

Tópicos em Física de Partículas e Campos

Teoria de Cordas II

Curso remoto

Proposta de Curso de Pós-graduação IF-UFRJ 2021-2

Professor: Henrique Boschi Filho

Ementa:

- Introdução à Supersimetria;
- Introdução às Supercordas.

Bibliografia:

- Básica:
 - Pierre Ramond, "SuSy: The early years (1966-1976)", [arXiv 1401.5977](#) [hep-th]
 - Stephen P. Martin, *A Supersymmetry Primer*, [arXiv hep-ph/9709356](#) v7 2016
 - Kevin Wray, *Introduction to String Theory*:
 - <https://math.berkeley.edu/~kwwray/papers/>
 - Oliver Schlotterer, *String Theory I and II*, Lecture Notes, Uppsala U.:
 - <https://www.physics.uu.se/research/theoretical-physics/people/oliver-schlotterer/>
 - Xi Yin, *Introduction to String Theory*, Harvard U., 2019:
 - <https://canvas.harvard.edu/courses/58788/files>
 - See also the site by [Sungwook Lee](#) for various references on Strings
 - <http://www.math.usm.edu/lee/strings.html>
- Complementar:
 1. R. Blumenhagen, D. Lüst, e S. Theisen, *Basic Concepts of String Theory*, Springer, 2013.
 2. Joseph Polchinski, *String Theory*, vols. 1 and 2, Cambridge, 1998.
 3. M. Green, J.H. Schwarz, E. Witten, *Superstring Theory*, vols. 1 and 2, Cambridge, 1987.
 4. K. Becker, M. Becker e J. H. Schwarz, *String Theory and M-Theory, a modern introduction*, Cambridge, 2007.
 5. Elias Kiritsis, *String Theory in a Nutshell*, 2a. ed., Princeton, 2019.

Pré-requisitos recomendados:

- Teoria Quântica de Campos I e II;
- Teoria de Cordas Bosônicas.

Dinâmica do curso:

- **O curso será totalmente remoto**, isto é, não haverá nenhuma reunião presencial;
- O curso será um estudo dirigido com reuniões semanais via Zoom para discussão dos tópicos estudados pelos alunos naquela semana e eventuais dúvidas;
- Serão propostas listas de exercícios com entrega obrigatória em via digitalizada por email;

Avaliação:

Os alunos serão avaliados por:

- listas de exercícios;
- seminários.

Rio de Janeiro, 23 de julho de 2021

Rio de Janeiro, 23 de julho de 2021

Assunto: Proposta de Disciplina Optativa

Semestre: 2021-2

Disciplina: Tópicos de Física Atômica, Molecular e Óptica A (FIW 722/822)

Pré-requisitos: nenhum

Carga horária: 4 horas/semana.

Avaliação: projeto final.

Tema do curso: Aquisição de Dados e Controle de Experimentos com LabVIEW

A disciplina incluirá tópicos de interesse a qualquer aluno que desenvolva um projeto de pesquisa em Física Experimental. A espinha dorsal do curso é o ensino do software LabVIEW, que hoje é o padrão para a aquisição de dados e controle de experimentos em pesquisas realizadas em laboratórios de pequena e média escala. O curso incluirá também tópicos sobre os padrões de comunicação computador-instrumento mais utilizados em laboratórios.

No formato presencial, a intenção é que o curso seja lecionado no LIG (Laboratório de Informática de Graduação), com cada aluno(a) utilizando um computador com uma instalação de LabVIEW. No formato remoto, cada aluno(a) seguirá o curso num computador (próprio ou em seu laboratório de pesquisa). Em ambos os casos, o hardware para aquisição de dados (placas, cabos e instrumentos) será fornecido pelo(a) professor(a). Há algumas licenças de LabVIEW em uso no IF, e antes do início das aulas será feita uma avaliação das licenças disponíveis. Os(as) alunos(as) interessados(as) devem discutir com seu(sua) orientador(a) a possibilidade de uso/aquisição de uma licença individual.

A avaliação do curso se dará através da realização de um projeto final, no qual o(a) aluno(a) deverá desenvolver uma solução completa de aquisição de dados e/ou controle de experimentos, a ser utilizada num instrumento/experimento real.

Ementa:

1. Introdução ao LabVIEW.
2. Aquisição, análise e visualização de dados: uma perspectiva.
3. Ferramentas de busca e solução de erros.
4. Estruturas de programação.
5. Manipulação de conjuntos de dados.
6. Lógica condicional.
7. Entrada e saída de dados.
8. Programação modular: sub-vi's.
9. Programação sequencial: máquina de estado.
10. Interface de usuário baseada em eventos.
11. Estratégias para manipulação de erros.
12. Interfaces seriais: o padrão RS-232.
12. Interfaces paralelas: o padrão GPIB e a linguagem SCPI.
13. Interfaces de fonte aberta: Arduino.
14. Aquisição de dados (DAQ) com o LabVIEW.

