### Bibliographie

Dépend du sujet.

### Course literature

related to the subject

## KAMA8M15 - PLAN D'EXPERIENCES

### Objectifs

Le but de l'enseignement est l'élaboration d'une stratégie d'étude optimale destinée à modéliser, en un nombre minimal d'expériences, un ensemble de réponses aptes à décrire un procédé donné avec pour objectif la description empirique des phénomènes intervenants ou l'optimisation des conditions de fonctionnement.  
L'objectif économique de la méthodologie proposée est d'aboutir concrètement pour une étude expérimentale donnée à des gains financiers par réduction conjuguée du temps d'étude, des matières requises et du personnel impliqué

### Intended learning outcomes

The aim of the teaching is the elaboration of an optimal study strategy designed to model, in a minimal number of experiments, a set of answers able to describe a given process with the objective of the empirical description of the phenomena involved or optimization of the operating conditions.

The economic objective of the proposed methodology is to concretely lead to an experimental study given to financial gains through combined reduction of study time, required subjects and personnel involved.

## Pré-requis

Notions statistiques de base (moyenne, écart-type, loi normale, estimation et tests d'hypothèses). Notions de base sur les matrices

## Plan du cours

1 Introduction à la modélisation empirique et aux plans d'expériences

1.1 Modèles empiriques, surfaces de réponse et courbes isoréponses

1.2 Objectifs et choix de modèle

1.3 Introduction aux plans d'expériences

2 Modèles linéaires sans interaction

2.1 Variables codées

2.2 Matrices d'Hadamard ; Plans de Plackett et Burman

2.3 Etude d'un cas concret

3 Modèles linéaires avec toutes interactions et Plans factoriels complets à 2 niveaux

3.1 Introduction aux plans factoriels complets sur un cas concret

3.2 Compléments sur la construction des plans factoriels complets

4

Modèles linéaires avec interactions en nombre limité, Plans factoriels complets à 2 niveaux et Tables orthogonales de Taguchi

4.1 Introduction aux notions de confusion, alias et générateurs

4.2 Principe de construction des plans factoriels fractionnaires

4.3 Construction des Tables orthogonales de Taguchi

4.4 Etude d'un cas concret : du brainstorming au plan d'expériences

5 Introduction aux modèles du 2ème degré

## Course content

1 Introduction to Empirical Modeling and Experiment Plans

1.1 Empirical Models, Response Surfaces, and Isoréponses Curves

1.2 Objectives and model choices

1.3 Introduction to the experimental plans

2 Linear models without interaction

2.1 Coded variables

2.2 Hadamard matrices; Shots of Plackett and Burman

2.3 Study of a concrete case

3 Linear models with all interactions and complete factorial maps at 2 levels

3.1 Introduction to complete factorial plans on a concrete case

3.2 Complements on the construction of complete factorial plans

4

Linear models with limited interactions, 2-level complete factorial maps and Taguchi Orthogonal Tables

4.1 Introduction to the concepts of confusion, aliases and generators

4.2 Construction Principle of Fractional Factorial Designs

4.3 Construction of Orthogonal Tables of Taguchi

4.4 Study of a concrete case: from brainstorming to the experimental plan

5 Introduction to 2nd degree models

## Bibliographie

6 Références bibliographiques

BOX, G.E.P., HUNTER, W.G., HUNTER, J.S. (1978). Statistics for experimenters, Wiley, NY.

BOX, G.E.P., DRAPER, N. (1987). Empirical model-building and response surfaces Wiley, NY.

SADO, G., SADO, M.C. (1991). Les plans

d'expériences - De l'expérimentation à l'assurance qualité, AFNOR

VIGIER, M. (1991), Pratique des plans d'expériences, méthodologie Taguchi, Les éditions de l'Organisation, Paris.

BENOIST, D., TOURBIER, Y., GERMAIN-TOURBIER, S. (1994), Plans d'expériences : construction et analyse, tec-Doc, Lavoisier, Paris

J. GOUPY, J. (2005), Les plans d'expériences par la pratique, Dunod, Paris

## Course literature

Bibliography

BOX, G.E.P., HUNTER, W.G., HUNTER, J.S. (1978). Statistics for experimenters, Wiley, NY.

