

## EMENTAS

### **FIS 710 – Dinâmica Clássica**

Carga horária: 75h

Formulação Lagrangeana; Pequenas Oscilações; Teoria da Elasticidade; Ondas Elásticas de Volume e de Superfície; Ondas Elásticas e Simetria Cristalina; Vibrações Harmônicas e Anarmônicas; Análise Espectral; Ondas e Ressonadores; Excitação Paramétrica; Oscilador Anarmônico Forçado; Subarmônicos; Critérios de Estabilidade; Caos em Sistemas Dinâmicos.

Bibliografia: H.Goldstein, Classical Mechanics - Addison Wesley - 1980

### **FIS 760 - Eletrônica Linear**

Carga horária: 75h

Circuitos Integrados Lineares; Amplificadores Operacionais; Técnicas de Projeto Utilizando Amplificadores Operacionais; Dispositivos FET MOSFET; Funções Especiais; Filtros Ativos e Osciladores; Circuitos Especiais de Precisão e Técnicas de Baixo Ruído.

Bibliografia: P. Horowitz e W.Hill "The Art of Electronics" Cambridge Univ. Press. 1990

### **FIS 770 - Eletrônica Digital e Microprocessadores**

Carga horária: 75h

Conceito de Eletrônica Digital; Conversão Analógico-Digital; Organização de Minicomputadores Microprocessadores; Técnicas de Alta Frequência e Alta Velocidade; Técnicas de Medidas: Transdutores, Padrões de Frequência, Sistemas Multicanais e Processamento de Sinais.

Bibliografia: P.Horowitz e W.Hill "The Art of Electronics" Cambridge Univ. Press, 1992

### **FIS 810 - Métodos Computacionais em Física**

Carga horária: 75h

Solução Numérica de Equações Diferenciais da 1ª ordem: Simulação da Lei de Esfriamento de Newton; Soluções Numéricas das Equações de Movimento de Newton: Simulações do Movimento de Corpos Próximos à Superfície da Terra; Simulações de Órbitas Planetárias e Verificação das Leis de Kepler; Sistemas Oscilatórios Mecânicos e Elétricos: Simulações de Movimentos Oscilatórios Simples, Amortecidos e Forçados; Simulações de Fenômenos Ondulatórios: Cadeia Linear de Osciladores Acoplados; Soluções Numéricas das Equações de Laplace e de Poisson: Método de Relação; Simulação de Gases e Líquidos: Método de Dinâmica Molecular; Caos em Sistemas Dinâmicos; Simulações Monte Carlo de Caminhadas Aleatórias: Determinação do Coeficiente de Difusão, Aplicações e Polímeros; O Problema da Percolação e Fenômenos Críticos: Determinação de concentrações Críticas e Expoentes Críticos, Análise de Escala em Sistemas Finitos, Método Monte.

Bibliografia: Gould,H. & Tobochnik,J., "Computer Simulation Methods-Applications to Physical Systems, parte 1&2", Addison Wesley Publishing Co. 1988. B.D.Stosic, "Notas do Autor" , DF/UFPE, Recife.

### **FIS 812 - Teoria Quântica de Muitos Corpos**

Carga horária: 75h

Teoria Quântica de Sistemas de Muitas Partículas a Temperatura Finita; Funções de Green; Teorema de Wick; Equação de Dyson e Teorias de Perturbações Diagramática; Métodos Não Perturbativos; Propriedades Termodinâmicas e o Limite T-0; Resposta Linear e Excitações Coletivas; Tópicos Seleccionados tais como: Superfluidez e Supercondutividade; Localização de Anderson e Sistemas Desordenados; Efeito Hall Quântico e Sistemas de Baixa Dimensionalidade; Férmions Pesados; Modelos de Hubbard e Sistemas de Elétrons Fortemente Correlacionados; Magnetismo; Cristais Líquidos; Polímeros.

Bibliografia: J.W. Negele e H.Orland , "Quantum Many-Particle Systems" , Addison - Wesley, 1988. A.L.Fetter, J. D. Waleska , "Quantum Theory of Many-Particles Systems " , Mc Graw Hill, Boston, 1971.

