

Physique des semi-conducteurs

Groupe 50

Vendredi, de 9h30 à 12h30 PK-R650 (cours)

Jeudi, de 10h00 à 12h00 PK-4785 (atelier)

Responsable(s) du cours

Nom du coordonnateur : MÉNARD, Michaël**Nom de l'enseignant :** MÉNARD, Michaël**Local :** PK-4620**Téléphone :** (514) 987-3000 #1792**Disponibilité :****Courriel :** menard.michael@uqam.ca**Site Web :** http://intra.info.uqam.ca/Members/menard_m

Description du cours

Notions fondamentales sur la physique des semiconducteurs: structures cristallines, états électroniques, équilibre thermodynamique, semiconducteur hors équilibre, interface entre deux matériaux différents. Jonctions pn et transistors bipolaires. Contacts métal-semiconducteur. Structure métal-isolant-semiconducteur, capacité MOS. Hétérojonctions. Transistors à effet de champ: JFET, MESFET, MOSFET. Circuits à transfert de charges: CCD, BCCD. Dispositifs optoélectroniques. Effets quantiques dans les hétérostructures, super-réseaux.

Préalables académiques :

ING2510 Science des matériaux

Objectifs du cours

L'un des principaux objectifs du cours ING5400 est d'enseigner à l'étudiant que le fonctionnement des différents types de composants électroniques passe par une maîtrise des phénomènes physiques régissant les propriétés des porteurs de charges dans les semiconducteurs. Les composants modernes faisant appel à des structures complexes de couches minces de matériaux différents, nous définirons les grandeurs physiques qui, dans ces hétérostructures, permettent de caractériser le comportement des électrons aux interfaces. Après l'étude de la structure de base que constitue la jonction PN, les propriétés des hétérostructures sont mises à profit dans la réalisation des différents types de composants que sont, d'une part les transistors à effet de champ et les mémoires et d'autres part les circuits à transfert de charges. Le dernier objectif est de faire acquérir à l'étudiant des connaissances théoriques sur les interactions du rayonnement avec les semiconducteurs.

Contenu du cours

Les sujets suivants seront traités:

- Notions fondamentales sur la physique des semiconducteurs.
 - Propriétés cristallines et croissance des semiconducteurs
 - Bandes d'énergie et transport de charges dans les semiconducteurs
 - Transport de porteurs de charge dans les semiconducteurs

- Génération et recombinaison des porteurs
- Physique des dispositifs à semiconducteurs
 - La jonction pn
 - Jonction métal-semiconducteur
 - Hétérojonctions
 - Transistors bipolaires à jonction
 - Transistor à effet de champ
 - Composantes optoélectroniques
- Sujets supplémentaires
 - Circuits à transfert de charges
 - Dispositifs à haute fréquence
 - Dispositifs à haute puissance
 - Semiconducteurs organiques

Modalités d'évaluation

Description sommaire	Date	Pondération
2 devoirs (Comsol)	Répartis le long de la session	20 %
Présentation et rapport		20 %
Examen intra		30 %
Examen final		30 %

Les travaux remis en retard seront pénalisés, à raison de 10 % de la note globale par jour (incluant samedi, dimanche et congés) de retard.

Les devoirs sont strictement individuels.

Les règlements concernant le plagiat seront strictement appliqués. Pour plus de renseignements, consultez le site suivant : <http://www.sciences.uqam.ca/etudiants/integrite-academique.html>

En cas de doute sur l'originalité des travaux, un test oral peut être exigé. Les séances d'exercices font partie intégrante du cours.

Déroulement du cours

Cours magistraux. Le cours sera composé de séances théoriques de trois heures au cours desquelles le professeur expose les concepts importants du cours. Durant ces périodes, les étudiants sont fortement encouragés à poser des questions.

Séances d'exercices. Lors de ces séances, le professeur aide les étudiants à poser correctement le problème et résume la méthodologie à suivre pour résoudre des problèmes concrets de physique des semiconducteurs.

Politique d'absence aux examens

L'autorisation de reprendre un examen en cas d'absence est de caractère exceptionnel. Pour obtenir un tel privilège, l'étudiant-e doit avoir des motifs sérieux et bien justifiés.

Il est de la responsabilité de l'étudiant-e de ne pas s'inscrire à des cours qui sont en conflit d'horaire, tant en ce qui concerne les séances de cours ou d'exercices que les examens. **De tels conflits d'horaire ne constituent pas un motif justifiant une demande d'examen de reprise.**

Dans le cas d'une absence pour raison médicale, l'étudiant-e doit joindre un certificat médical original et signé par le médecin décrivant la raison de l'absence à l'examen. Les dates d'invalidité doivent être clairement indiquées sur le certificat. Une vérification de la validité du certificat pourrait être faite. Dans le cas d'une absence pour une raison non médicale, l'étudiant-e doit fournir les documents originaux expliquant et justifiant l'absence à l'examen – par exemple, lettre de la Cour en cas de participation à un jury, copie du certificat de décès en cas de décès d'un proche, etc. Toute demande incomplète sera refusée. Si la direction du programme d'études de l'étudiant-e constate qu'un étudiant a un comportement récurrent d'absence aux examens, l'étudiant-e peut se voir refuser une reprise d'examen.

