الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

نموذج مطابقة
و مواءمة

عرض تكوين ليسانس أكاديمي

2025 – 2026

ميدان	الشعبة	التخصص
علوم المادة	كيمياء	كيمياء اللاعضوية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Canevas de mise en conformité et harmonisation

OFFRE DE FORMATION

L.M.D. LICENCE ACADEMIQUE

2025 – 2026

Domaine	Filière	Spécialité
SCIENCES DE LA MATIERE	CHIMIE	CHIMIE INORGANIQUE

Semestre 5

Unités d'enseignement	Matières	VHS 15 semaines	V.H hebdomadaire			Autre*	Coeff	Crédit	Mode d'évaluation	
	Intitulé		Cours	TD	TP				Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 5 Crédits : 18 Coefficient : 9	Cristallographie géométrique	67h30	3h00	1h30	-	82h30	3	6	33%	67%
	Symétrie moléculaire et structures électroniques des molécules	45h00	1h30	1h30	-	55h00	2	4	33%	67%
	Chimie structurale	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
	Spectroscopie moléculaire	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM 5 Crédits : 9 Coefficient : 5	TP Chimie minérale	45h00			3h00	55h00	2	4	50%	50%
	TP Chimie structurale	45h00			3h00	55h00	2	4	50%	50%
	Programmation Orientée Objet 2	15h00			1h00	10h00	1	1	50%	50%
UE Découverte Code : UED 5 Crédits : 2 Coefficient : 2	Histoire des matériaux entre théorie et ses applications	22h30	1h30			2h30	1	1		100%
	Propriétés physiques des matériaux et applications	22h30	1h30			2h30	1	1		100%
UE Transversale Code : UET 5 Crédits : 1 Coefficient : 1	Logiciels libres et open source	22h30	1h30			2h30	1	1		100%
Total Semestre 5		375h	12h00	6h00	7h00		17	30		

Autres* : Travail complémentaire en consultation semestrielle.

Semestre 6

Unités d'enseignement	Matières	VHS 15 semaines	V.H hebdomadaire			Autre*	Coeff	Crédit	Mode d'évaluation	
	Intitulé		Cours	TD	TP				Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 6 Crédits : 18 Coefficient : 9	Chimie de coordination et organométallique	67h30	3h	1h30	-	82h30	3	6	33%	67%
	Méthodes de la chimie quantique et réactivité	45h00	1h30	1h30	-	55h00	2	4	33%	67%
	Matériaux inorganiques et transformation de phases	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
	Radiocristallographie	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM 6 Crédits : 9 Coefficient : 5	TP Chimie de surface	45h00			3h00	55h00	2	4	50%	50%
	TP Méthodes radiocristallographie	45h00			3h00	55h00	2	4	50%	50%
	TP Modélisation moléculaire	15h00			1h00	10h00	1	1	50%	50%
UE Découverte Code : UED 6 Crédits : 2 Coefficient : 2	**Choisir une matière :** -Nanoscience et energies -Céramiques téchniques	22h30	1h30			2h30	1	1		100%
	Hygiène Sécurité Environnement	22h30	1h30			2h30	1	1		100%
UE Transversale Code : UET 6 Crédits : 1 Coefficient : 1	Entreprenariat	22h30	1h30			2h30	1	1		100%
Total Semestre 6		375h	12h00	6h00	7h00	375h	17	30		

Autres* : Travail complémentaire en consultation semestrielle.

Contenu Pédagogique de Licence Chimie Inorganique

Adapter le programme des cours et travaux dirigés (TD) en fonction du volume horaire hebdomadaire présentiel (VHH présentiel) et du volume horaire hebdomadaire personnel (VHH personnel).

Semestre 5
UE : Fondamentale
Matière : Cristallographie Géométrique

Objectifs

L'objectif de l'enseignement de la cristallographie géométrique est de donner aux étudiants de solides bases en cristallographie, indispensables pour aborder ensuite ses applications à la caractérisation structurale par la diffraction des rayons X, essentiels pour déterminer et exploiter les structures cristallines.

