

## EMENTAS ELETIVAS – Catálogo 2019

### 2º SEMESTRE DE 2019

#### FI001 Mecânica Quântica I

**Ementa:** Revisão dos conceitos fundamentais: O spin do elétron, espaços vetoriais, bras, kets e operadores, Os postulados da mecânica quântica, dinâmica quântica: As versões de Schrödinger e Heisenberg, O propagador de Feynman, evolução temporal de estados e operadores. Momento angular: momentos angulares orbital e de spin, auto estados do momento angular, adição de momentos angulares, operadores tensoriais e o Teorema de Wigner - Eckart. Simetrias: leis de conservação e degenerescências, simetrias discretas, paridade e inversão temporal; partículas idênticas.

**Bibliografia:** J. J. Sakurai, "Modern Quantum Mechanics", Revised Edition, Addison-Wesley (1994); E. Merzbacher, "Quantum Mechanics", Second Edition, Wiley (1970); A. Messiah, "Quantum Mechanics", Wiley (1966); C. Cohen - Tanoudji, B. Diu e F. Laloë, "Quantum Mechanics I e II", Wiley (1977) Complementos para os tópicos especiais a critério do docente.

#### FI002 Mecânica Quântica II

**Ementa:** Métodos de aproximação: teoria de perturbações independentes do tempo, o método variacional, teoria de perturbações dependentes do tempo e a versão de interação, o teorema adiabático. Teoria do espalhamento: A equação de Lippmann-Schwinger, a aproximação de Born e o método de ondas parciais, formulação dependente do tempo para o espalhamento, teoria formal. Partículas idênticas e 2ª quantização: O espaço de Fock, representação dos observáveis, operadores de campo, aplicações em física atômica, molecular e matéria condensada, quantização dos campos eletromagnéticos e de Schrödinger. Mecânica quântica relativística: Equações de Klein-Gordon e Dirac. O átomo de hidrogênio relativístico. O campo de Dirac.

**Bibliografia:** J. J. Sakurai, "Modern Quantum Mechanics", Revised Edition, Addison-Wesley (1994); E. Merzbacher, "Quantum Mechanics", Second Edition, Wiley (1970); A. Messiah, "Quantum Mechanics", Wiley (1966); C. Cohen - Tanoudji, B. Diu e F. Laloë, "Quantum Mechanics I e II", Wiley (1977) Complementos para os tópicos especiais a critério do docente.

#### FI004 Física Estatística I

**Ementa:** Consideração gerais: Descrições mecânica e termodinâmica, papel da mecânica estatística. Mecânica estatística clássica: O método dos ensembles de Gibbs, Teorema e equação de Liouville, Ensembles microcanônico, canônico, grande-canônico. Revisão da termodinâmica clássica e conexão com a mecânica estatística, o limite termodinâmico e equivalência dos ensembles. Mecânica Estatística Quântica: Ensembles puro e misto, o operador estatístico e a equação de Liouville, os operadores estatísticos de equilíbrio, o princípio de maximização da entropia de Gibbs. As estatísticas de Bose-Einstein e Fermi-Dirac, Aplicações em gases e fluidos quânticos. Transições de fase e fenômenos críticos. Fenomenologia da transição de fase. Flutuação e "scaling". Teoria de campo médio. Grupo de renormalização.

**Bibliografia:** R.K. Pathria. "Statistical Mechanics", Second Edition, Butterworth-Heinemann (1996); K. Huang. "Statistical Mechanics", Second Edition, Wiley (New York, 1990); R. Luzzi. "Notas de Aula IFGW nº2 - Mecânica Estatística: Ensembles clássicos em Equilíbrio (Unicamp, Campinas, 1999), Notas de Aula IFGW nº3 - Mecânica Estatística: Ensembles Quânticos em Equilíbrio (Unicamp, Campinas, 2000),"Statistical Physics: Statics, Dynamics and Renormalization", de Leo P. Kadanoff (World Scientific, Singapore, 2000).

## FI009 Eletrodinâmica II

**Ementa:** Eletrostática dos meios contínuos: Equações macroscópicas, dielétricos simples, potenciais e campos na presença de dielétricos, relações termodinâmicas, energia livre, cristais dielétricos, efeito piroelétrico. Magnetostática dos meios contínuos: Equações macroscópicas e condições de contorno, relações termodinâmicas, aplicações: ímãs permanentes, blindagens magnéticas. Ondas eletromagnéticas em meios contínuos: dielétricos em movimento, efeitos dispersivos, propriedades analíticas da função dielétrica. Partículas rápidas atravessando a matéria: Perdas de ionização, Bremsstrahlung. Radiação Cerenkov. Espalhamento de luz em meios contínuos: Princípios gerais, espalhamento quase-elástico e espalhamento elástico (Rayleigh), espalhamento em materiais amorfos.

**Bibliografia:** J.D. Jackson; "Classical Electrodynamics", Second Edition, Wiley (1975); L.D. Landau e E.M. Lifshitz, "The Classical Theory of Fields", 4 Edition, Butterworth-Heinemann (1997).