L'étudiant-e absent-e lors d'un examen doit, dans les cinq (5) jours ouvrables suivant la date de l'examen, présenter une demande de reprise en utilisant le formulaire prévu, disponible sur le site Web du département à l'adresse suivante : <http://info.uqam.ca/politiques/>

L'étudiant-e doit déposer le formulaire dûment complété au secrétariat de la direction de son programme d'études : PK-3150 pour les programmes de premier cycle, PK-4150 pour les programmes de cycles supérieurs. Pour plus de détails sur la politique d'absence aux

examens du Département d'informatique, consultez le site web suivant : <http://info.uqam.ca/politiques>

Intégrité académique

PLAGIAT Règlement no 18 sur les infractions de nature académique. (extraits)

Tout acte de plagiat, fraude, copiage, tricherie ou falsification de document commis par une étudiante, un étudiant, de même que toute participation à ces actes ou tentative de les commettre, à l'occasion d'un examen ou d'un travail faisant l'objet d'une évaluation ou dans toute autre circonstance, constituent une infraction au sens de ce règlement.

La liste non limitative des infractions est définie comme suit :

- la substitution de personnes;
- l'utilisation totale ou partielle du texte d'autrui en la faisant passer pour sien ou sans indication de référence;
- la transmission d'un travail pour fins d'évaluation alors qu'il constitue essentiellement un travail qui a déjà été transmis pour fins d'évaluation académique à l'Université ou dans une autre institution d'enseignement, sauf avec l'accord préalable de l'enseignante, l'enseignant;
- l'obtention par vol, manoeuvre ou corruption de questions ou de réponses d'examen ou de tout autre document ou matériel non autorisés, ou encore d'une évaluation non méritée;
- la possession ou l'utilisation, avant ou pendant un examen, de tout document non autorisé;
- l'utilisation pendant un examen de la copie d'examen d'une autre personne;
- l'obtention de toute aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle;
- la falsification d'un document, notamment d'un document transmis par l'Université ou d'un document de l'Université transmis ou non à une tierce personne, quelles que soient les circonstances;
- la falsification de données de recherche dans un travail, notamment une thèse, un mémoire, un mémoire-créditation, un rapport de stage ou un rapport de recherche;
- Les sanctions reliées à ces infractions sont précisées à l'article 3 du Règlement no 18.

Les règlements concernant le plagiat seront strictement appliqués. Pour plus de renseignements, veuillez consulter les sites suivants : <http://www.sciences.uqam.ca/etudiants/integrite-academique.html> et <http://www.bibliotheques.uqam.ca/recherche/plagiat/index.html>

Médiagraphie

VO Donald A. Neaman -- *Semiconductor Physics and Devices* -- 4e édition, McGraw Hill, 2003.

VC B. G. Streetman -- *Solid State Electronic Devices* -- Prentice Hall, 2005.

VC Henry Mathieu -- *Physique des semi-conducteurs et des composants électroniques* -- Masson, 1998.

VC Robert F. Pierret -- *Semiconductor fundamentals* -- Addison-Wesley, 1988.

VC Robert F. Pierret -- *Advanced Semiconductor fundamentals* -- Addison-Wesley, 1987.

VC Robert F. Pierret -- *Advanced MOS Devices* -- Addison-Wesley, 1987.

VC S. M. Sze -- *Physics of Semiconductor Devices* -- John Wiley & Sons, 1981.

A : article - C : comptes rendus - L : logiciel
S : Standard - U : uri - V : volume

C : complémentaire - O : Obligatoire - R : recommandé

Qualités

Analyse de problèmes

- Identifier et formuler le problème en établissant le contexte, les paramètres et les contraintes des problèmes, incluant les problèmes mal définis : Série de problèmes à résoudre à la maison
- Choisir un modèle ou une méthode pour analyser ou résoudre un problème, incluant les notions, les concepts ou les relations physiques pour identifier des pistes de solution : Série de problèmes à résoudre à la maison
- Appliquer le modèle ou la méthode en vue d'analyser ou résoudre le problème : Série de problèmes à résoudre à la maison
- Interpréter le résultat obtenu des modèles utilisés dans la représentation des problèmes en vue de formuler des conclusions étayées : Série de problèmes à résoudre à la maison

Apprentissage continu

- Identifier ses besoins en formation : Revue de littérature

Communication

- Rédiger des rapports techniques : Rapport de revue de littérature
- Présenter de façon professionnelle un exposé devant un auditoire : Présentation de la revue de littérature
- Utiliser adéquatement les outils modernes de communication : Rapport et présentation de la revue de littérature
- Écouter et échanger de façon constructive avec les collègues et les membres du public : Révision par les pairs du rapport de la revue de littérature

Conception

- Intégrer les concepts retenus répondant aux besoins et respectant les contraintes identifiées préalablement. : Série de problèmes à résoudre à la maison

Déontologie et équité

- Se conformer aux exigences de la propriété intellectuelle : Rapport et présentation de la revue de littérature

Impact du génie sur la société et l'environnement

- Tenir compte de la nécessité d'économiser les ressources énergétiques et matérielles : Discussion en classe
- Considérer des facteurs économiques, sociaux et environnementaux dans les choix et les décisions d'utilisation ou de développement d'un produit : Discussion en classe

Investigation

- Interpréter les résultats en tenant compte du contexte et des hypothèses de travail en vue de formuler des conclusions valides : Devoirs de simulations
- Appliquer les méthodologies d'investigation éprouvées : Série de problèmes à résoudre à la maison

Professionalisme

- Décrire le rôle de l'ingénieur dans la société : Discussion en classe

Travail individuel et en équipe

- Organiser le travail d'équipe : Devoir de simulation

Utilisation d'outils d'ingénierie

- Évaluer différents outils et techniques, en faire un choix et justifier ce choix : Devoirs de simulations et problèmes à la maison
- Appliquer les outils et techniques dans des projets d'ingénierie : Devoirs de simulations et problèmes à la maison
- Combiner, adapter ou créer des outils et techniques pour réaliser des tâches spécifiques : Devoirs de simulations et problèmes à la maison