



Surfaces, interfaces et nanosciences CPH 508/CPH718

COURS	
Titre	Surfaces, interfaces et nanosciences
Sigle 1^{er} cycle Sigle 2^{ième} cycle	CPH 508 CPH 718
Crédits	3
Travail personnel	3-1-5
Session	Session 6

PROFESSEUR		
Nom	Bureau	Horaire de disponibilité
Patrick Ayotte Patrick.Avotte@USherbrooke.ca	D1-3027 (Tel.: 67889)	À préciser au début du cours

PLACE DU COURS DANS LE PROGRAMME		
Type de cours	Option au baccalauréat en chimie et obligatoire au diplôme de 2 ^{ième} cycle en Nanomatériaux et caractérisation de pointe	Discussions : mardis 10h30-12h20 (D1-2120) et mercredis 10h30-12h20 (D1-2120)
Cours préalables	CPH 307 Chimie physique I et CPH 308 Chimie Quantique pour CPH508	

MISE EN CONTEXTE

Depuis une quarantaine d'années, la chimie des surfaces s'est développée remarquablement et nos connaissances en ce domaine se sont raffinées énormément. Nous comprenons comment la structure à l'interface (solide/gaz, solide/liquide, ou liquide/gaz) peut déterminer la vitesse des processus catalytiques hétérogènes. Les développements technologiques récents nous permettent de déterminer la composition chimique de la surface étudiée, d'évaluer son changement, son impact sur les processus catalytiques et souvent, d'observer la dissociation et la formation de nouveaux liens chimiques directement sur la surface (la chimie en deux dimensions). En utilisant les techniques de chimie des surfaces, nous pouvons étudier le changement de composition chimique de l'interface, analyser l'interaction des molécules à et avec l'interface et aussi contrôler la vitesse des réactions. La connaissance de ces paramètres fondamentaux nous permet de concevoir de meilleurs agents catalytiques et de façonner leurs propriétés pour augmenter le contrôle et la sélectivité des processus catalytiques hétérogènes.

OBJECTIF GÉNÉRAL

Connaître, comprendre et appliquer les notions de base et les principes physiques et chimiques des sciences des surfaces; comprendre les phénomènes chimiques et physiques sous-jacents aux techniques de caractérisation moderne utilisées en sciences de surfaces et leur applications en nanosciences.

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

À la fin du cours, l'étudiant(e) :

- devra maîtriser les concepts fondamentaux de la structure géométrique et électronique des surfaces et interfaces, les aspects dynamiques et thermodynamiques, pouvoir appliquer et décrire les conditions d'équilibre chimique et les cinétiques réactionnelles aux surfaces;
- pourra reconnaître et décrire les phénomènes élémentaires de chimie et de physique des surfaces au niveau atomique et moléculaire;
- démontrera des connaissances rudimentaires de la catalyse hétérogène et une intuition relative aux facteurs régissant la réactivité aux interfaces;
- sera en mesure de discuter de façon cohérente de la chimie et de la physique des surfaces et des techniques utilisées pour les étudier, et d'appréhender la littérature moderne dans le domaine des nanosciences.

PLAN DE LA MATIÈRE

CPH 508/718 - Surfaces, interfaces et nanosciences	
Périodes	Contenu
4 heures Semaine 1 31 août au 4 septembre	Présentation du plan de cours et discussion des objectifs et de l'évaluation. Mise en contexte, introduction du sujet et de la méthode pédagogique.
4 heures Semaine 2 7 au 11 septembre	Structure géométrique des surfaces : Nomenclature, Rappel de cristallographie et diffraction, Réseaux de Bravais, Surfaces idéales et indices de Miller, Densité de surfaces, «Vraie» surfaces : Défauts, Relaxations et Reconstructions, Techniques expérimentales pour la détermination des structures: LEED et SPM.
4 heures Semaine 3 14 au 18 septembre	Interactions gaz-surfaces: Structure des couches adsorbées, Notation de Woods, Thermodynamique et dynamique, Physisorption et chimisorption, Cinétique et transport aux surfaces : Adsorption, Désorption, Diffusion, Équilibre et isothermes d'adsorption.
4 heures Semaine 4 21 au 25 septembre	Structure électronique des solides et des surfaces : Modèle du Jellium de la structure de Bandes, Effet Photoélectrique, Niveau de Fermi et fonction de travail, Effet thermoélectrique et émission de champ, Diffusion des électrons et courbe universelle du libre parcours moyen inélastique, Sonde de la structure électronique et de la composition chimique aux surfaces : spectroscopie de photoélectrons et spectroscopie d'électrons Auger, États de surface et charge image.
4 heures	Composition chimique des surfaces : Sondes pour l'analyse de la structure électronique

