

**Universidade de São Paulo  
Instituto de Física de São Carlos**

**XI Semana Integrada do Instituto de  
Física de São Carlos**

**Livro de Resumos**

**São Carlos  
2021**

# Semana Integrada do Instituto de Física de São Carlos

SIFSC 11

## Coordenadores

Prof. Dr. Vanderlei Salvador Bagnato

Diretor do Instituto de Física de São Carlos – Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Luiz Vitor de Souza Filho

Presidente da Comissão de Pós Graduação do Instituto de Física de São Carlos – Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Luís Gustavo Marcassa

Presidente da Comissão de Graduação do Instituto de Física de São Carlos – Universidade de São Paulo

## Comissão Organizadora

Arthur Deponte Zutião

Artur Barbedo

Beatriz Kimie de Souza Ito

Beatriz Souza Castro

Carolina Salgado do Nascimento

Edgard Macena Cabral

Fernando Camargo Soares

Gabriel dos Reis Trindade

Gabriel dos Santos Araujo Pinto

Gabriel Henrique Armando Jorge

Giovanna Costa Villefort

Inara Yasmin Donda Acosta

Humberto Ribeiro de Souza

João Hiroyuki de Melo Inagaki

Kelly Naomi Matsui

Leonardo da Cruz Rea

Letícia Cerqueira Vasconcelos

Natália Carvalho Santos

Nickolas Pietro Donato Cerioni

Vinícius Pereira Pinto

## Normalização e revisão – SBI/IFSC

Ana Mara Marques da Cunha Prado

Maria Cristina Cavarette Dziabas

Maria Neusa de Aguiar Azevedo

Sabrina di Salvo Mastrandionio

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Informação do IFSC

Semana Integrada do Instituto de Física de São Carlos

(11: 06 set. - 10 set. : 2021: São Carlos, SP.)

Livro de resumos da XI Semana Integrada do Instituto de Física de São Carlos/ Organizado por João H. Melo Inagaki [et al.]. São Carlos: IFSC, 2021.

412 p.

Texto em português.

1. Física. I. Inagaki, João H. de Melo, org. II. Título

ISBN 978-65-993449-3-0

CDD 530

## PG137

# Relações de Incertezas generalizadas entre variáveis termodinâmicas no regime quântico

AFONSO, R.<sup>1</sup>; PINTO, D. S.<sup>1</sup>

ricardo.afonso@ifsc.usp.br

<sup>1</sup>Instituto de Física de São Carlos - USP

A termodinâmica descreve as propriedades do equilíbrio de um sistema macroscópico que interage com um meio de forma razoavelmente pragmática. No regime de acoplamento fraco, a interação entre sistema e meio são consideradas irrissórias e através da descrição macroscópica de estados termodinâmicos, torna-se possível descrever o sistema termodinâmico em termos de suas variáveis intensivas e extensivas. Porém, essa não é uma tarefa óbvia quando o acoplamento entre sistema e o meio é da mesma ordem de grandeza que suas energias (1) tanto no caso clássico como quântico. Nas últimas décadas, a metrologia tem sido desenvolvida no regime quântico de forma fundamental para formulação de sensores quânticos em escala atômicas, de tal modo que a flutuação de grandezas físicas desempenham um papel crucial para designar a qualidade de certos estimadores. Por exemplo, a noção de temperatura tem emergido do campo da termometria quântica, descrito por um estado canônico de equilíbrio térmico, mesmo em regime de acoplamento forte.(2) Utilizando ferramentas da metrologia foi possível derivar um resultado que coloca limites de incertezas fundamentais entre a energia interna e a temperatura dos sistemas para escalas de acoplamentos lineares arbitrários. Dentro 'ensemble' grão canônico, o impacto da indistiguibilidade de partículas quânticas para se estimar a temperatura e o potencial químico foi também analisado em um gás quântico.(3) Nosso trabalho se dedica a generalização das relações de incertezas termodinâmicas entre uma grandeza intensiva e outra extensiva para todos os regimes de acoplamentos no caso quântico através do estado generalizado Gibbs (EGG). Primeiro, demonstramos um limite fundamental entre a grandeza intensiva e extensiva para um estado EGG total, que seja possível tomar o traço dos graus de liberdade de um dos sistemas e avaliar a relação de incerteza no sistema de interesse. Depois disso, realizamos uma série de exemplos para corroborar os resultados já existentes na literatura, com isso mostrando a versatilidade do nosso método.

**Palavras-chave:** Ensemble generalizado de Gibbs. Relações de incerteza. Termodinâmica.

### Referências:

- 1 KIRKWOOD, J. G. Statistical mechanics of liquid mixtures. *Journal Chemical Physics*. v.3, p.300–313,1935.DOI: <https://doi.org/10.1063/1.1749657>.
- 2 MILLER, H. J. D.; ANDERS, J. Energy-temperature uncertainty relation in quantum thermodynamics. *Nature Communications*,v.9, p.2203,2018.DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04536-7>.
- 3 MARZOLINO,U.; BRAUN, D. Precision measurements of temperature and chemical potential of quantum gases. *Physical Review A*v.88, n.6,p.063609,2013.