



## EMENTA – PROGRAMA DISCIPLINA

<b>Título da Disciplina: Mecânica quântica</b>	
Nome do(a) Professor(a) responsável: Vide Histórico Oficial	
Carga horária total: 60 h	
Número de créditos: 4	
Caráter: Disciplina Obrigatória	Código: MEF701
<b>Ementa:</b>	
Fundamentos conceituais e formais da Mecânica Quântica. Princípio da superposição. Estados e observáveis. Medição. Sistemas com variáveis bivalentes. Emaranhamento, descoerência e informação quântica. Aplicações.	
<b>Conteúdo programático</b>	
1. Motivações empíricas: a) Radiação do corpo negro (Max Planck); b) Efeito fotoelétrico; Espalhamento Compton; c) Propriedades ondulatórias da matéria e difração do elétron; d) Experimento de Rutherford; Espectros atômicos (emissão e absorção); e) Modelo de Bohr; Regras de quantização de Bohr/Sommerfeld.	
2. Equação de Schrodinger: a) Dualidade onda partícula; Princípio da complementaridade; Ondas de matéria (De Broglie) b) Equação de Schrodinger independente do tempo; Superposição; Soluções estacionárias; c) Interpretação da função da onda; Corrente de probabilidade; Princípio de incerteza; Teorema de Parseval; Teorema de Ehrenfest; d) Sistemas quânticos simples; Tunelamento e reflexão quântica; e) Evolução temporal; Expansão em autoestados; Propagador; Partícula livre; f) Experimento de Young; Pacotes de ondas; g) Oscilador harmônico;	
3. Formalismo da Mecânica Quântica: a) O experimento de Stern-Gerlach; b) Espaço de Hilbert; Notação de Dirac; Estados quânticos; Espaço dual; c) Operadores: adjunto, hermitiano, unitários, etc. Propriedades e Matrizes; d) Comutadores; Relação de incerteza (geral); Medição e Observáveis; e) Autofunções e autovetores; Espectro discreto, relações de fechamento; Estados degenerados; Espectro contínuo; f) Representação no espaço de posição e de momento;	
4. Dinâmica quântica: a) Operador de evolução; Constantes de movimento; b) Representações (Schrodinger, Heisenberg, Interação) c) Oscilador harmônico em representação de interação; Estados coerentes; d) Relação de incerteza energia-tempo; Teorema de Ehrenfest; Teorema de Virial; e) Sistemas de dois níveis; A molécula de amônia; Precessão de spin e RMN; Oscilações de neutrinos;	
5. Momento Angular e Spin: a) Campo central; Caixa esférica; oscilador esférico; b) Átomo de Hidrogênio; c) Estados ligados e contínuo;	



d) Spin; Interações magnéticas; Resonâncias; Soma de Momentos angulares;

6. Partículas idênticas:

- a) Sistemas de N partículas;
- b) Bósons e férmions; princípio de exclusão de Pauli;
- c) Interação com campos E e B;
- d) Hamiltoniano de Pauli e átomo de H;
- e) Estrutura fina e hiperfina;

7. Informação quântica:

- a) Estados separáveis e não separáveis; Emaranhamento; Paradoxo EPR;
- b) Operador densidade; Ensemble; Estado puro vs. estado mistura; Entropia de von Neumann;
- c) Sistemas quânticos abertos; Reservatório difusivo; Descoerência; Aparatos de Medida;
- d) Registros quânticos; Operações unitárias; Computação quântica;

8. Aplicações gerais:

- a) Sistemas de Fermi degenerados; Estrelas anões brancas; elétrons em metais;
- b) Partículas carregadas em um campo magnético; Níveis de Landau; Efeito Hall quântico; O efeito Aharonov-Bohm;
- c) Ferromagnetismo; Modelo de Heisenberg;
- d) Aproximação do Potencial nuclear (Gamov); Aproximação Semiclássica de tunelamento;
- e) Computação quântica; Sistemas de dois níveis como um computador quântico; Algoritmo de Grover; Algoritmo de Shor.

## Bibliografia

### *Bibliografia básica:*

- CARUSO, F., OGURO, V. Física Moderna, Rio de Janeiro, Campus/Elsevier 2006.
- EISBERG, R., RESNICK, R., Física Quântica, Rio de Janeiro, Campus 1979.
- GRIFFITHS, D.J., Introduction to Quantum Mechanics, Pearson Higher Education Publishers, 1994.
- NUSSENZWEIG, H.M. Curso de Física Básica v. 4: Ótica, Relatividade e Física Quântica, São Paulo, Edgard Blücher, 1998.
- SAKURAI, J.J. Modern Quantum Mechanics, Addison Wesley, 1994.

### *Bibliografia Suplementar:*

- BELL, J.S. Speakeable and Unspeakable in Quantum Mechanics, Cambridge University Press, 1993.
- GRECA, I., HERSCOVITZ, V.E. Introdução à Mecânica Quântica: Notas de curso. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre 2002 (Textos de Apoio ao Professor de Física n.13).
- HEWITT, P.G. Conceptual Physics. Addison-Wesley. 1992
- HUSSEIN M., SALINAS S. 100 Anos de Física Quântica, Orgs. São Paulo. Ed.
- DONANGELO, R. J., CAPAZ, R. B., Introdução à Mecânica Quântica, Volumes 1 e 2, Rio de Janeiro, Fundação CECIERJ 2009.
- NIELSEN, M. A. e CHUANG, I. L. Computação quântica e informação quântica. Tradução Ivan S. Oliveira, São Paulo, Bookman Cia, 2005.