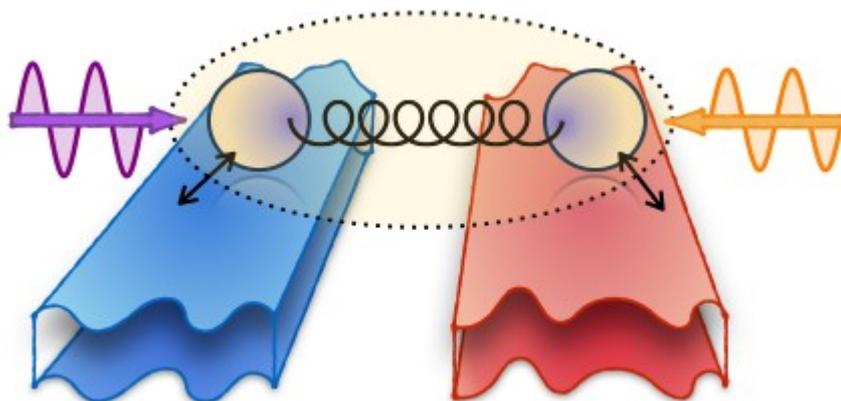


Irreversibilidade em sistemas quânticos mesoscópicos

17 de outubro de 2018



M. Brunelli / Universidade de Cambridge

De acordo com as leis da termodinâmica, processos envolvendo sistemas macroscópicos são fundamentalmente irreversíveis. O sentido de operação de uma máquina térmica, por exemplo, só pode ser modificado se energia adicional for fornecida ao sistema. Este tipo de comportamento está em contraste com as leis da mecânica quântica, que regem objetos microscópicos, para a qual os processos são reversíveis. Entender como se dá esta transição conforme transitamos gradualmente do mundo quântico ao clássico constitui um tema de pesquisa extremamente ativo atualmente.

Com o intuito de elucidar esta questão, um grupo de pesquisadores envolvendo diversas instituições estudou experimentalmente a produção de entropia (um quantificador de irreversibilidade) em dois sistemas mesoscópicos: um condensado de Bose-Einstein com 100.000 átomos de rubídio e uma cavidade optomecânica pesando menos de uma micro-grama.

O trabalho foi liderado pelo Prof. Mauro Paternostro da Queen's University em Belfast, Irlanda do Norte e o Dr. Matteo Brunelli, atualmente na Universidade de Cambridge, Reino Unido.

O primeiro passo do projeto foi desenvolver um formalismo teórico para estimar a produção de entropia, já que esta grandeza não pode ser medida diretamente. Esta contribuição foi feita por dois grupos brasileiros, dos Profs. Fernando Semião, da Universidade Federal do ABC, e Gabriel T. Landi, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Os pesquisadores desenvolveram um modelo teórico para relacionar a produção de entropia com grandezas mensuráveis em ambos os experimentos. Este trabalho foi publicado no ano passado na prestigiosa *Physical Review Letters* (118, 220601 (2017)) e foi escolhido como sugestão do editor.

Os experimentos foram realizados no ETH, Zürich (condensados de Bose-Einstein) e na Universidade de Viena (cavidade optomecânica). Em ambos os casos, os sistemas foram acoplados a dois reservatórios, fazendo com que uma corrente de calor passasse pelos sistemas. O resultado obtido pelos pesquisadores mostra que, em ambos os casos, o processo pelo qual os sistemas estão sujeitos são irreversíveis. Ou seja, neste regime mesoscópico, apesar de apresentarem propriedades quânticas, os sistemas ainda são irreversíveis. O caso do condensado de Bose-Einstein merece atenção particular, uma vez que ele apresenta uma transição de fase quântica, denominada transição de superradiância de Dicke. Os resultados experimentais mostram que a produção de entropia reflete o comportamento crítico desta transição, divergindo no ponto crítico.

Esta pesquisa representa a primeira quantificação experimental da produção de entropia em sistemas mesoscópicos que apresentam propriedades genuinamente quânticas. No futuro, os pesquisadores planejam estudar a dinâmica da produção de entropia durante um processo de relaxação, algo que pode ajudar a elucidar propriedades fundamentais da dinâmica de transições de fase quânticas.

Esta pesquisa foi publicada na *Physical Review Letters*.

REFERÊNCIA:

[Segunda lei em uma cavidade óptica e uma BEC](#)

17 de outubro de 2018

Físicos observam a produção de entropia em dois sistemas quânticos de escala intermediária, indicando que os sistemas passaram por um processo irreversível.

Sinopse sobre:

M. Brunelli *et al.*

[Phys. Rev. Lett. **121**, 160604 \(2018\)](#)