



## EXCITAÇÕES DE BAIXA ENERGIA EM GASES DE FERMÍ DIPOLARES

Levi Silva De Oliveira<sup>1</sup>  
Aristeu Rosendo Pontes Lima<sup>2</sup>

### RESUMO

Gases quânticos dipolares tem se estabelecido como uma importante e prolífica área da física de baixas temperaturas. Isto se deve às surpreendentes propriedades verificadas tanto em gases fermiônicos como bosônicos e elas advém basicamente da natureza anisotrópica e de longo alcance da interação dipolo-dipolo. Em especial, podemos destacar as soluções do tipo gotícula quântica e sua ligação com o fenômeno da supersolidez, no caso de gases de Bose, e a deformação da superfície de Fermi, propriedades verificadas experimentalmente em investigações recentes e que chamaram bastante a atenção da comunidade. No presente projeto, inicialmente pretendemos estudar as propriedades estáticas e dinâmicas de gases de Fermi dipolares com o objetivo de caracterizar as excitações de baixa energia, partindo de uma análise teórica semiclassical na representação de Wigner, onde leva em conta o comportamento das partículas nos espaços reais e de momento, dando a possibilidade de encontrar funções que descrevem o movimento a partir dos parâmetros variacionais.

**Palavras-chave:** Física de baixas temperaturas; Gases de Fermi; Interação de dipolo - dipolo.

---

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de ciências exatas e da natureza, Discente, levisilvaoliveiraaa@gmail.com<sup>1</sup>

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de ciências exatas e da natureza, Docente, aristeu@unilab.edu.br<sup>2</sup>

## INTRODUÇÃO

Desde muito tempo se buscou entender o comportamento da matéria, do mundo macro ao micro, e ao se evoluir a ciência com a descoberta do átomo e suas propriedades, tem se desenvolvido técnicas que estudam vários tipos de partículas. O presente trabalho buscou descrever uma certa categoria chamada partículas fermiônicas em estados de baixa energia, que é quando estão a uma temperatura próxima ao zero Kelvin. Tivemos desde o início o objetivo de estudar a teoria semiclássica aplicada a gases de Fermi, quando esfriado a uma temperatura muito baixa, entender suas propriedades, saber o porquê de seu comportamento ser diferente de um gás de bósons, estudando a parte literária da teoria, em seguida estudamos o método variacional para gases de Fermi, e com isso ter uma compreensão e aplicação simples. Alcançando os objetivos iniciais, partimos para o próximo, que foi a introdução da interação de dipolo-dipolo com seu comportamento anisotrópico e de longo alcance.

## METODOLOGIA

Para se dar andamento ao projeto, em um primeiro momento, houve a pesquisa acerca de matéria condensada na parte de férmions, com a leitura de uma gama de artigos. Entendendo as principais propriedades dos férmions, se iniciaram os estudos acerca dos cálculos que eram necessários para assim desenvolver o entendimento da parte teórica. Em seguida, tendo já uma base teórica, buscamos obter a energia total de um gás fermiônico dipolar aprisionado em uma armadilha, que consistia de contribuições de energia cinética e de aprisionamento, bem como dos termos de Hartree e Fock. Para a obtenção dessas contribuições, utilizou-se um ansatz de Thomas-Fermi para a função de Wigner, correspondente à distribuição de Fermi-Dirac.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O que se pretendia encontrar e entender era as propriedades de um gás de fermi aprisionado em uma armadilha triaxial, saber como se comportava um gás fermiônico quando resfriados a uma temperatura muito baixa, a quase zero Kelvin, entender suas propriedades, seu comportamento anisotrópico e encontrar a energia total do sistema. Para isso utilizamos um Ansatz para a função de Wigner que permitiu simplificar o problema complexo e assim torná-lo mais fácil de ser resolvido, com isso, a partir da função de Wigner se pode expressar a energia total do sistema, e através da expressão final será possível encontrar os parâmetros variacionais correspondentes ao raio de Thomas-Fermi  $R_i$  e número de onda de Fermi  $K_i$ , que nos dão uma noção do que ocorre quando há o desligamento da armadilha. Obtido tal desenvolvimento na pesquisa, realizamos a apresentação em São Paulo em uma escola de verão que tinha por título Luz e átomos frios, obtendo sucesso na apresentação do pôster.

## CONCLUSÕES

O que foi inicialmente proposto, era de se ter êxito em entender as propriedades estáticas do caso de gases de Fermi, levando em conta interações que ocorrem entre as partículas. O que nos levou a aplicação de um problema no contexto estudado, resolvendo de forma analítica e obtendo o que se esperava na busca dos parâmetros variacionais a partir da energia total encontrado no sistema analisado, após adotarmos um princípio variacional para que pudéssemos ter aproximações pertinentes do que se era esperado



teoricamente. Com a perspectiva de futuramente obter uma minimização numérica da energia obtida incluindo o termo de tamanho finito que seria devido ao baixo número de partículas que se encontram em sistemas do tipo gotículas quânticas.

## AGRADECIMENTOS

Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

## REFERÊNCIAS

LIMA, Aristeu Rosendo Pontes. Hydrodynamic studies of dipolar quantum gases. Dissertationsschrift, Freie Universität Berlin, 2010.