Connaissances préalables recommandées

Chimie générale, Chimie inorganique, Mathématiques (Géométrie dans l'espace, Algèbre linéaire). Ces connaissances permettront de mieux appréhender les concepts avancés de la cristallographie géométrique, tels que les groupes d'espace et les symétries cristallines

Contenu de la matière

1. Les notions de base de la cristallographie

- Introduction (les trois états de la matière, solide cristallin et solide amorphe)
- Définitions (cristallographie, cristal)
- Réseau direct
  - Maille (différents types de maille, multiplicité et volume)
  - Réseau cristallin
  - Motif
  - Structure cristalline
  - Rangée
  - Plan réticulaire
- Réseau réciproque
- Calcul de distances inter réticulaires des différents systèmes cristallins
- Zone de Brillouin

2. La symétrie dans les cristaux

- Introduction
- Symétrie d'orientation
  - Opérateurs directs : Translation, Rotation
  - Opérateurs inverses
  - Réflexion
  - Représentation symbolique et matricielle
  - Les 32 groupes ponctuels décrivant les symétries d'orientation des cristaux
  - Recherche des sept classes holoèdres

    - Les sept géométries de mailles
- Symétrie de position
    - Les axes hélicoïdaux
    - Les plans de glissements
- Classification en sept systèmes cristallins
- Représentation stéréographique des 32 groupes ponctuels de symétrie
- Les 14 réseaux de Bravais

3. Groupes d'espace

- Définition, notation et types de groupes d'espace
- Projection de maille de quelques groupes d'espace des systèmes triclinique monoclinique, orthorhombique et quadratique.
- Nouvelle notation de quelques groupes d'espace

Références Bibliographiques :

- Crystallography and Crystal Chemistry, F. Donald Bloss. Édit : Mineralogical Society of America
- Introduction to Crystallography, Donald E. Sands. Édit : Dover Publications
- Cristallographie géométrique et radiocristallographie. Jean-Jacques Rousseau et Jean-Pierre Auffrédic. Édit : Dunod
- Fundamentals of Crystallography, C. Giacovazzo, H. L. Monaco, G. Artioli, et al. Édit: Oxford University Press
- International Tables for Crystallography (Volume A: Space-Group Symmetry). Édit : International Union of Crystallography (IUCr)
- Cristallographie : Géométrie et réseaux, Jean-Louis Vigneresse. Édit : EDP Sciences
- La Cristallographie : De la théorie à la pratique. René Guinebretière. Édit : Presses des Mines

Semestre 5
UE : Fondamentale
Matière : Symétrie moléculaire et structures électroniques des molécules

Contenu de la matière

1. Symétrie moléculaire

- Introduction
- Operations de symétrie d'une molécule
- Groupes ponctuels de symétrie
- Propriétés des groupes ponctuels
  - Combinaisons d'opérations de symétrie
  - Définition mathématique d'un groupe ponctuel
- Rappels sur les matrices : Matrices inverses et déterminants et matrices de transformations
- Représentation matricielle d'un groupe
- Caractères de la représentation
- Représentation matricielle et réduction de la représentation
  - Représentation matricielle
  - Réduction de la représentation et représentations irréductibles
- Tables de caractères
- Orthogonalité et réduction de représentation

2. Structures électroniques moléculaires

- Orbitales moléculaires
  - Approximations l'équation de Schrödinger (Rappels)
  - Hamiltonien électronique et nucléaire (Born-Oppenheimer)
  - Méthode LCAO
- Structure des molécules
  - Orbitales moléculaires en chimie organique, méthode des fragments.
  - Principe général
  - Géométrie de fragments Hn et molécules AHn (n =2,3,4). Diagramme de Walsh.

Références bibliographiques

1. P.W. Atkins and R. Friedman, Molecular Quantum Mechanics, 5th edition, Oxford University Press, 2005
2. Cotton, Chemical Applications of Group Theory, Wiley, NY 1990.
3. Paul H. Walton (traduit par F. X. Sauvage), Chimie et théorie des groupes, de Boeck, Bruxelles 2001.

Semestre 5
UE : Fondamentale
Matière : Chimie structurale

Contenu de la matière

1. Rappel sur les structures métalliques (empilements et sites)
2. Les structures ioniques (binaires : AB, AB2, A2B; ternaires: pérovskite ABO3 et spinelle AB2O4).
   Energie réticulaire dans les structures ioniques
3. Les structures covalentes et intermédiaires.
4. Les structures moléculaires.
5. Défauts ponctuels

Semestre 5
UE : Fondamentale
Matière : Spectroscopie moléculaire

Contenu de la matière

1. Introduction

- Caractérisation d'une radiation électromagnétique
- Régions du spectre électromagnétique
- Interaction lumière-matière
- Représentation du spectre
- Intensité et largeur des raies spectrales

2. Spectroscopie UV-visible

- Domaine énergétique
- Transitions électroniques
- Spectre UV-visible
- Règles de Woodward-Fieser et Scott

3. Spectroscopie infra-rouge

- Domaine énergétique
- Principe d'absorption IR
- Vibrations moléculaires
- Spectre IR et analyse spectrale

4. Spectroscopie Raman

- Effet Raman
- Principe de diffusion Raman
- Spectre Raman
- Détermination structurale par spectroscopie infra-rouge et Raman