### **FIS 814 - Teoria Clássica dos Campos**

Carga horária: 75h

Mecânica Lagrangeana de Partícula: Extensão ao Meio Elástico Contínuo; Formalismo Lagrangeano para Campos: Campo Escalar, Grupos e Álgebra de Lie: Teorema de Noether; Grupo de Lorentz e Poincaré: Conservação do Momento Angular Total, Tensor, Momento Energia; Representações do Campo de Lorentz: Campo de Klein Gordon e Campo de Dirac; Invariância Local de Gauge; Campo Eletromagnético; Campos Não Abelianos: Teoria de Yang-Mills; Campo Gravitacional: Teoria Geométrica, Equações de Einstein, Solução de Schwartzschild, Ondas Gravitacionais.

Bibliografia: D.E. Soper "Classical Field Theory" , John Wiley & Sons, 1976

### **FIS 815 - Mecânica Estatística de Não-Equilíbrio**

Carga horária: 75h

Teoria Cinética, Relaxação e Flutuações; Resposta Linear e Hidrodinâmica; Quebra de Simetrias e Funções de Correlação; Equações Master e de Fokker-Planck; Dinâmicas de Langevin e de Glauber; Dinâmica Crítica

Bibliografia: R.Kubo, M. Toda e T.C. Lubensky , "Statistical Physics II" , Springer Verlag 2nd, 1985.

### **FIS 816 - Métodos Óticos em Física Atômica e Molecular**

Carga horária: 75h

Conceitos Básicos e Instrumentação para Espectroscopia Não-Linear; Espectroscopia Não-Linear de Alta Resolução; Redução da Largura Doppler; Feixes Atômicos e Moleculares; Espectroscopia de Saturação; Espectroscopia de Polarização e Heterodina; Efeitos Transientes Coerentes; Espectroscopia Multifotônica; Geração de Harmônicos; Transferência de Energia Assistida por Colisões; Espectroscopia de Ultra-alta Resolução; Franjas de Ramsey; Efeitos Mecânicos de Radiação; Resfriamento Óptico e Armadilhas Atômicas.

Bibliografia: W.Demtroder, "Laser Spectroscopy" Springer, 1988.

### **FIS 817 – Introdução à Óptica Não-Linear**

Carga horária: 75h

Radiação Eletromagnética: Campos Eletromagnéticos Clássicos e Quantizados; Propagação de Feixes de Luz Paraxiais; Ressonadores Ópticos; Interação da Radiação com a Matéria; Interação da Radiação com Sistemas Atômicos; Interação Coerente da Radiação com a Matéria; Equações de Maxwell-Bloch; Processos Ópticos Não-Lineares e Óptica Quântica: Geração de Segundo Harmônico, Mistura de Quatro Ondas, Geração de Radiação Não-Clássica, Luz com Fase e Amplitude Comprimidos, Fótons Gêmeos.

Bibliografia : A. Yariv, "Quantum Electronics" , John Wiley & Sons, 1989

### **FIS 818 - Fenômenos de Propagação e Óptica Integrada**

Carga horária: 75h

Propagação da Luz em Meios Homogêneos e Focalizadores; Cavidades Ópticas: Confinamento de Modos, Perdas em Cavidades, Ressonadores Estáveis e Instáveis; Modulação de Luz; Efeitos Eletro-ópticos; Modulação de Amplitude e Fase; Deflexão Eletro-óptica, Efeito eletro-elástico; Deflexão de Luz por Som Q-Switching e Mode-Locking de Lasers; Oscilações de Relaxação em Lasers; Propagação, Modulação e Oscilação em Guias de Onda Dielétricos; Modos de um Guia; Acoplamento entre Modos Guiados; Modulação Eletro-óptica; Óptica Integrada: Linear e Não-Linear de Pulsos Ópticos; Velocidade de Fase e de Grupo; Dispersão da Velocidade de Grupo e Compressão de Pulsos; Propagação em Meios Dispersivos Não-Lineares; Equação Não-Linear de Schrödinger; Propagação Não-Linear de Pulsos em Fibras Ópticas.