CPH 508/718 - Surfaces, interfaces et nanosciences	
Périodes	Contenu
Semaine 5 28 septembre au 2 octobre	et de la composition chimique des surfaces : spectroscopie électronique, désorption (thermale ou induite par des particules énergétiques). Évaluation formative Devoir I distribué le 29 septembre 2009.
4 heures Semaine 6 5 au 9 octobre	Propriétés optiques et photoniques des surfaces et interfaces : Révision d'éléments d'électromagnétisme, Relations de Fresnel, Spectroscopie des films minces, Éllipsométrie spectroscopique et autres applications modernes. Devoir I à rendre le 7 octobre 2009.
Semaine 7 12 au 16 octobre	Examens périodiques du 13 au 21 octobre 2009
Semaine 8 19 au 23 octobre	
26 au 30 octobre	RELÂCHE UNIVERSITAIRE
4 heures Semaine 9 2 au 6 novembre	Dynamique aux surfaces : Phonons et vibrations moléculaires, Spectroscopie vibrationnelle de surface, Faisceaux moléculaires, Préparation et détection d'états quantiques, Probabilité d'adsorption, Règles de Polanyi.
4 heures Semaine 10 9 au 13 novembre	Mécanismes de réactions élémentaires : Réaction unimoléculaires et bimoléculaires sur les surfaces : Chimisorption dissociative, Mécanismes Eley-Rideal et Langmuir-Hinshelwood. Lien chimique à la surface.
4 heures Semaine 11 16 au 20 novembre	Catalyse hétérogène : Survol des procédés de catalyse hétérogènes industriels
4 heures Semaine 12 23 au 27 novembre	Interfaces complexes : Interface Electrochimique, Interface semiconductrices et hétérojonctions, Épitaxie, Auto-assemblage et fonctionnalisation des surfaces Devoir II distribué le 24 novembre 2009.
4 heures Semaine 13 30 novembre au 4 décembre	Présentations des projets par les étudiants inscrits à CPH718 Devoir II à remettre le 2 décembre 2009.
2 heures Semaine 14 7 au 11 décembre	Fin des cours le 7 décembre 2009.
Semaine 15 14 au 18 décembre	EXAMENS DE FIN DE TRIMESTRE DU 8 AU 18 DÉCEMBRE 2009

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

1. Exposé magistral théorique, démonstrations et exemples.
2. Questions et exercices durant cet exposé et durant des périodes spécifiquement affectées à cet effet.

ÉVALUATION

1. Moyens d'évaluation	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px;">a)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Deux examens (intra et final)</td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Deux devoirs</td> </tr> </table>	a)	Deux examens (intra et final)	b)	Deux devoirs		
a)	Deux examens (intra et final)						
b)	Deux devoirs						
2. Types de questions	Compréhension vs connaissance, questions à développement						
3. Pondération	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px;">a)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">2x10% pour les devoirs</td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">30% pour l'examen intra</td> </tr> <tr> <td>c)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">50% pour l'examen final</td> </tr> </table>	a)	2x10% pour les devoirs	b)	30% pour l'examen intra	c)	50% pour l'examen final
a)	2x10% pour les devoirs						
b)	30% pour l'examen intra						
c)	50% pour l'examen final						
4. Moments prévus pour l'évaluation	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px;">a)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Fixés par la Faculté pour les examens (mi-session et fin de session)</td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Voir plan de cours pour les devoirs</td> </tr> </table>	a)	Fixés par la Faculté pour les examens (mi-session et fin de session)	b)	Voir plan de cours pour les devoirs		
a)	Fixés par la Faculté pour les examens (mi-session et fin de session)						
b)	Voir plan de cours pour les devoirs						
5. Critères d'évaluation	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px;">a)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Compréhension des concepts 75%</td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Application des concepts 15%</td> </tr> <tr> <td>c)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Aspects quantitatifs 10%</td> </tr> </table>	a)	Compréhension des concepts 75%	b)	Application des concepts 15%	c)	Aspects quantitatifs 10%
a)	Compréhension des concepts 75%						
b)	Application des concepts 15%						
c)	Aspects quantitatifs 10%						

- A. Notes de cours sur <http://pages.usherbrooke.ca/payotte/cph407.html> Nom de l'utilisateur : etudiant; Mot de passe: chimie.
- B. Forum de discussion sur <http://132.210.24.222/ayotte/> Nom de l'utilisateur : etudiant; Mot de passe: chimie. Inscrivez-vous !

Ouvrage recommandé:

Surface Science - Foundations of Catalysis and Nanoscience (QD 506 K587 2002)
Kurt W. Kolasinski, Wiley (Chichester) 2002.

Ouvrages complémentaires:

Surface Science – An Introduction. (QC 173.4 S94H82 1998)
John B. Hudson, Wiley (New York) 1998.

Modern techniques of surface science (QC 173.4 S94W66 1994)
D.P. Woodruff & T.A. Delchar, Cambridge University Press (New York) 1994

Introduction to Surface Chemistry and Catalysis (QD 506 S588 1981)
Gabor A. Somorjai, Wiley (New York) 1994.

Physical Chemistry of Surfaces – 6^e edition (QD 506 A335 1990)
Arthur W. Adamson et Alice P. Gast, Wiley (New York) 1997.

Intermolecular and Surface Forces – 2^{ième} edition (QD 461 I87 1991)
Jacob Israelachvili, Academic Press (San Diego) 1992.

Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surfaces (QD 506 M34 1996)
Richard I. Masel, Wiley (New York) 1996.

Physics at Surfaces
Andrew Zangwill, Cambridge University Press (Cambridge) 1988.

Introduction to Solid State Physics – 8^e edition (QC 176 K5 2005)
Charles Kittel, Wiley (New York) 2005.