5. Spectroscopie de résonance magnétique nucléaire du proton

- Magnétisme nucléaire
- Relaxation et spectre RMN
- Principales caractéristiques du signal RMN
- Couplage spin-spin
- Résolution du spectre RMN
- Détermination structurale par spectroscopie RMNH

Références bibliographiques

- P.W. Atkins, *Physical Chemistry*, Freeman, N.Y 10th edition 2014.
- P. Larkin, *Infrared and Raman spectroscopy: Principles and Spectral Interpretation*, Elsevier
- Oxford, 2011.
- D. L. Pavia, G. M. Lampman, G. S. Kriz, J. R. Vyvyan, *Introduction to spectroscopy*, Cengage
- India, Washington, 2009.

- F. Rouessac, A. Rouessac, D.Cruché, *Méthodes et techniques instrumentales modernes*, Dunod,
- Paris, 2004.

Semestre 5
UE : Méthodologie
Matière : TP Chimie minérale

Contenu de la Matière

1. Rappels théoriques.
2. Réactions de caractérisation des cations 1er groupe ; Ag^{+}, Pb^{2+}, Hg^{2+}, Tl^{+}.
3. Recherche des cations du 1er groupe dans une liqueur.
4. Réactions de caractérisation des cations 4éme groupe ; Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+}, $Cr3^{+}$
5. Recherche des cations du 4éme groupe dans une liqueur.
6. Réactions de caractérisation des cations 5éme groupe ; Co^{2+}, Ni^{2+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}.
7. Recherche des cations du 5éme groupe dans une liqueur.
8. Recherche des anions simples ; Cl^{-}, NO^{3-}, CO_2^{3-}, SO_4^{2-}.

Semestre 5
UE : Méthodologie
Matière : TP Chimie structurale

Contenu de la matière

1. Modélisation des structures métalliques
2. Modélisation des structures ioniques type AB
3. Modélisation des structures ioniques type AB2
4. Modélisation des structures type pérovskite ABO3
5. Modélisation des structures type spinelle AB2O4
6. Modélisation des structures covalentes de type diamant et graphite
7. Modélisation des structures moléculaires (H_2O) glace cubique et hexagonale.

Semestre 5
UE : Méthodologie
Matière : Programmation Orientée Objet 2

Objectifs du cours :

- Approfondir les concepts de la POO (héritage, polymorphisme, encapsulation).
- Introduire les structures de données arborescentes (arbres binaires).

Contenu du cours :

1. Programmation avancée orientée objet en Python

    - Héritage : Classes mères et classes filles, super().
    - Polymorphisme.
    - Encapsulation et gestion de la visibilité.

2. Structures de données arborescentes (en Python)

    - Arbres binaires : concepts et terminologie.
    - Implémentation des arbres binaires.
    - Parcours des arbres binaires (avant ordre, dans l'ordre, après ordre).

Bibliographie :

- *"Fluent Python"* by Luciano Ramalho (covers advanced Python OOP concepts)
- *"Algorithms"* by Robert Sedgewick and Kevin Wayne (for deeper insights into tree data structures)

Semestre 5
UE : Découverte
Matière : Histoire des matériaux entre théorie et ses applications

Contenu de la matière

1-Notions fondamentales

- Définition d'un matériau
- La science des matériaux

2-Les différents types des matériaux :

-Les métaux et leurs alliages :

- Un métal, qu'est-ce que c'est ?
- La différence métal/non métal
- Les alliages

-Les polymères organiques :

- Les matériaux polymères synthétiques
- Les polymères organiques naturels

- Verres et céramiques :

- Les verres :
- Les céramiques vitrifiées
- Les céramiques techniques

- les composites

- La matrice
- Le renfort
- Les composites à grande diffusion
- Les composites hautes performances

- Les matériaux High-Tech

- High Tech Ceram
- Nanotechnologies et fibres
- Le bois high-tech
- Le silicium
- Le carbon glass

Références Bibliographiques :

Semestre 5
UE : Découverte
Matière : Propriétés physiques des matériaux et applications

Contenu de la matière

- Propriétés physiques et applications des matériaux inorganiques
- Mise en valeur des alliages métalliques, de leurs structures et propriétés

