



Universidade Federal
de São João del-Rei

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA E QUÍMICA DE MATERIAIS
FQMAT

PLANO DE ENSINO

Unidade Curricular: Materiais Semicondutores

Currículo:
2011

Docente Responsável: Horácio Wagner Leite Alves

Unidade Acadêmica: DCNat

UC Obrigatória () UC Eletiva (X)

C.H. Total: 60 hrs

Ano: 2020

Semestre: 1º emergencial

EMENTA

Propriedades características de semicondutores. Tipos e exemplos de semicondutores. Aplicações de semicondutores. Técnicas de crescimento, síntese, processamento e caracterização de semicondutores. Estrutura de bandas de energia de semicondutores. Métodos teóricos para cálculos de estrutura de bandas de energia. Propriedades vibracionais de semicondutores e interações elétron-fônon. Modelos de cálculo de curvas de dispersão de fônons. Propriedades eletrônicas de defeitos e impurezas em semicondutores. Tipos de defeitos. Métodos de cálculo de propriedades eletrônicas de defeitos. Transporte eletrônico. Mobilidade de portadores de carga. Transporte em campos altos. Elétrons quentes. Magneto transporte e efeito Hall. Propriedades ópticas de semicondutores. Eletrodinâmica macroscópica. Função dielétrica. Éxcitons. Fônon-polaritons e absorção da rede. Absorção por elétrons extrínsecos. Efeitos de confinamento quântico de elétrons e fônons em semicondutores. Processos de não equilíbrio em semicondutores. Fenômenos de transporte em semicondutores. Tunelamento ressonante. Curvas I x V de dispositivos de tunelamento ressonante. Efeitos Hall quânticos em gás de elétrons bidimensional.

OBJETIVOS

Fornecer ao aluno a fundamentação, as ferramentas teóricas, propriedades físicas e químicas, síntese e caracterização, aplicações em dispositivos e o aprofundamento dos recentes tópicos de pesquisa relacionados à Materiais Semicondutores tanto na linha de pesquisa em Estudos Teóricos e Computacionais de Materiais, como na linha de pesquisa Síntese, Caracterização e Propriedades de Materiais.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- 1) Conceitos e definições em semicondutores. Estruturas cristalinas. Tipos de semicondutores, semicondutores 2D, nanofios, pontos quânticos. Técnicas de crescimentos de semicondutores, MOCVD e MBE;
- 2) Teoria de bandas em Semicondutores. Noções de Teoria de Grupos. Método da onda plana, método **k.p** e método Tight-binding na aproximação LCAO;
- 3) Fônons em Semicondutores. Modelos empíricos e de primeiros princípios. Técnicas experimentais: espalhamento inelástico de nêutrons, espalhamento Raman e absorção no infravermelho;
- 4) Defeitos e impurezas em semicondutores: modelos teóricos e caracterização experimental. Modelo Hidrogenóide (massa efetiva).
- 5) Transporte eletrônico em semicondutores. Aproximação do tempo de relaxação. Espalhamento dos portadores. Dopagem modular. Efeito Hall. Efeito Gunn;
- 6) Propriedades ópticas de semicondutores;
- 7) Efeitos de confinamento em semicondutores. Junção *pn*, interfaces, junções metal-semicondutor, heteroestruturas, poços quânticos, super-redes, nanofios e pontos quânticos.

METODOLOGIA DE ENSINO E RECURSOS AUXILIARES

Atividades síncronas: 12 aulas on-line de 90 min., uma vez por semana, usando *Google-meet*, *Powerpoint* e *mesa digitalizadora* (para as deduções e outras explicações) sobre os principais aspectos teóricos e experimentais do conteúdo programático descrito no item anterior necessários para o aluno conhecer os conceitos e a matemática envolvida em Materiais Semicondutores;

Reuniões para dúvidas dos alunos no desenvolvimento das tarefas propostas: 10 a 12 encontros on-line de 60 min., uma vez por semana, usando *Google-meet* e *mesa digitalizadora* (mostrando as deduções e explicações necessárias) para tirar dúvidas dos alunos sobre as tarefas propostas;

Atividades assíncronas: A cada encontro de dúvidas será proposto aos alunos uma lista de tarefas para execução off-line, cujas respostas serão cobradas na reunião seguinte (após uma semana), logo depois de sanadas as dúvidas dos alunos. Então, haverá, no mínimo, 10 destas atividades propostas e o tempo de cada uma destas atividades dependerá exclusivamente do tempo que o aluno levará para executá-las.

FORMA E CRONOGRAMA DE AVALIAÇÃO

Para as atividades síncronas, o registro de frequência do discente será feito através da sua presença durante a atividade na plataforma *Google Meet*. Para as atividades assíncronas, o cumprimento das atividades propostas, apresentadas nas reuniões de dúvidas será o registro de presença do discente. Será considerado como frequente, o discente que cumprir 75% das atividades

assíncronas. A avaliação será feita através das tarefas especiais propostas, durante as atividades assíncronas, individualmente para cada aluno, que deverão ser enviadas ao professor no formato *pdf*. Serão realizadas três destas tarefas, cada uma valendo 10(dez) pontos. A nota final será a média aritmética das notas obtidas nas tarefas especiais. Será aprovado o aluno que obtiver pontuação maior ou igual a 6,0. (Reg. Geral - Art. 65).

BIBLIOGRAFIA

- Peter Y. Yu and Manuel Cardona. Fundamentals of Semiconductors: Physics and Materials Properties (Graduate Texts in Physics). Springer-Verlag. Alemanha. 2010.
- B. Sapoval and C. Hermann. Physics of Semiconductors. Springer-Verlag. Alemanha. 2003.
- Ming-Fu Li. Modern Semiconductor Quantum Physics. World Scientific, Singapore. 1995.
- R. Enderlein and N.J.M.Horing. Semiconductor Physics and Devices. World Scientific, Singapore. 1995.
- J. I. Gersten and F.W. Smith. The Physics and Chemistry of Materials. John Wiley. USA. 2001.
- Do Tran Cat, A. Pucci, K. Wandelt. Physics and Engineering of New Materials. Springer-Verlag. Alemanha. 2009.
- S. Adachi. Properties of Group-IV, III-V and II-VI Semiconductors (Wiley Series in Materials for Electronic & Optoelectronic Applications) John Wiley. USA. 2005.
- R. Quay. Gallium Nitride Electronics. Springer-Verlag. Alemanha. 2008.
- S. J. Pearton, C. R. Abernathy, and F. Ren. Gallium Nitride Processing for Electronics, Sensors and Spintronics (Engineering Materials and Processes). Springer-Verlag. Alemanha. 2006.
- C. S. S. R. Kumar. Semiconductor Nanomaterials. Wiley-VCH. USA. 2010.
- Y. Sun and J. A. Rogers. Semiconductor Nanomaterials for Flexible Technologies: From Photovoltaics and Electronics to Sensors and Energy Storage (Micro and Nano Technologies). Elsevier: Holland. 2010.
- D. Vollath. Nanomaterials: An Introduction to Synthesis, Properties and Applications. Wiley-VCH. USA. 2008.
- G. Cao. Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications. 2004.
- S. Reich, C. Thomsen, J. Maultzsch, Carbon Nanotubes. Wiley-VCH. USA. 2009.
- M .A. Reed and T. Lee. Molecular Nanoelectronics. American Scientific Publishers. 2003.
- S. Datta. Quantum Transport: Atom to Transistor. Cambridge University Press. N.Y. 2005.



Docente Responsável

Aprovado pelo Colegiado em / / .

Coordenador do Curso