Bibliografia:

- [1] J. Travis e J. Kring, *LabVIEW for Everyone: Graphical Programming Made Easy and Fun*, 3a. edição, Prentice Hall (2006).
- [2] B. Ehsani, *Data Acquisition using LabVIEW*, 1a. edição, Packt (2016).
- [3] B. Mihura, *LabVIEW for Data Acquisition*, 1a. edição, Prentice Hall (2001).

Tópicos de Fís. da Mat. Cond. e Mec. Est. - B (FIW 727/827): Métodos numéricos para sistemas fortemente correlacionados

Professor: Natanael C. Costa

Semestre: 2021-2

Resumo

O curso tem por objetivo introduzir métodos computacionais avançados para investigar sistemas fortemente correlacionados. A saber, abordaremos principalmente técnicas de campo médio, diagonalização exata e Monte Carlo Quântico aplicadas a Hamiltonianas efetivas (como o modelo de Heisenberg, Hubbard ou Holstein). Essas técnicas no estado-da-arte são importantes ferramentas para o desenvolvimento de pesquisa científica em Física da Matéria Condensada. A disciplina é concomitantemente aberta a alunos nos últimos períodos da graduação, como disciplina eletiva, desde que atendendo aos pré-requisitos.

Pré-requisitos Recomendados

- Alunos de pós-graduação: Mecânica Quântica I;
- Alunos de graduação: Mecânica Quântica I e Métodos Computacionais em Física I.

Ementa

Abordaremos os seguintes tópicos (na ordem):

1. Métodos de diagonalização exata:
 - 1.1 *Full diagonalization*;
 - 1.2 Método de Lanczos;
2. Teoria de Perturbação em Clusters (*Cluster Perturbation Theory*);
3. Métodos de Campo Médio:
 - 2.1 Método de Hartree-Fock (restrito e não-restrito);
 - 2.2 Campo médio de clusters para sistemas de spins;
 - 2.3 Aproximação variacional em clusters (*Variational Cluster Approach*);

4. Métodos de Monte Carlo Quântico:

- 3.1 Introdução à métodos de Monte Carlo;
- 3.2 Fórmula de Trotter e Monte Carlo quântico de linha de mundo (*World-line QMC*);
- 3.3 Monte Carlo quântico de campos auxiliares: temperatura finita e estado fundamental;
- 3.4 Monte Carlo variacional;

Estrutura do curso e Critérios de Avaliação

A dinâmica do curso seguirá as seguintes diretrizes: (1) o curso será totalmente remoto, com duas aulas semanais ministradas na plataforma *Zoom*; (2) as aulas serão intercaladas com os seminários dos alunos, em intervalos que dependerão dos tópicos cobertos; (3) na maior parte dos métodos a serem introduzidos, os alunos deverão elaborar seus próprios códigos ou, pelo menos, serem capazes de compreender e alterar códigos já escritos.

Os alunos serão avaliados seguindo os seguintes critérios:

- listas de exercícios;
- apresentação de pelo menos um seminário (por aluno) ou apresentação de projeto final (cujo tema será decidido ao longo do curso, podendo ser relacionado aos temas de pesquisa do aluno).

Bibliografia

- F. Becca and S. Sorella, *Quantum Monte Carlo Approaches for Correlated Systems*, Cambridge University Press, Cambridge, England, 2017.
- R. R. dos Santos, *Introduction to quantum Monte Carlo simulations for fermionic systems*, Braz. J. Phys. **33**, 36 (2003).
- J. Gubernatis, N. Kawashima, and P. Werner, *Quantum Monte Carlo Methods: Algorithms for Lattice Models*, Cambridge University Press, Cambridge, England, 2016.
- A. W. Sandvik, *Computational studies of quantum spin systems*, AIP Conference Proceedings **1297**, 135-338 (2010)
- Eva Pavarini, Erik Koch, Dieter Vollhardt, and Alexander Lichtenstein (eds.), *DMFT at 25: Infinite Dimensions Modeling and Simulation*, Vol. 4, Verlag des Forschungszentrum Jülich, 2014.
- Eva Pavarini, Erik Koch, and Piers Coleman (eds.), *Many-Body Physics: From Kondo to Hubbard Modeling and Simulation*, Vol. 5, Verlag des Forschungszentrum Jülich, 2015.
- Eva Pavarini, Erik Koch, Jeroen van den Brink, and George Sawatzky (eds.), *Quantum Materials: Experiments and Theory Modeling and Simulation*, Vol. 6, Verlag des Forschungszentrum Jülich, 2016.