1. Matériaux ordonnés – Alliages métalliques structurés
   - Structure cristalline des alliages métalliques
     - Types de réseaux cristallins
     - Alliages ordonnés : principes de l'ordre atomique et formation de phases intermétalliques.
   - Étude de cas : alliages à structure ordonnée
     (exemples : Cu_3Au, AuCu, Fe_3Al, Ni_3Al, etc.)
     - Transitions ordre/désordre.
     - Influence de la température sur la stabilité des phases ordonnées.
     - Comparaison entre alliages ordonnés et désordonnés au niveau structural et fonctionnel.
   - Diagrammes binaires de phase
     - Lecture et interprétation (règle du levier, points eutectique, péritectique, congruent…).
     - Cas particuliers des diagrammes ordre/désordre (Cu-Au, Fe-Al, etc.).
     - Utilisation des diagrammes pour prédire la formation des phases structurées.
2. Analyse par diffraction des rayons X (DRX) des Alliages métalliques ordonnés
     - Indexation de diffractogrammes d'alliages.
     - Mise en évidence de l'ordre cristallin par l'apparition/disparition de pics spécifiques.
     - Conditions d'extinction et facteur de structure.
     - Influence de l'ordre sur les intensités diffractées.
   - Propriétés physiques des alliages ordonnés
     - Propriétés mécaniques : dureté, ductilité, résistance, électriques et thermiques.
3. Matériaux semi-ordonnés – Polymères inorganiques et hybrides
   - Structure partiellement ordonnée (domaines cristallins/amorphes).
   - Transitions thermiques : température de transition vitreuse (Tg), température de fusion (Tm).
   - Propriétés mécaniques et thermiques.
4. Matériaux désordonnés – Verres, céramiques et catalyseurs
   - Verres inorganiques
   - Céramiques : élaboration, frittage, propriétés thermiques.
   - Supports poreux : alumine, silice, matériaux mésoporeux.
   - Corrélation entre désordre, surface spécifique et activité catalytique.

Semestre 5
UE : Transversale
Matière : Logiciels libres et open source

Objectifs de l'enseignement : Ce cours a pour objectif de doter les étudiants de compétences numériques avancées à travers la maîtrise des outils libres et open source, aujourd'hui indispensables dans les environnements professionnels et académiques. Il s'articule autour d'une approche pratique visant à former les futurs chercheurs et professionnels à l'utilisation efficace de ces solutions pour résoudre des problématiques complexes.

Connaissances préalables recommandées : Une maîtrise des outils informatiques de base (suites bureautiques, logiciels de gestion de projet et plateformes collaboratives) est recommandée pour suivre ce cours dans les meilleures conditions. Ces compétences permettront d'aborder plus efficacement les concepts avancés des logiciels libres et open source.

Contenu de la matière :

1. Introduction aux Logiciels Libres
- Définitions clés : libre, open source, propriétaire
- Historique (Stallman, GNU, Linux)
- Les 4 libertés fondamentales

2. Panorama des Licences
- Principales familles (GPL, MIT, Apache)
- Cas pratiques : choisir une licence pour son projet

3. Outils Open Source Essentiels
- Comparatif : alternatives libres aux logiciels propriétaires
- Découverte de Linux (Ubuntu) et des suites bureautiques libres

4. Contribution aux Projets Libres
- Fonctionnement des communautés open source
- Premiers pas sur GitHub/GitLab

5. Enjeux Contemporains
- Sécurité et vie privée
- Logiciels libres en entreprise
- Tendances futures (IA open source, cloud)

Références bibliographiques :

- Williams, Sam. Free as in Freedom: Richard Stallman's Crusade for Free Software. O'Reilly, 2002.
- Stallman, Richard. Richard Stallman et la révolution du logiciel libre. Eyrolles, 2010.
- Mouël, Françoise. L'économie du logiciel libre. CNRS Éditions, 2021.
- APRIL. Guide du logiciel libre en entreprise. 2022, april.org.
- Open Source Initiative. The OSI Licenses Overview. 2023, opensource.org/licenses.

Semestre 6
UE : Fondamentale
Matière : Chimie de Coordination et Organométallique

Contenu de la matière

1. Introduction

- La Chimie de Coordination
- Frontières de la chimie organométallique
- Historique de la chimie organométallique
- Tendances actuelles

2. Classification des composés organométalliques

- Les éléments de transitions
- Les postulats d'Alfred Werner
- Complexes labiles et complexes inertes
- Nomenclature des ligands et des complexes
- Les ligands et notions d'orbitales frontières
- Ligands monodentates et polydentates

3. Les complexes monométalliques

- Les caractéristiques du métal de transition
- Le Nombre d'Electrons de Valence
- Le Nombre d'Electrons non liants
- Le Nombre d'oxydation
- La Coordinence
- Hapticité des ligands et écriture linéaire des complexes
- Règle des 18 électrons : Tendance et exception

4. Les complexes bimétalliques

- Liaison M-M dans les composés bimétallique
- Description générale des liaisons M-M et notions d'orbitales métalliques
- Les liaisons simples
- Les liaisons doubles
- Les liaisons triples
- Les liaisons quadruples
- Règles de comptage électroniques des complexes poly-métalliques

5. Les métaux hybrides

- Métaux carbonyles
- Métaux alkyles
- Métaux hydrures

Références bibliographiques

1. Inorganic Chemistry by Catherine E. Housecroft and Alan G. Sharpe, Pearson Education Limited, Second Edition 2005.
2. Chimie organométallique par D. Astruc, EDP Science, 2000.

