

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 Mastrantonio

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

PG141

Energia de vácuo na cosmologia moderna: modelos clássicos, vácuo adiabático e renormalização adiabática

OLIVEIRA, E. A. B.¹

eduardo.amancio.oliveira@usp.br

¹Instituto de Física de São Carlos - USP

O modelo cosmológico padrão, usualmente denominado modelo CDM, tem apresentado enorme sucesso na descrição dos dados cosmológicos conhecidos a partir de pouquíssimos ingredientes fundamentais. Todavia, ele apresenta problemas fundamentais em aberto, a começar pelo fato de que a densidade de energia diretamente observável no universo é muito inferior àquela inferida gravitacionalmente pela Relatividade Geral; em particular, na escala cosmológica, se faz necessário introduzir uma "energia escura" para explicar a expansão acelerada do universo atual, bem como a ocorrência um período inflacionário primordial, este último necessário para explicar a extrema isotropia da Radiação Cósmica de Fundo (bem como o espectro das suas pequenas anisotropias) e planitude da seção espacial em grande escala. Para que essa energia escura possa explicar a dinâmica de expansão acelerada em ambas essas fases, é necessário que ela apresente características muito peculiares: ela deve estar distribuída de maneira extremamente homogênea no universo (isto é, sem formar estruturas), e apresentar pressões extremamente negativas, de magnitude comparável à sua densidade de energia. Embora exóticas quando comparadas com a maioria dos sistemas físicos conhecidos, tais características aparecem "naturalmente" em outro lugar: a energia de vácuo de teorias quânticas de campos. No presente projeto, exploramos a dinâmica da energia de vácuo em em espaçotempo de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker (FLRW), tanto pela análise de modelos clássicos efetivos (1) quanto pelo estudo da quantização de campos livres em espaços curvos, com particular atenção na construção de expansões adiabáticas, que permitem definirmos os chamados estados de vácuo adiabáticos e computarmos o tensor energia-momentum renormalizado pela técnica de subtração adiabática.(2-3) Ainda a nível clássico, exploramos um modelo bastante simples de campo escalar autointeragente com quebra de simetria, o modelo $\lambda\phi^4$. Avaliando a sua dinâmica no chamado regime de 'rolagem lenta' – no qual o campo lentamente transiciona de um estado de vácuo instável altamente energético para um estado de vácuo estável no mínimo do seu potencial –, mostramos como é possível obter um regime inflacionário de expansão cósmica seguido de uma transição para uma expansão mais lenta dominada por matéria e radiação.(1) Para estendermos a análise a campos quantizados, no paradigma de gravitação semiclássica, há alguns desafios fundamentais. Primeiramente, não há em geral uma maneira unívoca de determinar um estado de vácuo em espaçotempos dinâmicos, devido à ausência de uma família de isometrias que privilegie um conjunto particular de modos – como as ondas planas em Minkowski –, discriminando aqueles "de frequência positiva". Todavia, analisando os limites em que a métrica tem variações arbitrariamente lentas, é possível escrevermos expansões assintóticas adiabáticas, que estendem de maneira aproximada a noção de modos de frequência positiva e, conseqüentemente, de estado de vácuo; ademais, tais expansões fornecem um método particularmente útil de renormalização em espaçotempos de FLRW: a subtração adiabática.(2-3). Empregamos então esse método para computar, no estado apropriado de vácuo, o tensor energia-momentum renormalizado de um campo escalar de massa nula conformalmente acoplado à gravidade, mostrando sua autoconsistência com uma dinâmica inflacionária em espaçotempo de de Sitter.

Palavras-chave: Energia de vácuo. Cosmologia. Inflação.

Referências:

- 1 LINDE, A. D. **Particle physics and inflationary cosmology.** Reading: Harwood Academic Publishers, 1990.
- 2 BIRRELL, N. D.; DAVIES P. C. W. **Quantum field theory in curved space.** Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- 3 PARKER L. E.; TOMS,D. **Quantum field theory in curved spacetime: quantized fields and gravity.** Cambridge: Cambridge University Press, 2009.