BOX, G.E.P., DRAPER, N. (1987). Empirical model-building and response surfaces Wiley, NY.

SADO, G., SADO, M.C. (1991). Les plans

d'expériences - De l'expérimentation à l'assurance qualité, AFNOR

VIGIER, M. (1991), Pratique des plans d'expériences, méthodologie Taguchi, Les éditions de l'Organisation, Paris.

BENOIST, D., TOURBIER, Y., GERMAIN-TOURBIER, S. (1994), Plans d'expériences : construction et analyse, tec-Doc, Lavoisier, Paris

J. GOUPY, J. (2005), Les plans d'expériences par la pratique, Dunod, Paris

## KAMA8M16 - CONTROLE STATISTIQUE DES PROCÉDES

### Objectifs

Cet enseignement a pour objectif d'aborder les différents aspects liés à la mise en place d'un système de contrôle des procédés en milieu industriel en vue d'approcher les principaux outils statistiques sous un angle opérationnel.

La mise en place d'un système de contrôle des procédés efficace tant au niveau industriel que recherche et développement peut avoir un impact très important dans les domaines suivants :

- Temps de cycle d'apprentissage et de production
- Coûts de développement et de fabrication
- Rendement de fabrication et sur produits finis.



## Intended learning outcomes

The objective of this course is to address the various aspects related to the implementation of a process control system in an industrial environment in order to approach the main statistical tools from an operational perspective.

The implementation of an effective process control system at both the industrial and research and development levels can have a very significant impact in the following areas:

- Learning and production cycle time
- Development and manufacturing costs
- Manufacturing and finished product yield.

## Pré-requis

Notions statistiques de base (moyenne, écart-type, loi normale, estimation et tests d'hypothèses)

## Prerequisites

Basic statistical concepts (mean, standard deviation, normal law, estimation and hypothesis tests)

## Plan du cours

- 1 Introduction au contrôle des procédés en milieu industriel
  - 1.1 Concept de contrôle des procédés et profitabilité industrielle ou R&D.
  - 1.2 Synoptique général d'un système de contrôle des procédés.
  - 1.3 Qualité, Variabilité, et contrôle des procédés.
- 2 Les outils d'analyse et les indicateurs de performance
  - 2.1 L'analyse de variabilité
  - 2.2 « Capabilité » d'un procédé
  - 2.3 Le cas spécifique de la métrologie
  - 2.4 De l'influence des moyens de contrôle sur la capabilité.
  - 2.5 De l'influence du plan de mesure
- 3 Les méthodes et outils statistiques utilisés
  - 3.1 Les principaux types de cartes de contrôle et leur mode d'utilisation.
  - 3.2 Le calcul et la gestion des limites de contrôle.
- 4 Le contrôle des procédés au sein d'un système qualité
  - 4.1 La gestion des risques et les méthodes associées
  - 4.2 Les FMEA (AMDEC) & La méthode 8D
- 5 Perspectives
  - Le Contrôle des procédés à la source des dérives: FDC

## Course content

- 1 Introduction to process control in industrial environments
  - 1.1 Process control concept and industrial profitability or R&D.
  - 1.2 General overview of a process control system.
  - 1.3 Quality, Variability, and Process Control.
- 2 Analysis tools and performance indicators
  - 2.1 Variability analysis
  - 2.2 "Capability" of a process
  - 2.3 The specific case of metrology
  - 2.4 The influence of the means of control on capability.
  - 2.5 The influence of the measurement plan
- 3 Statistical methods and tools used
  - 3.1 The main types of control charts and how they are used.
  - 3.2 Calculation and management of control limits.
- 4 Process control within a quality system
  - 4.1 Risk management and associated methods
  - 4.2 FMEA (FMECA) & Method 8D
- 5 Outlook
  - Process control at the source of drifts: FDC