Semestre 6
UE : Fondamentale
Matière : Méthodes de la chimie quantique et réactivité

Contenu de la matière
Huckel et EHT

1. **Méthode de Hückel**
   - Liaisons π et conjugaison
   - Méthode et Approximations de Hückel simple pour le calcul des orbitales π
   - Principe et notations. Exemple : éthylène, butadiène, allyle
   - Application au calcul de propriétés moléculaires. Grandeurs accessibles
   - Une utilisation simplifiée de la symétrie. Exemple du butadiène et du benzène.
   - Molécules cycliques conjuguées
   - Aromaticité : règle de Hückel. Notions d'anti- et non-aromaticité.
   - Construction géométrique du diagramme orbitalaire (méthode de Frost et al.)
2. **Méthode de Hückel étendue ou EHT (Extended Huckel Theory, R. Hoffmann 1963)**
   - Approximation de la méthode EHT
   - Equation et matrice séculaire dérivée HC=SCE de la méthode EHT
   - Evaluation des éléments matriciels Hst et Sst.
   - Analyse de Population de Mulliken, charge et population nettes
   - Indices de liaisons et population orbitalaire.
   - Exemples d'application le méthane CH_4.
   - Notions de réactivité.

Références bibliographiques

P.W. Atkins and R. Friedman, Molecular Quantum Mechanics, 5th edition, Oxford University Press, 2005

Semestre 6
UE : Fondamentale
Matière : Martiaux inorganiques et transformation de phases

Contenu de la matière

1. Introduction

- Problématique de la science des matériaux,
- Les différentes classes de matériaux,
- Le cycle de vie d'un matériau,
- Le recyclage et domaines d'application des matériaux.

2. Les céramiques

- Céramiques traditionnelles ou aluminosilicatées.
    - Les matières premières et leur préparation
    - L'aspect rhéologique des pâtes et des barbotines. La définition de la floculation ainsi que les différents paramètres influençant la floculation ;
    - La mise en œuvre des céramiques (pressage, coulage, extrusion,...) et étude thermodynamique de l'étape de séchage ;
    - L'étape de cuisson avec l'apparition du mellite et le phénomène de frittage
    - Les domaines d'application des céramiques traditionnelles.
- Céramiques techniques.
    - Les différentes méthodes de synthèse : réactions solide-solide, solide-liquide, solide-vapeur, précipitations, réactions en phase vapeur, dépôt sous forme de films ;
    - Les propriétés développées par les céramiques : anti-abrasion, mécaniques, électriques, supraconductrices, ...

3. Le ciment

- Les matières premières intervenant dans les ciments.
- La nomenclature utilisée par les cimentiers et la chimie intervenant dans la fabrication du ciment
- La théorie des colloïdes intervenant dans le processus de prise d'un ciment ; - présentation des autres ciments existants (ciments aux cendres volantes, ciments blancs, ciments à haut module de Young,

4. Les verres

- Définition courante et scientifique du mot verre.
- La genèse de l'état vitreux et les différents modèles expliquant cet état.
- Les matières premières des verres (formateur de réseau, fondants, modificateurs, ...).
- Les propriétés des verres ainsi que les façons de mesurer ces différentes propriétés (transparence, absorption, résistance mécanique, électrique, ...).

- Les différents verres synthétisés pour différentes applications (du verre à vitre au verre au plomb, en passant par les écrans de cristaux liquides, les lentilles, ...).
- Les différents types de fours à verre ainsi que les différentes mises en œuvre (verre plat, verre creux, verre bombé ...) ; - le renforcement des verres (trempe, recuisson, feuilletage, gainage (fibres de verre).

5. Transformations de phases

Références Bibliographiques

Semestre 6
UE : Fondamentale
Matière : Radiocristallographie

Objectifs:

L'enseignement de la Radiocristallographie en Licence 3 Chimie Inorganique vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des principes de base de la diffraction des rayons X et de ses applications dans l'étude des matériaux cristallins. Les objectifs incluent la maîtrise des concepts théoriques, l'apprentissage des techniques expérimentales et la capacité à interpréter des diagrammes de diffraction.

