

5.00 crédits

30.0 h + 15.0 h

Q2

Cette unité d'enseignement bisannuelle est dispensée en 2026-2027

Enseignants	Delcorte Arnaud ;Hackens Benoît ;
Langue d'enseignement	Anglais > Facilités pour suivre le cours en français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Thèmes abordés	• Introduction à la science des surfaces ; • Spectrométries électroniques (LEED, XPS, AES) et spectrométries ioniques (ISS, SIMS); • Microscopies à sonde locale (STM, AFM).
Acquis d'apprentissage	A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de : Contribution du cours au référentiel du programme • AA1.1, AA1.3 • AA2.1, AA2.3 • AA5.5 Acquis d'apprentissage spécifiques au cours a. Acquis d'apprentissage disciplinaires : <i>Spectroscopies électroniques et ioniques :</i> A l'issue du cours, l'étudiant sera capable de : • d'identifier et d'expliquer les mécanismes physiques (ou physico-chimiques) sous-jacents aux méthodes d'analyse spectroscopiques et spectrométriques considérées. Ces méthodes incluent des spectroscopies électroniques (LEED-RHEED, AES, XPS-ESCA) et ioniques (ISS, RBS) ainsi que des spectrométries de masse (SIMS, LDIMS, MALDI); • de discuter les particularités de chaque technique, comparer les informations qu'elles permettent d'obtenir et leurs champs d'application; • d'expliquer le schéma de principe des différents instruments et décrire leurs principales composantes (ex. canon à ions, analyseur électrostatique, détecteur multicanal); • d'identifier les performances, les limites (ex. sensibilité, quantification) ainsi que les éventuels artefacts liés aux différentes méthodes analytiques, être critique vis-à-vis de l'interprétation des données; • d'illustrer l'application des techniques analytiques par des exemples impliquant des procédés de traitement des surfaces (ex. PVD, traitements plasma, dépôts de couches minces); • de proposer une méthodologie adéquate pour l'analyse structurale ou chimique de surface d'un échantillon solide de nature inconnue; • de justifier le choix de la (des) méthode(s) appropriée(s) pour répondre un problème de caractérisation des matériaux (tel qu'il pourrait être amené dans un cadre industriel). <i>Microscopies à sonde locale (SPM) :</i> A l'issue du cours, l'étudiant sera capable : • d'identifier et d'expliquer les phénomènes physiques, chimiques et physico-chimiques régissant le fonctionnement des microscopies à sonde locale (STM, C-AFM, AM-AFM, FM-AFM, LFM, FMM, EFM, MFM, PFM, KPFM, ...); • de décrire l'instrumentation et d'expliquer le fonctionnement de ces microscopies; • de comparer ces techniques aux niveaux des propriétés physiques, physico-chimiques ou chimiques qu'elles permettent de mesurer ou de cartographier; • de faire le choix d'une technique adéquate pour caractériser une propriété donnée d'un matériau spécifié et de justifier ce choix; • d'expliquer les différents artefacts qui peuvent fausser ce type d'analyse et de critiquer des résultats d'analyses réalisées avec une de ces techniques sur cette base. b. Acquis d'apprentissage transversaux: • Discuter de façon critique des résultats d'expériences avec des experts dans les domaines concernés. • Rédiger un rapport de laboratoire concis, structuré et adéquatement illustré décrivant succinctement les aspects techniques des expériences réalisées, de la préparation des échantillons aux résultats obtenus, dans un langage scientifique précis.

Modes d'évaluation des acquis des étudiants	Examen oral portant sur les compétences à acquérir Rapports de laboratoire Partie spectroscopie (Delcorte): Possibilité d'un séminaire à présenter devant le groupe (~1/2 des points de cette partie)
Méthodes d'enseignement	Spectroscopies électroniques et ioniques : 9 cours magistraux de 2h00 (incluant 1h d'introduction générale sur la science des surfaces) et deux laboratoires illustrant des techniques choisies (aspects instrumentaux + interprétation des données ; des rapports sont demandés aux étudiants). Microscopies à sonde locale (SPM) : 5 cours magistraux de 2h00 et deux laboratoires illustrant deux techniques de SPM. Pour ces laboratoires, les étudiants de 2nd Master sont encouragés à apporter leurs propres échantillons.
Contenu	1. Introduction à la science des surfaces 2. Spectrométries électroniques et ioniques : 2.1. Structure cristalline de surface par LEED 2.2. Composition et chimie de surface avec XPS 2.3. Imagerie chimique et profil en profondeur par SIMS 2.4. Imagerie élémentaire à haute résolution avec Auger 2.5. Analyse de l'extrême surface par ISS 2.6. Analyse quantitative en Auger et XPS 2.7. Aspects fondamentaux en (cluster) SIMS 3. Microscopies à sonde locale 3.1. Microscopie et spectroscopie à effet tunnel 3.2. Microscopies de force atomique 3.2.1. Microscopies en mode contact : C-AFM, LFM, FMM, CS-AFM, PFM, ... 3.2.2. Microscopies en mode résonant : AM-AFM, FM-AFM, MFM, EFM, KPFM, ... 3.2.3. Aspects instrumentaux : scanner, sondes, artefacts, ...
Ressources en ligne	Site Moodle : https://moodle.uclouvain.be/course/view.php?id=1895
Bibliographie	Spectroscopies électroniques et ioniques : • Dias présentées aux cours, disponibles sur Moodle • Notes d'application des fabricants d'équipement • Liste d'ouvrages de référence, que les étudiants peuvent trouver à la bibliothèque / au laboratoire Microscopies à sonde locale (SPM) : • Notes de cours évolutives (syllabus) disponible au SICI et sur Moodle • Dias présentées aux cours, prospectus et notes d'application de fabricants d'équipement disponibles sur Moodle
Autres infos	Il est recommandé d'avoir suivi le cours LMAPR2011 « Methods of Physical and Chemical Analysis » ou un équivalent.
Faculté ou entité en charge:	FYKI

Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] : ingénieur civil en chimie et science des matériaux	KIMA2M	5		
Master [120] : ingénieur civil biomédical	GBIO2M	5		
Master [120] : ingénieur civil physicien	FYAP2M	5		
Master de spécialisation en nanotechnologies	NANO2MC	5		