Bibliografia: R.J. Ebelirog "Integrated Optoelectronics" Springer Verlag Berlin, 1992

### **FIS 820 - Superfluidez e Supercondutividade**

Carga horária: 75h

Superfluidez: Experimentos e Fenomenologia; Hidrodinâmica de Superfluidez; Propriedades de Meios Elásticos e Fluidos Ordinários; A Teoria de Dois Fluidos de Tisza e Landau; Segundo Som; Propriedades Termodinâmicas do Gás Superfluido e do Condensado uniforme; Quase-Partículas; Teorias de Landau, Bogoliubov e Feynman; Analogias e Contrastes com a Transição de Bose-Einstein; Condensado Não Uniforme e Superfluidos em Rotação: Os Vórtices de Feynman e Onsager e a Equação de Gross-Pitaevsky; Propriedades Críticas de Superfluidos; Teorias de Escala e Grupo de Renormalização; Analogias com o Modelo X-Y; A Teoria de Kosterlitz e Thouless.

Supercondutividade: Experimentos e Fenomenologia; Eletrodinâmica e Termodinâmica de Supercondutores; As Teorias Fenomenológicas de London-Pippard e Landau Ginzburg; Efeito Meisner; Campo Crítico; Quantização de Fluxo; Teoria Microscópica da Supercondutividade; Teoria BCS e Generalizações; Quase-Partículas; Pares de Cooper; Equação do Gap e Temperatura Crítica; Propriedades Magnéticas de Supercondutores: O Estado de Vortex de Abrikosov; Interação entre Linhas de Fluxo; Supercondutividade e Alta Temperatura: Composições que Exibem Condutividade e Alta Temperatura; Diagrama de Fases; Propriedades Estruturais, Magnéticas, Ópticas e de Transporte; Teorias de Alta Temperatura; Propriedades Críticas de Supercondutores.

Bibliografia: P.G. de Gennes, "Superconductivity of Metals and Alloys" , Addison-Wesley, 1986  
D.R. Tilley e J. Tilley "Superfluidity and Superconductivity", Inst. of Physics Publishing, 1990

### **FIS 830 - Física Atômica e Molecular**

Carga horária: 75h

Átomos de um Elétron; O Efeito Stark; Polarizabilidade Atômica; Interação com Radiação; Átomos Complexos; O Método de Hartree-Fock; A Separação de Born-Oppenheimer; Moléculas Diatômicas; Introdução à Teoria de Grupos; Moléculas Poliatômicas.

Bibliografia: M. Weissbluth, "Atoms and Molecules", Academic Press, N.Y., 1978

### **FIS 840 - Ressonância Magnética**

Carga horária: 75h

Conceito Básico de Ressonância Magnética, Absorção de Energia e Relaxação; Spins Isolados na Presença de um Campo Magnético Gigante; Tratamento Quântico; Equações de Bloch, Ecos de Spin; Aspectos Macroscópicos de Fenômenos de Ressonância Magnética; Métodos Experimentais; Aplicações: Zeugmatografia, Métodos de Geração de Imagens por RMN; Algoritmos de Reconstrução de Imagens; Largura de Linha e Forma de Linha de Ressonância; Alargamento Dipolar; Métodos dos Momentos; A Matrix Densidade-Exemplos; Relaxação de Spin-Rede; Movimento Atômico e seu Efeito na Forma de Linha e na Relaxação Spin-Rede; A Teoria de Bloembergen-Purcell e Pound; A Teoria de Kibo e Tomita-Cumulantes; Excitações Elementares em Sólidos e Relaxação Spin-Rede (Magnos e Fótons); Relaxação Spin-Rede em Sistemas Magnéticos; Efeitos Quadrupolares; Ressonância Eletrônica; Múltiplos Pulsos e Espectroscopia de RMN em Duas Dimensões.

Bibliografia: A. Abragam "Principles of Nuclear Magnetism", Oxford Univ. Press., 1996

### **FIS 860 - Tópicos Avançados em Semicondutores**

Carga horária: 75h

Tecnologias de Estado Sólido, Cinética de Crescimento de Filmes Finos, Transporte de Gases e Teorias de Difusão; Efeitos de Redistribuição de Impurezas em Materiais e Filmes Finos Semicondutores; Estruturas Semicondutoras Avançadas: Teoria de Bandas em Sólidos, Transporte de Portadores em Condição de Equilíbrio e Não-Equilíbrio Térmico, Tempo de Vida dos Portadores; Origem dos Centros de Recombinação e Geração de Portadores: Teoria de Superfícies Semicondutoras e suas Aplicações e Dispositivos; Defeitos em Semicondutores: Níveis Profundos e Caos; Centros de Reconsideração e Aprisionamento de Portadores; Tecnologias e Técnicas Avançadas de Fabricação de Materiais e Dispositivos Semicondutores.