Connaissances préalables recommandées *(descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement)*

Cristallographie géométrique, Physique de base

Contenu de la matière

1. les Rayons X

- Introduction
- Définitions des RX
- Découverte des RX
- Production des RX
- Spectre des RX
- Absorption des RX
- Transmission des RX
- Diffusion des RX
- Détection des RX
- Puissance et rondement d'un tube à RX
- Dangers et protection des RX

2. Le phénomène de la diffraction et intensités diffractées

Partie 1 : Le phénomène de la diffraction

- Introduction
- La diffusion
- Les Conditions de la diffraction
  - Condition de Laue
  - Condition de Bragg
  - Condition d'Ewald

Partie 2 : Intensités diffractées et Facteur de structure

- Introduction
- Intensités diffractées
- Facteur de diffusion

- Facteur de structure
- Application du facteur de structure dans la détermination :
  - Les modes de réseau (A, B, C, I et F).
  - Les éléments de symétrie (plans de glissement et axes hélicoïdaux)

3. Les méthodes de la diffraction des Rayons X

Partie 1 : Les méthodes de poudre cristalline

- Introduction
- Préparation de l'échantillon

- La méthode de la Debye-Scherrer

- Principe
- Utilité

- Diffractomètre de poudre

- Principe
- Utilité
- Application du diagramme de poudre
  - Cas d'une phase
  - Cas de deux phases

- Méthode de Guinier-De-Wolf et Gunier de Lenné

- Principe
- Utilité

Partie 2 : Les méthodes des monocristaux

- Introduction
- Macle

- La méthode du Cristal tournant

- Principe
- Utilité

- La méthode Weissenberg

- Principe
- Utilité

- La méthode Laue

- Principe
- Utilité

- La méthode de la Précession

- Principe
- Utilité

- La méthode du quatre cercles

- Principe
- Utilité

Références Bibliographiques :

- Cristallographie géométrique et radiocristallographie, Jean-Jacques Rousseau et Jean-Pierre Auffrédic. Éditeur : Dunod
- Principes de cristallographie. E. Flint 3ème édition
- Cristallographie géométrique. Millot Nadine, Nièpce Jean-Claude.
- Fundamentals of Crystallography, C. Giacovazzo, H. L. Monaco, G. Artioli, et al. Édit : Oxford University Press
- Introduction to Crystallography, Donald E. Sands. Édit: Dover Publications
- Elements of X-ray Diffraction, B. D. Cullity et S. R. Stock. Édit : Pearson
- X-ray Diffraction by Polycrystalline Materials. René Guinebretière. Édit : Wiley-ISTE
- Modern Powder Diffraction, David L. Bish et J. E. Post (éditeurs). Édit: Mineralogical Society of America
- Single Crystal Structure Analysis, Yoshio Saito et Hiroshi Matsumoto. **Édit** : Springer
- X-ray Diffraction Procedures, Harold P. Klug et Leroy E. Alexander. Édit : Wiley

Semestre 6 -
UE : Méthodologie
Matière : TP chimie de surface

Contenu de la matière

1. Méthodes de déterminations des tensions superficielles.
2. Détermination expérimentale de la variation de la tension superficielle en fonction de la température.
3. Détermination expérimentale de la variation de la tension superficielle d'un liquide en fonction de la concentration de tensioactif ajouté
4. Détermination de la surface spécifique d'un solide poreux (BET)

Mode d'évaluation : Continu et Examen
Références Bibliographiques

Semestre 6
UE : Méthodologie
Matière : TP Méthodes radiocristallographiques

Contenu de la matière

Les Méthodes de diffraction
Les deux grandes méthodes de diffraction sont :
I- Méthodes de poudres :

- TP1 : Méthode de Debye-Scherrer
- TP2 : Diffractomètre verticale
- TP3 : Méthode Guinier-De Wolff

II- Méthodes de monocristaux :

- TP4 : Méthode du cristal tournant
- TP5 : Méthode de Weissenberg
- TP6 : Méthode de Lauë
- TP7 : Méthode de précession de Burgers

Références Bibliographiques :

Semestre 6

UE : Méthodologie

Matière : TP Modélisation moléculaire

Contenu de la matière

1. Introduction aux techniques quantiques modernes de modélisation moléculaire (DFT et TD-DFT).
2. Logiciels de calcul (ADF et GAUSSIAN)
3. Optimisation de la géométrie
    - Les paramètres structuraux
    - L'énergie totale
    - Les orbitales frontières
    - Charges atomiques
    - Les indices de la réactivité
4. Etude de fréquence.
    - Spectre IR.
    - La symétrie et le type des différentes modes de vibration.
5. TD-DFT.
    - Spectre Uv-vis.
    - La symétrie et le type des différentes transitions électroniques.

