



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
Departamento de Física
Campus Trindade - CEP 88040-900 - Florianópolis SC
Tel: 48 3721-2879

PLANO DE ENSINO 2020.1¹

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	HORAS-AULA SEMANAIS		HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
FSC5527	Estado Sólido	4	0	72 horas

II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)

Prof. Germano Heinzelmann

III. PRÉ-REQUISITO(S)(Código(s) e nome da(s) disciplina(s))

FSC5511 ou FSC5539	Mecânica Quântica I ou Estrutura da Matéria II
-----------------------	---

IV. CURSOS PARA OS QUAIS A DISCIPLINA É OFERECIDA

Física – Bacharelado - Turma 08002

V. EMENTA

Estrutura cristalina. Difração e rede recíproca. Forças interatômicas e intermoleculares. Constantes elásticas e ondas. Fónons e vibrações da rede. Propriedades térmicas de isoladores. Estatística de Fermi e o gás de elétrons. Bandas de energia. Semicondutores. Tópicos livres: Dielétricos, Ferroeletricidade, Dia e paramagnetismo, Supercondutividade.

VI. OBJETIVOS

O objetivo da disciplina é estudar a matéria quando esta se encontra no estado sólido, a partir dos seus componentes fundamentais. Além de se buscar uma descrição física para os mais variados fenômenos, o aluno também terá familiaridade com as suas largas áreas de aplicação. O estudo de redes cristalinas ordenadas, e a sua interação com a luz, mostrarão como a difração de raios-X ou nêutrons permitem uma análise detalhada da estrutura de diferentes materiais. Vibrações na rede, e a sua relação com propriedades térmicas e acústicas dos sólidos, também serão analisadas do ponto de vista físico-matemático.

O estudo das propriedades eletrônicas de um sólido servirá como importante ferramenta na compreensão das mais variadas áreas da tecnologia atual, como materiais semicondutores utilizados em diodos e transistores, e também o mecanismo da supercondução. Finalmente, realizar-se-á o estudo das propriedades magnéticas dos materiais a partir de propriedades dos diferentes elementos.

VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

O programa completo da disciplina está descrito abaixo. O cronograma da disciplina baseado no programa, para um semestre com 16 semanas, está incluso no fim do documento.

1. Estrutura Cristalina: 1.1 - Tipos de rede cristalina 1.2 - Simetrias 1.3 - Grupos de ponto e espaço

2. Difração de raios-X: 2.1 - Rede recíproca 2.2 - Zonas de Brillouin

3. Vibrações da Rede: 3.1 - Modos normais de vibração (fonons) 3.2 – Relações de dispersão de fonons ópticos e acústicos 3.3 - Propriedades térmicas dos sólidos derivadas das vibrações da rede 3.4 - Fator de Debye-Waller

4. Elétrons em Sólidos: 4.1 - Elétrons livres e quase-livres 4.2 - Teorema de Bloch 4.3 - Densidade de estados 4.4 - Massa efetiva 4.5 - Elétrons e buracos 4.6 - Superfície de Fermi 4.7 - Bandas de energia de elétrons livres e quase-livres 4.8 - Pseudopotenciais 4.9 -

¹ Plano de ensino adaptado, em caráter excepcional e transitório, para substituição de aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus – COVID-19, em atenção à Resolução Normativa 140/2020/Cun.

Blindagem e correlação 4.10 - Isolantes 4.11 – Semicondutores

5. Bandas de Energia: 5.1 - Métodos de cálculo de estrutura eletrônica de sólidos

6. Magnetismo: 6.1 - Diamagnetismo 6.2 - Paramagnetismo de terras raras e metais de transição 6.3 - Ferromagnetismo 6.4 - Sistemas desordenados

7. Supercondutividade: 7.1 - Efeito Meissner 7.2 - Modelo de London 7.3 - Teoria de Bardeen-Cooper-Schrieffer(BCS) 7.4 - Supercondutores de alta temperatura crítica

VIII. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

As aulas, na sua maior parte, serão ministradas de maneira síncrona, usando uma combinação de ferramentas, como uma mesa digitalizadora e possivelmente um quadro físico para a exposição do conteúdo. Serão feitos testes com diferentes plataformas para se encontrar a mais adequada, como web conferência, Moodle, Zoom, Skype, entre outras. As aulas já ministradas ficarão disponíveis na plataforma moodle para os alunos assistirem a qualquer hora. Links para vídeos adicionais de interesse (por exemplo no youtube) também serão disponibilizados, para possibilitar uma melhor compreensão do conteúdo pelos alunos.

