



EMENTAS ELETIVAS – Catálogo 2024

1º SEMESTRE DE 2024

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: A. Messiah, Quantum mechanics, Dover Publications, 2014; J. E. Merzbacher, Quantum mechanics, 3rd ed., Wiley, 1997; J. J. Sakurai and J. Napolitano, Modern quantum mechanics, 2nd ed., Addison-Wesley, 2011; C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, and F. Laloe, Quantum mechanics, vols. I and II, Wiley, 1991; L. I. Schiff, Quantum mechanics, 3rd ed., McGraw-Hill, 1968; L. E. Ballentine, Quantum mechanics: a modern development, 2nd ed., World Scientific, 2014; M. Le Bellac, Quantum physics, Cambridge University Press, 2006; B. R. Desai, Quantum mechanics with basic field theory, Cambridge University Press, 2010.

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: A. Messiah, Quantum mechanics, Dover Publications, 2014; J. E. Merzbacher, Quantum mechanics, 3rd ed., Wiley, 1997; F. Schwabl, Advanced quantum mechanics, 4th ed., Springer, 2008; J. D. Bjorken and S. D. Drell, Relativistic quantum mechanics, McGraw-Hill, 1964; J. D. Bjorken and S. D. Drell, Relativistic quantum fields, McGraw-Hill, 1965; F. Mandl and G. Shaw, Quantum field theory, 2nd ed., Wiley, 2010; J. J. Sakurai and J. Napolitano, Modern quantum mechanics, 2nd ed., Addison-Wesley, 2011; K. Gottfried and T.-W. Yan, Quantum mechanics: fundamentals, 2nd ed., Springer, 2003; G. Baym, Lectures on quantum mechanics, Westview Press, 1990; B. R. Desai, Quantum mechanics with basic field theory, Cambridge University Press, 2010.

FI004 – Física Estatística I

Ementa: Considerações 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); Leo P. Kadanoff "Statistical Physics: Statics, Dynamics and Renormalization", (World Scientific, Singapore, 2000); James P. Sethna, Entropy, Order parameter, and Complexity, Clarendon Press (2008). Arieh Ben-Naim , "Farewell to Entropy: Statistical Thermodynamics Based on Information", (World Scientific Publishing Company 2008); James Sethna, "Statistical Mechanics: Entropy, Order Parameters, and Complexity", second edition (Oxford University Press 2021); W. T. Grandy , "Entropy and the Time Evolution of Macroscopic Systems", (Oxford University Press 2008); H. Nishimori and G. Ortiz, "Elements of Phase Transitions and Critical Phenomena", (Oxford University Press 2011). Avançada: J. D. Ramshaw, "Statistical Foundations of Entropy", (World Scientific Publishing Company 2017); Lawrence Schulman, "When Things Grow Many: Complexity, Universality and Emergence in Nature", (Oxford University Press 2022).

FI119 – Física de Semicondutores

Ementa: Ligações químicas e formação dos diferentes tipos de semicondutores, cristalinos e não-cristalinos. Teoria de bandas eletrônicas desenvolvida para semicondutores, com ênfase nas aproximações do elétron fortemente ligado e da massa efetiva. Propriedades vibracionais de semicondutores e interações elétron-fônon. Propriedades de defeitos eletrônicos. Propriedades ópticas de semicondutores. Propriedades de transporte de semicondutores. Efeitos de campo externos em semicondutores: campo elétrico e campo magnético. Confinamento quântico em semicondutores: heteroestruturas semicondutoras e nanoestruturas semicondutoras. Semicondutores orgânicos. Grafeno e nanotubos de carbono. Isolantes topológicos. Aplicações de semicondutores: diodos, conversão luz-eletricidade e eletricidade-luz, lasers, transistores.

Bibliografia: Principal: P.Y. Yu e M. Cardona, "Fundamentals of Semiconductors' ", 4th ed., Springer (2010). M. Grundmann, "The Physics of Semiconductors' ", 3rd ed., Springer (2016). Adicional: B. Sapoval e C. Hermann, "Physics of Semiconductors' ", Springer-Verlag (1995). K. Seeger, "Semiconductor Physics: An Introduction", 3rd Edition, Springer-Verlag (1985). R.A. Smith, "Semiconductors", 2nd Ed., Cambridge University Press (1978), B. Andrei Bernevig, "Topological Insulators and Topological Superconductors", Princeton University Press (2013), D. Vanderbilt, "Berry Phases in Electronic Structure Theory", Cambridge University Press (2018).

FI177 – Óptica e Fotônica

Ementa: Revisão de óptica geométrica e ondulatória. Coerência, interferência e difração. Interação luz-matéria. Óptica de Fourier. Óptica integrada: guias de onda, fibras ópticas e fotônica. Ressonadores ópticos. Lasers e amplificadores ópticos. Dispositivos: LED e diodo laser, detectores de luz, moduladores acusto-óptico e eletro-óptico. Cristais fotônicos. Elementos de óptica ultrarrápida, óptica não-linear e óptica quântica. Técnicas de medição e detecção. Aplicações modernas: microscopias ópticas, feixes de vórtices ópticos, comunicação óptica, pinças ópticas.

Bibliografia: F.L. Pedrotti, L.S. Pedrotti, and L.M. Pedrotti, "Introduction to Optics", 3ª. Ed. Pearson Prentice Hall, 2007; B. Saleh and M.C. Teich, "Fundamentals of Photonics", Wiley, 2007; C. C. Gerry and P. L. Knight, "Introductory Quantum Optics", Cambridge Press, 2005.



FI194 – Teoria Quântica de Campos

Ementa: O campo livre: teoria Lagrangiana de campos, teorema de Noether, simetrias e leis de conservação, quantização dos campos de Klein-Gordon, Dirac e Eletromagnético. Propagadores.

Interações: a representação de interação, expansão da Matriz S e o teorema de Wick, teoria de perturbações. Noções sobre teorias de Gauge, transformações de Gauge. Eletrodinâmica quântica: Alguns processos elementares e os diagramas de Feynman, correções radiativas e renormalização.

Bibliografia: Matthew D. Schwartz, Quantum Field Theory and the Standard Model, Cambridge University Press (2014); M.W. Peskin, D.V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory, Perseus Books (1995); Mark Srednicki, Quantum Field Theory, Cambridge University Press (2007); F. Mandl e G. Shaw, "Quantum Field Theory", Wiley (1984); C. Itzykson e J-B. Zuber, "Quantum Field Theory", McGraw-Hill (1980); Michele Maggiore, "A Modern Introduction to Quantum Field Theory" Oxford University Press (2005); A. Lahiri, P.B. Pal, "A First Book of Quantum Field Theory", Alpha Science International Ltd; (2004); Kerson Huang, "Quantum Field Theory: From Operators to Path Integrals", Wiley VCH (2010); Ian J.R. Aitchison, Anthony J.G. Hey; "Gauge Theories in Particle Physics: A Practical Introduction", Fourth Edition - 2 Volume set (4 ed. 2021).