Références Bibliographiques

Semestre 6

UE : Découverte

Matière : Nanoscience et énergies

Objectifs de l'enseignement :

Ce module propose une introduction aux nanosciences avec un accent mis sur leurs applications dans le domaine des énergies, notamment les énergies renouvelables, le stockage d'énergie et la conversion énergétique.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction aux nanosciences

- Définitions : nanomètre, nanomatériau, nanostructure
- Historique et enjeux actuels
- Différences entre matériaux massiques et nanomatériaux
- Domaines d'application : santé, environnement, énergie

Chapitre 2 : Propriétés physico-chimiques des nanomatériaux

- Effets quantiques en régime nanométrique
- Augmentation de la surface spécifique et réactivité
- Propriétés optiques, électriques et magnétiques modifiées
- Phénomènes de confinement quantique (points quantiques)

Chapitre 3 : Synthèse des nanomatériaux

- Méthodes top-down vs bottom-up
- Voies chimiques : Sol-gel, précipitation contrôlée, hydrothermique, Pyrolyse, combustion, méthodes colloïdales
- Caractérisation des nanomatériaux : TEM, SEM, AFM, DRX, BET, UV-Vis

Chapitre 4 : Nanomatériaux pour l'énergie solaire

- Principe des cellules photovoltaïques
- Nanomatériaux semi-conducteurs : Si nanoporeux, CdSe, pérovskites
- Photocatalyse et production d'hydrogène par nanomatériaux (TiO_2, MoS_2, g-C_3N_4)
- Quantum dots pour cellules solaires sensibilisées

Chapitre 5 : Stockage d'énergie : rôle des nanomatériaux

- Principes de fonctionnement des batteries Li-ion, Na-ion
- Rôle des nanostructures d'anodes (graphène, silicium nanostructuré) et cathodes ($LiCoO_2$, $LiFePO_4$)
- Supercondensateurs : carbones activés, oxydes métalliques nanostructurés
- Matériaux nano-poreux pour le stockage de l'hydrogène

Chapitre 6 : Conversion d'énergie et thermoelectricité

- Principe de la thermoelectricité : effet Seebeck, Peltier
- Nanomatériaux pour la conversion chaleur-électricité (Bi_2Te_3, PbTe…)
- Transport électronique et phononique dans les nanostructures
- Applications : récupération d'énergie perdue, systèmes autonomes

Chapitre 7 : Nanomatériaux pour l'électrocatalyse et les piles à hydrogène

- Réactions clés : OER (évolution de l'oxygène), HER (évolution de l'hydrogène), ORR (réduction de l'oxygène)

- Nanomatériaux catalytiques : Pt/C, Fe-N-C, NiFe-LDH, Co-P
- Structure et efficacité catalytique : surface active, sites atomiques isolés

Chapitre 8 : Enjeux environnementaux et sécurité

- Risques associés aux nanomatériaux
- Toxicité, recyclage, traçabilité
- Aspects réglementaires et développement durable

Références bibliographiques :

- Gail A. Stucky, Geoffrey A. Ozin, Introduction to Nanoscience
- Baldev Raj et al., Nanotechnology for Energy Sustainability
- Paul O'Brien & Jonathan M. Major, Energy and Environmental Nanoscience

Semestre 6

UE : Découverte

Matière : Céramiques techniques

Objectifs de l'enseignement :

Ce module propose une introduction aux céramiques techniques, c'est-à-dire des matériaux inorganiques non métalliques utilisés dans des applications avancées telles que l'électronique, l'énergie, la biomédecine ou les environnements extrêmes.

Contenu de la matière :

1. Introduction et bases des céramiques

- Définitions et classification : céramiques vitreuses, polycristallines, poreuses
- Différence entre céramiques classiques et techniques
- Structure atomique : liaison ionique, covalente, mixte
- Exemples emblématiques : Al_2O_3, SiO_2, ZrO_2, Si_3N_4, carbures

2. Structure cristalline et microstructure

- Structures types : NaCl, corindon, pérovskite, spinelle, fluorine
- Réseaux cristallins et sites interstitiels
- Facteurs influençant la stabilité : rayons ioniques, compacité
- Microstructure : porosité, taille de grain, joints de grains

3. Propriétés physiques et mécanismes associés

- Propriétés mécaniques : dureté, fragilité, résistance à la compression
- Propriétés thermiques : dilatation, conductivité, tenue à haute température
- Propriétés électriques : isolants, conducteurs ioniques, semi-conducteurs
- Propriétés optiques : transparence, fluorescence, phosphorescence

