

Chimie

4C701 Matériaux Inorganiques Mots clés : Solide réel, propriétés physiques, structures, thermodynamique du solide										
Responsable G. Wallez, Pr, IRCP, Chimie ParisTech et Sorbonne Université										
ECTS 6	Cours 28 h	TD 22 h	TP 7 h	Tutorat 0 h	Ecrit 50 %	CC 25 %	TP 25 %	Oral	Eval. répartie non	
Descriptif de l'UE Les propriétés physiques d'un matériau sont étroitement liées à sa structure cristalline et électronique. Cependant cette structure cristalline s'éloigne du modèle idéal par la présence de défauts ponctuels ou étendus, introduits volontairement ou non et qui, même en très faibles proportions, induisent de profondes modifications des propriétés. Sur la base des notions de chimie du solide, cristallographie et thermodynamique, ce cours se propose de construire le modèle du <i>solide réel</i> afin de prévoir la fonctionnalité du matériau et de la maîtriser par le procédé d'élaboration. Une large gamme d'applications est présentée en rapport avec les propriétés.										
Objectifs d'apprentissage L'UE poursuit un triple objectif : - l'étudiant acquerra les principales propriétés physiques et chimiques des matériaux inorganiques et quelques procédés d'élaboration importants (céramiques, métallurgiques) ; - il/elle développera une culture générale en matériaux par l'analyse d'applications technologiques simples (lasers solides, diodes, accumulateurs lithium-ion, mémoires, capteurs, éclairage et affichage fluorescents, ...) ; - il/elle développera une démarche multi-échelles de mise en relation de la structure (idéale ou irrégulière) à la propriété, commune à tout type de matériau afin de l'appliquer dans le futur. Les TD et TP soutiendront cette démarche qui sera au cœur de l'évaluation.										
Prérequis L'enseignement de cette UE s'appuie sur les connaissances développées en Licence relatives au solide (chimie du solide, cristallographie), mais aussi sur la thermodynamique. Les bases mathématiques usuelles en chimie physique sont également nécessaires.										
Langue ⁽¹⁾ Cours, TD, TP : français							Documents : anglais		Bibliographie	

(1) D'une manière générale, les documents de cours sont à rédiger en anglais. Les sujets d'examen sont en anglais ou accompagnés d'une explication en anglais s'il y a des étudiants non francophones.

Fonctionnement de l'UE

Programme

Défauts ponctuels

- approche thermodynamique
- lacunes et interstitiels dans les métaux (*mobilité*)
- défauts des composés ioniques, excitons, défauts d'irradiation (*conductivité, couleur*)

Défauts étendus

- dislocations (*plasticité des métaux, cristallisation*)
- joints de grains (*céramiques, ségrégation de phases*)
- fautes d'empilement
- surfaces (*morphologie, macles, croissance cristalline, épitaxie*)

Ordre et désordre

- transitions de phases (*phénomènes non-linéaires, alliages à mémoire de forme*)
- solutions solides (*alliages métalliques*)
- mésophases ("*cristaux liquides*")
- amorphes (*verres*)
- défauts d'irradiation (*nucléaire, thermoluminescence*)

Non-stœchiométrie intrinsèque

- approche thermodynamique, modèle et diagrammes de Kröger-Vink

- oxydes d'éléments de transition, clusters (*corrosion des métaux*)
- réarrangements structuraux (*phases de Magnéli, bronzes*)
- conductivité par hopping

Impuretés et dopage

- la zircone stabilisée (*pile à combustible, capteur de pression O₂*)
- dopage des solides ioniques (*conductivité ionique, applications optiques, magnétiques*)
- matériaux d'intercalation (*graphites, accumulateurs Li-ion*)
- propriétés mécaniques (*aciers*)
- semi-conducteurs (*jonction p-n, DEL, transistor, effet photovoltaïque*)

Matériaux diélectriques

- matériaux isolants
- piézoélectricité (*capteurs, oscillateurs, allumeurs*)
- pyro- et ferroélectricité (*détecteurs thermiques, mémoires, condensateurs*)

Matériaux magnétiques

- ferro-, antiferro- et ferrimagnétisme
- interactions et couplages magnétiques (*stockage de l'information, imagerie médicale*)
- propriétés de domaines, importance de la microstructure

Matériaux optiques

- excitation des électrons, absorption et émission (*couleurs des solides*)
- centres colorés : effet du champ cristallin diagrammes de Tanabe-Sugano
- luminescence des éléments *f* (*photoluminescence, effet laser*)

Equipe pédagogique

Gilles Wallez (responsable, CM, TD et TP)

Christine Ménager (CM)

Sophie Cassaignon (TD, TP)

Damien Bregiroux (TD)

Travaux Dirigés

Les TD s'effectuent en ½ groupes.

Travaux Pratiques

La séance de TP a lieu à la plateforme de Chimie Inorganique. Elle porte sur la synthèse de deux pigments : ZnO et CoAl₂O₄ dont on caractérisera les propriétés optiques en application du modèle du champ cristallin et de la non-stoechiométrie.