Bibliografia: R.A. Colclaser, "Microelectronics: Processing and Device Design", John Wiley & Sons, 1980

### **FIS 870 - Física de Materiais e Dispositivos Semicondutores**

Carga horária: 75h

Eletrônica de Semicondutores: Propriedades Físicas de Materiais Semicondutores, Portadores Livres em Semicondutores, Modelos de Banas, Doadores e Aceitadores, Estatística de Equilíbrio Térmico; Tecnologia do Silício: Processo Planar, Etapas do Processo de Fabricação de Dispositivos: Crescimento de Cristais, Oxidação Térmica, Fotolitografia, Processos de Difusão, Dispositivos de Filmes Finos; Contatos Metal-Semicondutor e Junções p-n: Condições de Equilíbrio, Características de Correntes, Tensões e Capacitâncias; Efeitos de Superfície; Dispositivos Metal-Óxido-Semicondutores (MOS): A Estrutura MOS, Equilíbrio Térmico, Cargas e Defeitos em Capacitores e Transistores; Teoria e Modelos de Capacitores MOS e Transistores MOSFETS. Dispositivos Optoeletrônicos: Materiais para Optoeletrônica, Técnicas de Fabricação e Princípios de Funcionamento de Guias de Onda e Chaves Ópticas; Materiais e Estruturas Semicondutoras para Tecnologias Avançadas.

Bibliografia: R.S. Muller & I.A. Kamis "Device Electronics for Integrated Circuits", John Wiley Sons, 1987

### **FIS 910 - Física de Sistemas Complexos**

Carga horária: 75h

Complexidade no Mundo Físico: Introdução Histórica, Conceitos e Indicadores; Leis de Escala, Medidas, Fractais e Multifractais; Aplicações e Sistemas Químicos e Biológicos; Dinâmica Fractal, Excitação e Relaxação em Fractais; Caminhadas Aleatórias e Fenômenos de Transporte; Percolação; Autômatos Celulares como Modelo de Complexidade; Modelos de Crescimento: Agregação, Coagulação, Deposição, Fraturas, Consumo e Fragmentação; Fenomenologia; Argumentos de Campo Médio: Equações de Taxa, Esquemas Fenomenológicos de Escala; Simulações Computacionais; Esquemas Teóricos; Grupo de Renormalização; Transformação de Escala Fixa; Redes Neurais e Vidros de Spin; Problemas de Otimização.

Bibliografia: J. Felder "Fractals" Plenum Press, 1988. E. Ott "Chaos in Dynamical Systems" , Cambridge Univ. Press., 1993

### **FIS 914 - Teoria Quântica de Campos**

Carga horária: 75h

Descrição Clássica de Campos: Formalismo Lagrangeano; Quantização Via Integrais de Trajetória; Campo Escalar; Funcional Gerador: (Função de Partição), Função de Green (Função de Correlação), Teoria de Perturbação, Diagramas e Regras de Fynmann; Campo de Klein-Gordon; Campo de Dirac: Variáveis de Grassmann; Campos de Gauge; Método de Faddeev-Popov de Fixação do Gauge; GEQ em um Loop; Teorias Não-Abelianas; Renormalização.

Bibliografia: C.Itzykson e J.B.Zuber "Quantum Field Theory", McGraw-Hill , 1985

### **FIS 917 - Óptica Não-Linear Avançada**

Carga horária: 75h

Teoria Clássica; Polarização Não-Linear; Susceptibilidades Não-Lineares; Simetrias; Processos Paramétricos Longe de Ressonâncias; Teoria Quântica das Susceptibilidades Não-Lineares; Geração do Segundo Harmônico; Mistura de Três Ondas; Amplificadores Paramétricos Ópticos e Osciladores; Outros Efeitos de Segunda Ordem e Aplicações: Refração e Reflexão em Óptica Não-Linear; Interferômetros Não Lineares; Operações de Correlação e Convolução; Efeitos de Terceira Ordem; Não-Linearidade Kerr; Espectroscopia Raman Não-Lineares; Autofocalização e Defocalização; Automodulação de Fase; Sólitons; Mistura de Quatro Ondas; Espalhamentos Estimulados; Não-Linearidades de Ordem Superior; Efeitos Não-Perturbativos; Biestabilidade Óptica; Instabilidades Espaciais e Temporais.

