

**Proposta de disciplina do PPGFis**  
**FIP20220 - Tópicos Em Física Matemática E Geral: Sistemas Integráveis**  
**Para átomos Frios**

---

- **Semestre:** 2024/1
  - **Carga horária semanal:** 2
  - **Créditos:** 2
  - **Pré-requisitos:** FIP20217
  - **Professor/Responsável:** Angela Foerster
- 

## Súmula

Pretendemos aqui fazer um estudo de sistemas integráveis e átomos frios, em especial de modelos quânticos integráveis que descrevem o tunelamento de bósons em poços múltiplos. Após uma revisão geral e histórica sobre o tema, iremos investigar a integrabilidade e solução exata dos modelos integráveis de três e quatro poços. Também faremos um estudo da dinâmica quântica, do emaranhamento, funções de correlação, robustez e das propriedades físicas destes sistemas.

## Objetivos

Propiciar aos alunos um conhecimento avançado de modelos integráveis quânticos que descrevem o tunelamento de bósons em poços múltiplos através método do ansatz de Bethe. Nosso objetivo é apresentar as principais técnicas para a construção e solução destes modelos, bem como discutir as propriedades físicas e aplicações destes sistemas.

## Programa

I. Introdução: a- Histórico; b- Revisão do método do Ansatz de Bethe; c- Revisão de modelos integráveis para átomos frios;

II. Modelos integráveis para poços múltiplos; a- Hamiltonianos; b- Integrabilidade e solução exata; c- Quantidades conservadas e completeza das soluções;

III. Modelo integrável de três poços: a- Hamiltoniano; b- Dinâmica quântica e regime de tunelamento ressonante; c- Quebra da integrabilidade e aplicações; d- Geração de estados emaranhados; e- Funções de correlação; f- Robustez do sistema;

IV. Modelo integrável de quatro poços: a- Hamiltoniano; b- Dinâmica quântica e regime de tunelamento ressonante; c- Quebra da integrabilidade e aplicações; d- Geração de estados emaranhados; e- Funções de correlação; f- Robustez do sistema.

## **Método de Trabalho**

Reuniões semanais para discussão dos tópicos e seminários.

## **Avaliação**

Seminários e trabalhos apresentados pelos alunos.

## **Bibliografia**

- [1] A.J. Leggett, Review in Modern Physics 73 (2001) 307
- [2] [1] M.T. Batchelor, International Journal of Modern Physics B 28 (2014), 1430010
- [3] J. Caux and J. Mossel, Journal of Statistical Mechanics (2011), P02023
- [4] C. Gross and I. Bloch, Science 357, (2017), 995
- [5] G. Santos, A. Foerster, I. Roditi, Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical 46 (2013), 265206
- [6] L.H. Ymai, A.P. Tonel, A. Foerster, J. Links, Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical 50 (2017), 264001
- [7] T. Lahaye et al, Physical Review Letters 104, 2010
- [8] K.W. Wilsmann, L.H. Ymai, A.P. Tonel, J. Links, A. Foerster, Communications Physics 1 (2018), 91
- [9] A.P. Tonel, L.H. Ymai, K. Wittmann, A. Foerster, J. Links, SciPost Physics Core 2 (2020), 003

- [10] D.S. Grün, L.H. Ymai, K. Wittmann, A.P. Tonel, A. Foerster, J. Links, *Physical Review Letters* 129 (2022), 020401
- [11] D.S. Grün, K. Wittmann W, L.H. Ymai, J. Links, A. Foerster, *Communications Physics* 5 (2022), 36
- [12] A.P. Tonel, L.H. Ymai, A Foerster, J Links, *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 48 (2015), 494001
- [13] M. Batchelor, and A. Foerster, *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 49 (2016), 173001
- [14] S.I. Mistakidis, A.G. Volosniev, R.E. Barfknecht, T. Fogarty, T. Busch, A. Foerster, P. Schmelcher, N. Zinner, *Physics Reports* 1042 (2023) 1-108

## **Observações**