## FI034 – Teoria da Relatividade – **EMENTA DIFERENCIADA**

**Ementa:** Revisão de Relatividade Especial. Notação de quadrivetores. Relatividade Especial e Princípio Variacional. Princípio de Equivalência. Espaço-tempo curvo. Vetores em Espaço-tempo curvos. Geodésicas. Métrica em torno de objetos esféricos. Cosmologia. Equação de Einstein. Limite Newtoniano. Ondas gravitacionais.

**Bibliografia:** James B. Hartle, "Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity", Benjamin Cummings, 2003; W. Rindler, "Relativity: Special, General and Cosmological", Oxford University Press, 2006; S. Weinberg, "Gravitations and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity", Willey, 1972; J. Foster, J.D. Nightingale, "A Short Course in General Relativity", 2nd edition, Springer, 1998.

## FI104 Física da Matéria Condensada I

**Ementa:** **Estrutura cristalina e sua determinação:** redes e estruturas cristalinas, difração de raios-X; **estrutura eletrônica de sólidos periódicos:** elétrons em um sólido periódico, os métodos do elétron quase-livre, das ondas planas ortogonalizadas (OPW), pseudopotencial e tight-binding; **interação elétron-elétron:** método Hartree-Fock e a teoria do funcional da densidade; **dinâmica de rede:** dinâmica da rede harmônica: clássica e quântica, expansão térmica, interação fônon-fônon e transporte térmico; **transporte eletrônico e dinâmica de elétrons de condução:** movimento de elétrons e buracos em campos elétricos e magnéticos, propriedades de transporte eletrônico governadas por centros espalhadores estáticos, o sistema interagente de elétrons metálicos e fônons; **semicondutores:** semicondutores homogêneos.

**Bibliografia:** 1) The Physics of Solids. J. B. Ketterson. Oxford University Press, 2016. 2) Condensed Matter Physics, M.P. Marder, John-Wiley&Sons

#### FI140 – Partículas Elementares I

**Ementa:** Introdução, Simetrias, Quarks, Equação de Dirac, Interações Eletromagnéticas, Estrutura Hadrônica, Interações Fracas, Interações Eletrofracas, Simetrias de Gauge, Quebra Espontânea de Simetria, Introdução ao Modelo de Weinberg-Salam

**Bibliografia:**

1) F. Halzen, A. D. Martin, Quarks and Leptons, I. J. R. Aitchison, Gauge Theories in Particle Physics, Vol. 1, IOP. Errata do livro: <https://www-thphys.physics.ox.ac.uk/user/IanAitchison/> 2) C. Burgess and G. Moore, The Standard Model: a primer, Primeira Edição, Cambridge University Press Errata do livro: <https://www.physics.mcgill.ca/~guymoore/errata.pdf>

#### FI193 – Teoria Quântica de Sistemas de Muitos Corpos

**Ementa:** Revisão de 2ª quantização. Excitações elementares: fenomenologia dos líquidos de Bose e Fermi, conceito e propriedades das quasi-partículas. Outras excitações elementares: Fônons, magnons, etc. Formalismo para  $T = 0$ : versão de interação, funções de Green de uma partícula e suas propriedades, teorema de Wick, teoria de perturbações e análise diagramática, aplicações em sistemas de bósons e férmions interagentes. Formalismo para  $T = 0$ : função de Green de temperatura de uma partícula e suas propriedades, a versão de interação, teoria de perturbações e análise diagramática a temperatura finita, aplicações em sistemas de bósons e férmions interagentes. Teoria da resposta linear: a teoria para  $T = 0$ , modos coletivos, blindagem, função de Green de tempo real, a teoria para  $T = 0$  e aplicações.

**Bibliografia:** A. L. Fetter e J. D. Walecka, "Quantum Theory of Many-Particle Systems", McGraw-Hill (1971); A. A. Abrikosov, L. P. Gorkov e L. E. Dzyaloshinski, "Methods of Quantum Field Theory in Statistical Physics", Dover (1975); G.D. Mahan, "Many-Particle-Physics".

#### FI199 – Nanociência e Materiais Avançados

**Ementa:** Introdução à ciência dos materiais. Propriedades de nanomateriais: mecânicas, elétricas e magnéticas; propriedades do carbono nanoestruturado; eletrônica molecular. Nanomateriais semicondutores. Manipulação e automontagem: bottom-up vs top-down, sistemas de baixas dimensões; estruturas supramoleculares; sistemas automontados nanoestruturados. Ferramentas de manipulação e caracterização: microscopia eletrônica, microscopia de força atômica, ferramentas ópticas (Raman, ressonância de plásmons de superfície). Materiais avançados: alótropos de carbono, biomateriais, lab-on-a-chip, dispositivos e sensores, aplicações e meio ambiente.

**Bibliografia:** R. Kelsall, I. Hamley, M Googhegan, Nanoscale Science and Technology, John Wiley & Sons, 2005; G.L. Hornyak, J.L. Moore, H.F. Tibbals, J. Dutta, Fundamentals of nanotechnology, CRC Press, 2009; W.A. Goddard, D.W. Brenner, S.E. Lyshevski, G.J. Iafrate, Handbook of nanoscience, engineering and technology, CRC Press, 2007.