Bibliografia: Y.R. Sheu "The Principle of Nonlinear Optics" , John Wiley to sons, Inc. , New York, 1984

### **FIS 918 - Óptica Quântica**

Carga horária: 75h

Quantização do Campo de Radiação: Modos de Uma Cavidade; Alguns Estados Puros da Luz: de Número, Coerente, Comprimido, etc. e suas Propriedades; Estados Mistos; Interação do Campo Quantizado com Átomos: Aproximação Dipolar; Emissão e Absorção; Modelo de Jaynes-Cummings; Átomo Vestido; O Campo Fonte; Equação de Bloch; Estatística Quântica: Graus de Coerência; Experiência de Young; Experiência e Antibunching; Contagem e Fótons, Detecção Hemodínea, Heterodínea; Interferômetro de Michelson; Teoria Quântica de Amortecimento: Método com Operador Densidade; Método de Langevin Átomos como Reservatórios; Quase-Probabilidades: Função P de Glauber-Sudarshan; Função de Wigner; Função Q; Função P-Positiva; Quase-Probabilidade para Ordem-S; Flutuações Quânticas e Processos Estocásticos; Geração e Amplificação de Luz: Lasers; Micromaser; Osciladores e Amplificadores Paramétricos; Ressonância Fluorescente; Super-radiância - Modelo de Dicke.

Bibliografia: L. Mandel e E. Wolf, "Optical Coherences and Quantum Optics" Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1995

### **FIS 919 - Propriedades Ópticas de Sólido**

Carga horária: 75h

Teoria Macroscópica de Dispersão e Absorção de Luz em Sólido; Processos Microscópicos de Interação de Radiação com Excitações Elementares; Técnicas de Espectroscopia; Propriedades de Simetria; Teoria de Grupos e Regras de Seleção; Espalhamento Inelástico de Luz: Raman e Brillouin; Introdução a Propriedades Ópticas Não-Lineares.

Bibliografia: O. Madelung "Introduction to Solid State Theory" Springer Verlag, 1981

### **FIS 920 - Propriedades Magnéticas de Materiais**

Carga horária: 75h

Aspectos Fenomenológicos de Sistemas Magnéticos; Origem Microscópica as Interações Magnéticas; O Hamiltoniano Magnético; Paramagnetismo; Diamagnetismo; Ferromagnetismo e Sistemas Magnéticos de Estruturas complexas; Excitações Magnéticas; Magnetismo de Isolantes, Semicondutores e Metais; Magnetismo de Sistemas Desordenados; Técnicas Experimentais (Ressonância Magnética, Magnetometria, Medidas Magneto-Ópticas).

Bibliografia: A.P.Guimarães "Introduction to Magnetism and Magnetic Resonance in Solids" John Wiley, 1998

### **FIS 924 - Métodos de Teoria de Campos em Física Estatística e Matéria Condensada**

Carga horária: 75h

Parte 1: Integrais de Trajetória: Aplicações na Mecânica Quântica, Mecânica Estatística e Teoria de Campo; Conceitos e Idéias Fundamentais na Teoria de Fenômenos Críticos: Caracterização, Expoentes Críticos, Teoria de Escala, Modelos Universidade; A Teoria de Campo f4: Funcionais Geradores das Funções de Green e de Vertex, Estrutura Diagramática e Regras de Cálculo; Renormalização da Teoria f4: Aspectos Heurísticos, As Condições de Renormalização, Operadores Relevantes e Irrelevantes, O Grupo de Renormalização e a Teoria de Escala na Região Crítica; O Cálculo de Índices Críticos na Teoria f4: A Expansão em  $\epsilon = d_c - d$  Dimensões; Invariância Conforme e Fenômenos Críticos em Sistemas de Baixa Dimensionalidade.