## Bibliographie

Bibliographie et Documents

- DOUGLAS C. MONTGOMERY (2001), Introduction to statistical methods, 4th edition, John Wiley & Sons, Inc.
- Maurice PILLET (2003), Appliquer la maîtrise statistique des procédés MSP/SPC. Ed: editions organisation
- Journal of Quality Technology
- Norme ISOTS
- Metrologie
- A review of Methods for Measurement System Capability Analysis - Richard K. Burdick, Connie M. Borror, and Douglas C. Montgomery
- Journal of Quality Technology, Vol 35, N°4, October 2003
- Advanced Process Control
- www.aecapc-europe.com

## Course literature

Bibliography et Documents

- DOUGLAS C. MONTGOMERY (2001), Introduction to statistical methods, 4th edition, John Wiley & Sons, Inc.
- Maurice PILLET (2003), Appliquer la maîtrise statistique des procédés MSP/SPC. Ed: editions organisation
- Journal of Quality Technology
- Norme ISOTS
- Metrologie

• A review of Methods for Measurement System Capability Analysis - Richard K. Burdick, Connie M. Borrer, and Douglas C. Montgomery

• Journal of Quality Technology, Vol 35, N°4, October 2003

• Advanced Process Control

• www.aecapc-europe.com

## KAMA8M17 - ANGLAIS

### Objectifs

Renforcement des capacités de communication et de compréhension acquises en 3ème année

Introduction à la communication en entreprise

Etude de l'anglais de spécialité

Préparation et validation du niveau d'anglais (B2 à C1) par le TOEIC

### Pré-requis

Niveau B2

Connaissance du programme de 3ème année

### Plan du cours

Introduction à la communication en entreprise

1.1 Vocabulaire et fonctions

o Structure d'une société

o Organigramme et responsabilités

o Communication au téléphone

1.2 Communication orale

o Techniques de présentation orale

o Chaque élève présentera la société où il a effectué son stage de 3ème année

o Savoir conduire et participer à une réunion, une discussion

n1.3 Communication écrite

o Rédaction de compte rendu

o Savoir rédiger un résumé de présentation

o Discussions - réunions

Préparation au TOEIC

Chaque élève préparera le TOEIC et le passera dans le courant de l'année.

Groupe avancé : Conduite d'un projet fictif dans le domaine des matériaux :

Cahier de charges, répartition et suivi du travail dans un groupe, création de produit, présentation

### Course content

Introduction to Business English

Vocabulary and functions

Company Organisation

Organisation charts

Telephoning

Speaking Skills

Oral presentation techniques

Company presentation

How to take part in a meeting

Writing Skills

Writing up minutes

Summary writing

TOEIC preparation

Students prepare and sit the TOEIC during the year

Advanced groups

Management of an imaginary project in the field of Materials Science Engineering

Drawing up specifications, distribution and follow up of group work, product design, presentations

r

### Bibliographie

Livres et Ouvrages

Target Score

New Scientist (revue disponible à la documentation)

30 days to TOEIC

Documents électroniques

— [www.newscientist.com](http://www.newscientist.com)

— [www.icivilengineer.com](http://www.icivilengineer.com)

— [www.oup.com/elt/oald/](http://www.oup.com/elt/oald/)

— [www.bbc.co.uk](http://www.bbc.co.uk)

## KAMA8M18 - STAGE 4EME ANNEE

### Objectifs

Les stages du département Matériaux

Les élèves ingénieurs du département Matériaux de Polytech Grenoble effectuent 3 stages au cours de leur formation. Une expérience à l'étranger est requise pour l'obtention du diplôme en formation ou en stage sur les 3 années du cursus.

Le stage de deuxième année, d'une durée de 12 semaines met en pratique les connaissances, les savoir-faire techniques et les capacités à contribuer à un projet typiquement confié à un assistant-ingénieur. Le stage donne lieu à un rapport et une soutenance. Ce stage est aussi l'opportunité d'une expérience à l'étranger.

### Intended learning outcomes

Internships of the Materials Department

The engineering students of Polytech Grenoble's Materials Department carry out 3 internships during their training. An international experience is required to obtain the diploma in training or internship on the 3 years of the course.

The second year internship, lasting 12 weeks, puts into practice the knowledge, the technical know-how and the ability to contribute to a project typically assigned to an assistant engineer. The internship gives rise to a report and a defense. This internship is also the opportunity for an experience abroad.