

Desenvolvimento de um sistema de imagem de alta-resolução para um Condensado de Bose-Einstein turbulento

Yuri Rossi Tonin¹, Emanuel Alves de Lima Henn²

1. Estudante de IC da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar; *yurirt94@gmail.com

2. Professor do Instituto de Física de São Carlos, USP, São Carlos/SP

Palavras Chave: *Bose-Einstein, imagem, resolução*

Introdução

Caracterizar as propriedades de um gás quântico consiste em um processo sutil, uma vez que os métodos de medição clássicos requerem o contato com a amostra na maioria dos casos. Para condensados de Bose-Einstein (CBE), esses métodos são inviáveis uma vez que destroem a amostra. Dessa forma, a caracterização é feita por meio de fotografias que captam a sombra dos átomos ou então uma pequena quantidade de luz emitida pelos mesmos. No entanto, as altas densidades dos CBE dificultam sua caracterização *in situ*. A nuvem atômica é então liberada da armadilha magnética em que é formada, expandindo livremente. Durante essa expansão é tirada a fotografia. Na ausência de vórtices é possível tomar as configurações da nuvem em expansão livre e regredir temporalmente, de modo a obter suas informações no instante inicial [1]. Não se sabe, no entanto, se o mesmo é válido na presença de excitações e afins. Em nosso laboratório, excitações estão inevitavelmente presentes, pois estudamos a formação de vórtice e turbulência nos CBE. Não há garantia de que a expansão não exerça sobre a amostra alguma influência a qual, após realizada a regressão temporal dos dados, fornecerá dados incorretos sobre o estado inicial do condensado. O objetivo desse projeto de iniciação científica foi superar tal obstáculo por meio do desenvolvimento de um sistema de imagem de alta resolução que possibilitasse a caracterização da nuvem *in situ*.

Resultados e Discussão

O sistema projetado e testado consiste basicamente de uma lente esférica a qual capta a luz proveniente dos átomos e um par de lente esféricas (devido ao seu baixo custo), as quais ajustam o tamanho do feixe para que este possa ser capturado por uma câmera CCD.

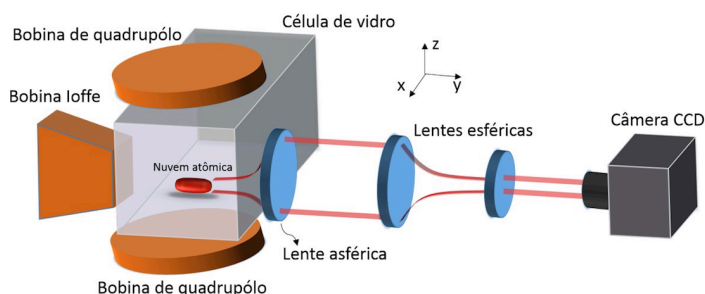


Figura 1. Sistema de imagem projetado.

O sistema foi testado para duas configurações de lentes diferentes com o objetivo de se atingir uma resolução de $1\mu\text{m}$. Na presença apenas da lente esférica, foi atingida uma resolução de $10\mu\text{m}$. No entanto, as lentes

esféricas introduziram aberrações ópticas no sistema que impediram alcançar a resolução desejada. Algumas alternativas foram testadas como utilizar lentes do tipo duplete ao invés de lentes esféricas convencionais e magnificar o feixe com dois telescópios. Em ambos os casos, o padrão de difração continuou presente.

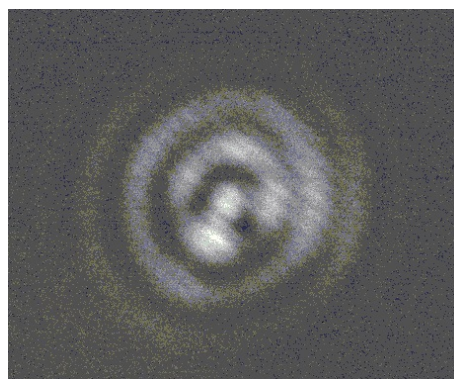


Figura 2. Padrão de difração observado.

Conclusões

Apesar das dificuldades e as alternativas propostas não terem sucidido na eliminação do padrão de interferência, acreditamos que utilizando também lentes esféricas no lugar das esféricas, a resolução de $1\mu\text{m}$ poderá ser atingida sem mais problemas. De qualquer maneira, $10\mu\text{m}$ já é uma resolução razoável para ser implementada no sistema de imagem do experimento e pode fornecer diagnósticos razoavelmente confiáveis dos condensados turbulentos.

Agradecimentos

Agradeço o apoio da Fapesp por fornecer a bolsa (processo 2013/19319-1).

[1] Y. Castin and R. Dum. Bose-Einstein condensates in time dependent traps. *Physical Review Letters*, 77(27):5315–5319, DEC 30 1996.