

Physique des semi-conducteurs

Groupe 50

Jeudi, de 9h30 à 12h30 SH-3760 (cours)

Vendredi, 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

Courriel : menard.michael@uqam.ca

Site Web : <http://lm2.uqam.ca/>

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 semi-conducteurs. 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 dispositifs optoélectroniques. Le dernier objectif est de faire acquérir à l'étudiant des connaissances théoriques sur les interactions du rayonnement avec les semi-conducteurs.

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
 - Semi-conducteurs organiques

Formules pédagogiques

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, l'assistant à l'enseignement aide les étudiants à poser correctement le problème et résume la méthodologie à suivre pour résoudre des problèmes concrets de physique des semiconducteurs.

Modalités d'évaluation

Description sommaire	Pondération
2 devoirs (Comsol)	20 %
Présentation et rapport	30 %
Examen de mi-session	25 %
Examen final	25 %

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.

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>

Calendrier détaillé du cours

Description	Date
Examen de mi-session	25 février
Premier devoir COMSOL: jonction PN	11 mars
Choix du sujet pour le rapport final	11 mars
Soumission du brouillon du rapport pour la révision par les pairs	1 avril
Deuxième devoir COMSOL: MOSFET	8 avril
Révision par les pairs	7 avril
Examen final	28 avril
Présentations	21 avril
Rapport final	1 mai

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-crédation, un rapport de stage ou un rapport de recherche;
- Les sanctions liées 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 D. A. Neaman -- *Semiconductor Physics and Devices* -- 4e ed., McGraw Hill, 2011

VC B. G. Streetman & S. K. Banerjee -- *Solid State Electronic Devices* -- 7e ed., Pearson, 2015

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

C : complémentaire - O : Obligatoire - R : recommandé

Qualités de l'ingénieur et unités d'agrément

Qualités de l'ingénieur

Sous Qualité	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12
1		DE					DE					DE
2	DE	DE	DE	DE	DE		DE*					DE
3		DE	DE				DE*		--			DE
4		DE	--		--		DE	--	--	DE		DE
5	DE	--	--	--	--	--	--	--	--	--		--

Lexique (A : Qualité abordée, D: Qualité développée, E: Qualité évaluée, *: Évaluation collectée)

(Q1: Connaissances en génie; Q2: Analyse de problèmes; Q3: Investigation; Q4: Conception; Q5: Utilisation d'outils d'ingénierie; Q6: Travail individuel et en équipe; Q7: Communication; Q8: Professionnalisme; Q9: Impact du génie sur la société et l'environnement; Q10: Déontologie et équité; Q11: Économie et gestion de projets; Q12: Apprentissage continu)

Heures		Total UA	Composante du cours en unités d'agrément (UA)				
Cours magistraux	Labo		Maths	Sciences naturelles	Études complément.	Sciences du génie	Conception en ingénierie
39	24	51		20		17	14