MSE-101(b)

# Matériaux: de la chimie aux propriétés

Logé Roland, Marchioro Arianna

| Cursus | Sem. | Type |
|---|---|---|
| Génie électrique et électronique | BA2 | Obl. |
| Microtechnique | BA2 | Obl. |

| | |
|---|---|
| Langue d'enseignement | français |
| Coefficient | 5 |
| Session | Eté |
| Semestre | Printemps |
| Examen | Ecrit |
| Charge | 150h |
| Semaines | 14 |
| **Heures** | **5 hebdo** |
| Cours | 3 hebdo |
| Exercices | 2 hebdo |
| **Nombre de places** | |

## Résumé

Ce cours permet l'acquisition des notions essentielles relatives à la structure de la matière, aux équilibres et à la réactivité chimique en liaison avec les propriétés mécaniques, thermiques, électriques, magnétiques et optiques des matériaux.

## Contenu

Les principaux thèmes traités dans ce cours sont les suivants:
- Historique et aperçu des différentes fonctions attendues des matériaux: Les différentes classes de matériaux (métaux, céramiques, verres, polymères et élastomères) sont rapidement décrites dans leurs contextes historique et fonctionnel.
- Aspects atomistiques, liaisons chimiques et structure des matériaux: À partir des liaisons atomiques, nous voyons comment la matière s'organise à différents niveaux structurels : microstructure, grains, défauts.
- Propriétés mécaniques: Quelles que soient les applications envisagées, les matériaux doivent posséder certaines propriétés mécaniques. Après l'introduction des notions de déformations élastique et plastique, les propriétés des matériaux telles que résistance, ductilité, ténacité, dureté, fatigue, usure sont décrites.
- Propriétés thermiques des matériaux: La dilation des matériaux ainsi que leurs propriétés thermiques telles que conductibilité thermique, chaleur spécifique et chaleur latente de transformation sont présentées.
- Principes de la thermodynamique: énergie interne, enthalpie de transformation, enthalpie libre, grandeurs intensives et extensives.¿
- Les réactions chimiques: les équilibres, les produits de solvatation, les réactions acide/base, calcul de pH, électrochimie: les réactions d'oxydo-réduction, les piles et l'électrolyse.¿
- La cinétique chimique: vitesse de réaction, loi de vitesse, loi d'Arrhénius.
- Diagrammes de phases : La notion d'équilibre thermodynamique, et la compréhension de ce qu¿est un diagramme de phase pour des composants unaires et binaires seront vus avec leur application aux matériaux.
- Propriétés électriques : classification des propriétés électriques des matériaux par l'intermédiaire des bandes d¿énergie et du gap d¿énergie. Etude des propriétés des conducteurs (métaux) par l'intermédiaire d¿un modèle de Drude simplifié. Etude des diélectriques, origine de la polarisation, constante diélectrique relative et capacité. Exemples d¿utilisation des propriétés électriques des matériaux.
- Propriétés magnétiques : notions de moment magnétique, de susceptibilité magnétique relative, et d¿aimantation. Classification des propriétés magnétiques des matériaux : diamagnétisme, paramagnétisme et ferromagnétisme. Aimants doux et durs, cycles d¿hystérèses. Exemple d'utilisation des propriétés magnétiques des matériaux.
- Propriétés optiques : lien entre énergie et longueur d¿onde d¿un photon. Propriétés optiques des métaux, céramiques et polymères en termes de réflexion, transmission et absorption. Indices de réfraction et loi de Beer-Lambert.

## Mots-clés

Matériaux : Microstructures, Propriétés, Applications, Transformations
Chimie: structure électronique des atomes, liaisons chimiques, thermodynamique, équilibres, acides et bases, oxydoréduction, cinétique chimique. Exemple d'utilisation des propriétés des matériaux (mécaniques, thermiques, électriques, magnétiques et optiques).

## Compétences requises

### Cours prérequis obligatoires

Cours de physique et de chimie de la maturité ou équivalent. Cours de mathématiques de la maturité ou équivalent.

### Cours prérequis indicatifs

Cours de physique et mathématiques du premier semestre de l'année propédeutique à l'EPFL.

### Concepts importants à maîtriser

Lois élémentaires (niveau maturité) de la chimie et de la physique, mécanique, de l'électricité, de l'optique. Concepts mathématiques de la maturité ou équivalent.

## Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Expliquer la structure et les propriétés de base des atomes et des liaisons chimiques
- Appliquer les principes de la thermodynamique à la résolution de problèmes d'équilibre
- Calculer le pH d'une solution aqueuse
- Etablir la loi de vitesse d'une réaction chimique
- Formuler un problème lié aux matériaux en termes d'équations simples
- Choisir ou sélectionner un type de matériau en fonction de son cahier des charges
- Analyser des propriétés des matériaux en fonction de leur structure et de leur composition
- Calculer certaines propriétés de base des matériaux ¿ mécaniques, thermiques, optiques, électriques ou magnétiques, en respectant les ordres de grandeur et les unités

## Compétences transversales

- Utiliser une méthodologie de travail appropriée, organiser un/son travail.
- Etre responsable des impacts environnementaux de ses actions et décisions.
- Evaluer sa propre performance dans le groupe, recevoir du feedback et y répondre de manière appropriée.
- Etre conscient des implications sociales et humaines liées au métier de l'ingénieur.
- Auto-évaluer son niveau de compétence acquise et planifier ses prochains objectifs d'apprentissage.
- Accéder aux sources d'informations appropriées et les évaluer.

## Méthode d'enseignement

Ex cathedra/séances d'exercices; expériences et démonstration en cours

## Travail attendu

Il est nécessaire pour réussir le cours de: (1) lire les pages indiquées dans le livre avant le cours ou regarder les vidéos recommandées; (2) assister au cours et prendre des notes complémentaires; (3) FAIRE LES EXERCICES et vérifier les solutions obtenues avec le corrigé distribué la semaine suivante. Lire les notes associées aux divers développements faits en cours.

## Méthode d'évaluation

Examen écrit

## Encadrement

| | |
|---|---|
| Office hours | Oui |
| Assistant.e.s | Oui |
| Forum électronique | Oui |
| Autres | Présence des enseignants pendant les séances d'exercices pour réponses aux questions. |

## Ressources

### Service de cours virtuels (VDI)

Non

### Bibliographie

Materials : Engineering science, processing and design, M. Ashby, H. Shercliff, D. Cebon, Butterworth-Elsevier, 2007.
Traduction française, Matériaux: science, ingénierie, procédés et conception. L.Deillon, M. Rappaz, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 2013
Chimie générale (livre 1) et chimie des solutions (livre 2) de John W. Hill, Ralph H. Petrucci, Terry W. McCreary et Scott S. Perry, éditions du renouveau pédagogique inc. 2008

### Ressources en bibliothèque

- Retrouver les références à la Bibliothèque

### Polycopiés

Transparents du cours et notes disponibles sur Moodle

### Liens Moodle

- https://moodle.epfl.ch/course/view.php?id=15843

### Vidéos

- https://www.youtube.com/playlist?list=PLiUzDFqS-HE2BTomCK0ImNJapEa1cvoXm

## Préparation pour

Tous les cours de base en mécanique des matériaux, pour le cours de métaux et alliages, de phénomènes de transfert, et propriétés fonctionelles des matériaux.