4. Fabrication et mise en œuvre

- Synthèse des poudres : Réaction solide-solide, sol-gel, combustion
- Mise en forme : Pressage, coulage, extrusion
- Frittage : Densification, contrôle de la microstructure
- Caractérisation : DRX, MEB, BET, analyse mécanique et électrique

5. Applications des céramiques techniques

- Électronique : diélectriques, semi-conducteurs, substrats
- Mécanique : outillages, revêtements anti-usure
- Biomédical : implants, prothèses, verres bioactifs
- Énergies renouvelables : électrolytes pour SOFC, batteries Li^+/Na^+
- Perspectives : nanocéramiques, céramiques transparentes, recyclage

Références bibliographiques :

- Callister & Rethwisch, Materials Science and Engineering: An Introduction
- W.D. Kingery, Introduction to Ceramics
- C.B. Ponton & R.J. Brook, Ceramic Materials – Science and Engineering

Semestre 6
UE : Découverte
Matière : Hygiène Sécurité Environnement

Objectifs de l'enseignement :
Prendre conscience des risques liés à la santé au travail et de la sécurité des personnes et parvenir à identifier, évaluer, maîtriser et gérer les risques afin d'éviter les accidents.
Connaissances préalables recommandées :
Des connaissances dans les domaines du HSE sont appréciées.

Contenu de la matière :

1. Définitions et concepts relatifs aux aspecte santé, sécurité et environnement
2. Structure HSE
   - Objectifs et mission du service HSE
   - Exemple d'actions d'un service HSE
   - Réglementation relative à l'hygiène et la sécurité
3. Phénomènes d'incendie et d'explosion
   - Mécanisme de la combustion
   - Conditions de l'explosion
4. Gestion des risques chimiques
   - Classification des risques chimiques
   - Gestion des produits : Signalisation des risques : étiquetage et fiche de sécurité

Références bibliographiques

B. Michel et C. Angelo. Accident du travail et maladie professionnelle. Procédure, indemnisation, contentieux, 2emeédition, DELMAS, paris, 2004
BERNARD Claude-Alain, introduction à l'hygiène du travail, édition TST, suisse, 2004
CORREARD Isabelle, sécurité hygiène e et risque professionnelle. Dunod, paris, 2011
DAB William. Manager santé et sécurité au travail. Ed Dunod, paris, 2013

Semestre 6
UE : Transversale
Matière : Entreprenariat

Contenu de la matière

1. Introduction à l'entrepreneuriat
1. Définitions et types d'entrepreneuriat (classique, social, technologique, vert…)
2. Le rôle de l'entrepreneuriat dans le développement économique algérien
3. Profil de l'entrepreneur : compétences clés et attitudes

2. De l'idée au projet
1. Génération d'idées et créativité
2. Identification des opportunités
3. Étude de marché : segmentation, analyse des besoins, concurrence
4. Étude de faisabilité

3. Elaboration d'un Business Model
1. Modèle économique : Business Model Canevas (outil visuel)
2. Proposition de valeur
3. Segments de clientèle
4. Canaux de distribution et de communication
5. Flux de revenus et structure des coûts

4. Le Business Plan
1. Structure du business plan (résumé exécutif, stratégie, analyse financière, plan marketing…)
2. Éléments financiers de base : budget prévisionnel, plan de financement, seuil de rentabilité
3. Outils numériques pour le montage de projet (Excel, Canva, Pitch Deck…)

5. Création de l'entreprise en Algérie
1. Statuts juridiques d'entreprise (SARL, SPA, auto-entrepreneur…)
2. Démarches administratives : registre de commerce, NIF, CNAS, CASNOS
3. Les structures d'aide à la création (ANADE, CNAC, incubateurs universitaires…)

6. Financement de projet entrepreneurial
1. Sources de financement : fonds propres, crédits bancaires, microcrédits, subventions
2. Programmes de soutien à l'entrepreneuriat en Algérie
3. Rédaction d'un dossier de financement

Références bibliographiques
1. Claude Besner & Brian Hobbs, Management de projets, Presses de l'Université du Québec, 2012.
2.Jean-Michel Moutot & Jean-Noël Moutot, Management de projet : Principes et outils, Dunod, 2020.
3.Harold Kerzner, Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling, Wiley, 2022.
4. (Project Management Institute), A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), 7th Edition, PMI, 2021.
5.Olivier Ezratty, Guide des startups, édition annuelle gratuite
6.Steve Blank, The Startup Owner's Manual: The Step-by-Step Guide for Building a Great Company, K&S Ranch, 2012.