Parte 2: Aspectos Fundamentais de Sistemas Fermiônicos; Variáveis de Grassmann; Sistemas Fortemente Correlacionados; Modelo de Hubbard e Generalizações; Magnetismo Quântico, Ansatz de Bethe, Modelo Sigma Não-Linear e Efeitos Topológicos; Efeito Hall Quântico, Supercondutividade Anyon, Quantização de Fluxo e Teoria de Gouge Chern-Simons; Teorias de Supercondutividade de Alta Temperatura.

Bibliografia: Daniel Amit, "Field Theory the Renormalization Groups and Critical Phenomena" , World Scientific, 1989. E.Fradkin, "Field Theerig of Condensed Matter Systems", Addison-Wesley, 1991

### **FIS 930 - Físico-Química e Estatística de Polímeros**

Carga horária: 75h

Estrutura Eletrônica de Polímeros: Métodos de Química Quântica, Técnicas de Matrizes, Transferências para a Função de Green, Renormalização no Espaço Real; Propriedades Ópticas de Polímeros; Polarizabilidades e Hiperpolarizabilidades Estáticas; Susceptibilidades Ópticas Lineares e Não-Lineares, Técnicas de Cálculo e Resultados Experimentais; Propriedades de Transporte de Polímeros: Condutividade a.c. e d.c.; Coeficiente Termoelétrico e Efeito Hall Modelo do Hopping de Alcance Variável; Estatística de Polímeros: Modelos na Rede, Propriedades Conformacionais, Dinâmica, Aproximação de Campo Efetivo e de Campo Autoconsistente, Teoria de Escala e Grupo de Renormalização.

Bibliografia: I.Handbook of Conducting Polymers, T.K. Skotheim (Marcel Dekker,1986). P.G de Gennes "Scaling Concepts in Poliners Physics" Cornell Univ. Press. ,1979.

### **FIS 935 - Propriedades Estruturais Térmicas e de Transporte**

Carga horária: 75h

Transições de Fases Estruturais; Técnicas de Produção de Materiais: Reação no Estado Sólido, Cristalização de Soluções, Transporte na Fase Vapor, Métodos Eletroquímicos, Preparação de Filmes Finos, Crescimento de Monocristais; Caracterização de Materiais: Difração de Raio-X, Difração de Elétrons, Espectroscopia UV-VIS-IV, Difração de Nêutrons, Macroscopia Óptica e Eletrônica, Análises Térmicas (DTA, TGA, DSC e Calor Específico), Condutividade Térmica, Efeitos Termoelétricos, Propriedades Ópticas, Resistividade Elétrica, Ruídos Térmicos e Magnéticos, Magnetoresistência e Efeito Hall; Excitações Elementares em Sólidos Cristalinos, Amorfos e Quase-Cristais: Elétrons e Buracos, Estados de Tunelamento, Fônons, Fractons, Polarons, Magnons e Estados Localizados; A Transição Metal Não-Metal: Isolantes de Mott-Hubbard, Hamiltoniano de Hubbard, A Transição de Mott em Óxidos de Metais de Transição, Polímeros Condutores e Quase-Cristais.

Bibliografia: Anthony R. West, "Solid State Chemistry and its Applications", John Wiley & Sons, 1984

### **FIS 940 - Transições de Fase e Fenômenos Críticos**

Carga horária: 75h

Diagramas de Fase e Fenomenologia; Descrição Termodinâmica de Transições de Fase: Potenciais Termodinâmicos e Funções Resposta, Coexistência de Fases, Pontos Críticos e Multicríticos, Equação de Clausius-Clapeyron, Teoria de Van der Waals, Expoentes Críticos; Descrição Estatística de Transições de Fase: Teorema de Yang & Lee, Flutuações e Correlações; Teoria de Landau e Efeitos de Flutuações: Parâmetro de Ordem, Quebra Espontânea de Simetria, Critério de Ginsburg, Dimensionalidade Crítica, Pontos Críticos e Multicríticos; Teoria de Escala e Classes de Universalidade; Modelos Exatamente Solúveis: Método de Grupo de Renormalização; Invariância Conforme e Fenômenos Críticos em Sistemas de Baixa Dimensionalidade.

Bibliografia: J.J. Binney, N.J. Dowick, A.J. Fisher, and M. E. Newman, "The Theory of Critical Phenomena", Clarendon Press, Oxford, 1993. H.E. Stanley, "Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena", Clarendon Press, 1971.