

Engenharia Física

Máquina Térmica Quântica no modelo de Ising

Raissa Ferreira Augusto - 8º módulo de Engenharia Física, UFLA, bolsista PIBIC/CNPq

Onofre Rojas Santos - Orientador DFI, UFLA - Orientador(a)

Moises Porfirio Rojas Leyva - Coorientador DFI, UFLA

Resumo

O modelo de Ising é essencial para entender a dinâmica dos spins individuais interagindo com átomos ou moléculas em sítios específicos, adaptando-se às suas vizinhanças e ambiente. Este estudo foca em um sistema de dois spins, com um sob influência de um campo magnético externo no eixo Z, expresso matematicamente como hamiltoniano. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é estudar a máquina térmica quântica de Otto quando aplicado a este sistema quântico. Para o desenvolvimento do trabalho foram revisados alguns conceitos de álgebra linear, mecânica quântica e termodinâmica. Em seguida, os termos do Hamiltoniano foram escritos na representação matricial. A partir desses cálculos, após ortogonalizar os níveis de energia do sistema. Em seguida, o sistema foi submetido a um banho térmico e foi calculada a função de partição, que conta com o termo beta que é o inverso do produto da temperatura com a constante de Boltzmann. Posteriormente, foram calculadas as probabilidades das populações para o banho frio e quente. O cálculo do calor quântico envolveu um somatório, com i variando de 1 a 4, multiplicando as energias pelas diferenças das probabilidades dos calores. O trabalho, soma dos calores quente e frio, foi calculado, assim como a eficiência da máquina térmica. As curvas resultantes, vermelha para calor quente, azul para calor frio e amarela para trabalho, foram traçadas em relação à razão r (campo magnético final sobre inicial). Como resultado, regiões distintas foram identificadas: uma cinza, que representa um aquecedor, onde todas as curvas são negativas, mas calor frio excede o quente, resultando em trabalho e mais calor cedido à fonte fria. A área em verde indica refrigerador, com trabalho sobre o sistema e transferência de calor frio para quente. As áreas rosa e vermelha denotam aquecedores, com curvas negativas, mas no primeiro, o calor frio predomina, e no segundo, o oposto. A área laranja é um acelerador térmico, com trabalho aplicado ao sistema, direcionando calor da fonte fria para quente, tornando curva de calor frio negativa e a de calor quente positiva. Em azul, temos máquina térmica, com trabalho realizado e calor fluindo da fonte quente para fria. Na área roxa, outro acelerador térmico. A curva de eficiência, para a máquina na área azul (0.5 a 1), mostra eficiência abaixo de 1, que é o esperado pelo modelo ideal do ciclo de Carnot.

Palavras-Chave: ciclo de Otto, termodinâmica, mecânica quântica.

Instituição de Fomento: CNPq

Link do pitch: <https://www.youtube.com/watch?v=9WL9EidRaco>