Microfísica e Propriedades Macroscópicas de Estrelas Compactas

Eduardo S. Fraga

1. Introdução e motivação
2. Equação de estado abaixo da *neutron drip line*
3. Anãs brancas, equação politrópica e limite de Chandrasekhar
4. Ingredientes de Relatividade Geral e estrelas relativísticas
5. Anãs brancas, estrelas de nêutrons e buracos negros
6. Equação de estado acima da *neutron drip line*
7. Propriedades da matéria nuclear e teoria de campos nuclear
8. Estrelas de nêutrons e pulsares
9. Interações fortes e estrelas compactas
10. Estrelas de quarks, estrelas estranhas e estrelas híbridas
11. Colapso e resfriamento
12. Tópicos suplementares

Referências:

- N.K. Glendenning,
Compact stars: Nuclear Physics, Particle Physics and General Relativity
- S.L. Shapiro and S.A. Teukolsky,
Black Holes, White Dwarfs and Neutron Stars: the Physics of Compact Objects
- Artigos de revisão e artigos recentes.

Avaliação:

- Listas de problemas
- Seminário
- Projeto (apenas para alunos da PG)

Pré-requisitos: conhecimentos básicos de relatividade, partículas, mecânica estatística e teoria de campos.

Obs.: o curso poderá ser aberto a alunos do Bacharelado.

Tópicos de Física Teórica A (FIW 738/838) - 2021/2

Teoria Estatística da Turbulência
Luca Moriconi
IF-UFRJ

Pré-requisitos: Física Estatística, Eletromagnetismo, Mecânica Quântica, Métodos Matemáticos e Computacionais, todos a nível introdutório de graduação. A disciplina pode ser oferecida, como eletiva, aos alunos da graduação.

I. Introdução - ideias gerais da mecânica de fluidos

1.2 A equação de Navier-Stokes

- Fenomenologia macroscópica
- Derivação microscópica (eq. de Boltzmann)
- Transição laminar-turbulento

1.3 Alguns resultados paradigmáticos

- Vórtices de Lamb-Oseen e Burgers
- Anéis de vorticidade
- Estradas de von Karman
- Teorema de Kutta-Jukowski

1.4 Camadas limites

- Regime de Blasius
- Separação da camada limite
- Lei da Parede

II. Turbulência homogênea e isotrópica

2.1 Descrição estatística da turbulência

- Aspectos cinéticos
- Aspectos dinâmicos

2.2 Fenomenologia de Kolmogorov

- Leis de escala na faixa inercial
- Complexidade computacional
- Decaimento temporal da energia
- Dispersão de Richardson

2.3 O fenômeno da intermitência

- Anomalias de escala
- Distribuições de probabilidade
- Modelos fenomenológicos
- Formalismo multifractal
- Auto-similaridade estendida

III. Tópicos avançados

3.1 Formalismo funcional de Martin-Siggia-Rose

- Integração de caminhos e eqs. dif. estocásticas
- Expansões perturbativas
- Instantons e intermitência

3.2 Progressos recentes

- Estatística da Circulação Turbulenta
- Estocasticidade Espontânea
- Turbulência Quântica X Turbulência Clássica

Avaliação

A média final será calculada da seguinte maneira:

$$MF = (L + T)/2,$$

Onde $L = (L1 + L2)/2$ é a média das notas de duas listas de exercícios e T é a nota de um trabalho final.

Correspondência média final-conceito:

[8,10].....A
[6,8).....B
[5,6).....C

Bibliografia:

1. P. Davidson, “Turbulence”, Oxford University Press
2. S. Pope, “Turbulent Flows”, Cambridge University Press
3. U. Frisch, “Turbulence” Cambridge University Press
4. L. Moriconi, “Introdução à Teoria Estatística da Turbulência”, notas de mini-curso.
5. L. Landau & E. Lifshitz, “Fluid Mechanics”, Pergamon Press
6. K. Huang, “Statistical Mechanics”, Addison-Wesley
7. D. Acheson, “Elementary Fluid Mechanics”, Oxford University Press
8. L. Moriconi e R.M. Pereira, “A Física Estatística da Turbulência”, RBEF 43 (Suppl 1) 2021.
<https://www.scielo.br/j/rbef/a/8s64kDKctb5XnLykrFXw7Qj/?lang=pt&format=pdf>

+ Artigos variados da literatura