As aulas para tirar dúvidas sempre serão realizadas de maneira síncrona, nos horários reservados para a disciplina presencial, com acesso interativo dos alunos com o professor. Aulas síncronas também poderão ser empregadas nas avaliações, o que requer alguma adaptação, e também alguns testes com diferentes plataformas.

Preende-se ambientar o professor e os alunos com todos os meios digitais antes da realização da primeira prova, que deverá ocorrer cerca de 4 semanas após o início das aulas remotas.

IX. ATIVIDADES PRÁTICAS

1. Não há

X. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E CONTROLE DE FREQUÊNCIA

Em princípio serão realizadas 3 provas parciais. Poderão ser feitas outras avaliações suplementares como listas de exercícios, testes, questionários, etc, que poderão ser combinadas com as notas das provas. Se a média obtida destas 3 notas for igual ou superior a 6,0 e a frequência na disciplina for igual ou superior a 75%, o estudante estará aprovado. Se a média for igual ou superior a 3,0 e inferior a 6,0, e a frequência for igual ou superior a 75% o estudante poderá realizar uma prova de recuperação. A prova de recuperação será realizada ao final do semestre letivo e versará sobre **toda** a matéria. A nota final será a média aritmética entre a média das notas de avaliação e a nota da prova de recuperação e deverá ser maior ou igual a 6,0 para aprovação.

A realização de segundas chamadas inicialmente seguirá o mesmo procedimento das aulas presenciais, com a apresentação de atestado médico para a sua realização. Possíveis empecilhos adicionais, que possam surgir com a realização de provas remotas, serão identificados durante a período de ambientação, e serão devidamente acomodados. O controle de frequência será realizado inicialmente apenas nas aulas síncronas e nas avaliações.

XI. LEGISLAÇÃO

Não será permitido gravar, fotografar ou copiar as aulas disponibilizadas no Moodle. O uso não autorizado de material original retirado das aulas constitui contrafação – violação de direitos autorais – conforme a Lei nº 9.610/98 – Lei de Direitos Autorais.

XII. REFERÊNCIAS

Bibliografia principal:

KITTEL, C. - Introduction to Solid State Physics. John Wiley and Sons. Hoboken, NJ, USA. 1996.

ASHCROFT, N. W. and MERMIN, N. D. - Solid State Physics. Brooks/Cole. Belmont, CA, USA. 1976.

KANTOROVICH, L. Quantum Theory of the Solid State: An Introduction. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherlands. 2004.

Notas de aula complementares disponíveis gratuitamente na Internet, baseada nos livros acima:

<https://www-thphys.physics.ox.ac.uk/people/SteveSimon/condmat2012/LectureNotes2012.pdf>

<http://www.matfys.lth.se/education/FYST25/solidstate.pdf>

Cronograma

Aula	Data	CH	Atividades
1	02/09	2h	Apresentação do plano de ensino e planejamento didático para o semestre Revisão rápida das duas semanas de aulas já ministradas (estrutura cristalina)
2	04/09	2h	- Rede recíproca
3	09/09	2h	- Zonas de Brillouin
4	11/09	2h	- Modos normais de vibração (fonons)
5	16/09	2h	- Relações de dispersão de fonons ópticos e acústicos
6	18/09	2h	- Propriedades térmicas dos sólidos derivadas das vibrações da rede
7	23/09	2h	- Fator de Debye-Waller
8	25/09	2h	Aula de resolução de problemas
9	30/09	2h	Primeira atividade avaliativa
10	02/10	2h	- Elétrons livres e quase-livres
11	07/10	2h	- Teorema de Bloch
12	09/10	2h	- Densidade de estados - Massa efetiva
13	14/10	2h	- Elétrons e buracos - Superfície de Fermi
14	16/10	2h	- Bandas de energia de elétrons livres e quase-livres
15	21/10	2h	- Pseudopotenciais
16	23/10	2h	- Blindagem e correlação
17	28/10	2h	- Isolantes - Semicondutores
18	30/10	2h	- Métodos de cálculo de estrutura eletrônica de sólidos
19	04/11	2h	Aula de resolução de problemas
20	06/11	2h	Segunda Atividade Avaliativa
21	11/11	2h	- Diamagnetismo
22	13/11	2h	- Paramagnetismo de terras raras e metais de transição
23	18/11	2h	- Ferromagnetismo
24	20/11	2h	- Sistemas desordenados
25	25/11	2h	- Efeito Meissner
26	27/11	2h	- Modelo de London
27	02/12	2h	- Teoria de Bardeen-Cooper-Schrieffer(BCS)
28	04/12	2h	- Supercondutores de alta temperatura crítica
29	09/12	2h	Aula de resolução de problemas
30	11/12	2h	Terceira Atividade Avaliativa
31	16/12	2h	Divulgação de notas do semestre
32	18/12	2h	Prova de recuperação