

Curso: Relatividade Geral (FIS-404, pós-graduação)

Professor: Nail Khusnutdinov - CMCC/UFABC

Quadrimestre: Q3.2023

Turma: TFIS40420233

Página oficial

Página do curso na plataforma Moodle é [RG-2023.Q3-Nail](#)

Aulas

- terça das 14:00 às 16:00, sala SA/Bloco A: S-006, semanal
- quinta das 14:00 às 16:00, sala SA/Bloco A: S-006, semanal

Orientações para estudantes

Alunos podem conversar comigo em terça das 12:00 às 13:00 (semanal) em meu escritório D268 SBC. Podemos marcar por email atendimento com antecedência. Os meus emails são nail.khusnutdinov@gmail.com, nail.khusnutdinov@ufabc.edu.br **Para comunicar comigo alunos apenas devem usar email de UFABC**

Ementa

Formulação covariante da relatividade restrita. Cálculo tensorial e geometria Riemanniana. Formulação covariante do eletromagnetismo. Fluidos. Variedades diferenciáveis. Derivada covariante. Transporte paralelo e geodésicas. Curvatura e tensores. Princípio de equivalência. Equações de Einstein: as equações de campo da gravitação. Solução de Schwarzschild. Testes experimentais da relatividade geral. Campos gravitacionais fracos. Ondas gravitacionais e radiação gravitacional. Buracos negros e termodinâmica. Buracos negros girantes e carregados. Modelos de Friedmann–Robertson–Walker. Radiação de Hawking.

Bibliografia Básica (Qualquer edição)

1. L. D. Landau & E. M. Lifshitz, *Teoria do Campo*,
2. R. D’Inverno, J. Vickers, *Introducing Einstein’s Relativity: A Deeper Understanding*
3. B.F Schutz, *A First Course in General Relativity*
4. S. Carroll, *Spacetime and geometry: an introduction to general relativity*

Bibliografia Complementar (Qualquer edição)

1. C. Misner, K. Thorne, and J. A. Wheeler, *Gravitation*
2. M. P. Hobson, G. P. Efstathiou, A. N. Lasenby, *General Relativity: An Introduction for Physicists*
3. E. F. Taylor, J. A. Wheeler, *Exploring Black Holes: Introduction to General Relativity*
4. A. Lightman, W. Press, R. Price, S. Teukolsky, *Problem Book in Relativity and Gravitation*

Listas

Todas listas estão na página Moodle do curso [RG-2023.Q3-Nail](#)

Provas

Durante do curso darei 20 problemas e 4 questões para a Prova (11 de dezembro de 2023) serão selecionadas entre essas 20 problemas.

Todas as Provas devem ser escritas com uma caneta.

Prova tem nota máxima 10. Conceitos

A: $8.0 \leq M \leq 10$

B: $6.0 \leq M < 8.0$

C: $5.0 \leq M < 6.0$

D: $4.5 \leq M < 5.0$

F: $0.0 \leq M < 4.5$

Prova recuperação será 14 de dezembro 2023. Prova tem nota máxima 10.

Leis

- de frequência [Ministério da Educação](#)
- prova substitutiva [Resolução nº 181](#)
- prova recuperação [Resolução nº 182](#)

Cronograma

S n°	A n°	Data	Conteúdo
1	1	19/09	O princípio de relatividade de Galileu. Postulados da relatividade restrita, introduzir o conceito de intervalo.
	2	21/09	O espaço-tempo de Minkowski, quadrivetores, tensores e transformações de Lorentz na notação covariante.
2	3	26/09	A formulação covariante da mecânica relativística e do eletromagnetismo de Maxwell.
	4	28/09	As variedades riemannianas, tensores contravariantes e covariantes. As operações elementares envolvendo tensores.
3	5	03/10	As operações elementares envolvendo tensores.
	6	05/10	Problemas envolvendo transformações gerais de coordenadas.
4	7	10/10	Derivada de Lie e derivada covariante e conexão afim.
	8	12/10	Feriado. Aula está transposição para 11/12
5	9	17/10	A geodésica, as equações da geodésica
	10	19/10	Tensor de Riemann, de Ricci, de Einstein e de Weyl.
6	11	24/10	Resolver problemas (exemplos) envolvendo a geometria riemanniana
	12	26/10	O princípio de equivalência. Os princípios da covariância.
7	13	31/10	Os princípios da covariância geral, do acoplamento mínimo, e da correspondência.
	14	02/11	Feriado. Aula está transposição para 14/12
8	15	07/11	A equação do desvio geodésico newtoniano riemanniano. A aplicação do princípio da correspondência
	16	09/11	As equações de campo da relatividade geral.
9	17	14/11	Os espaços-tempos estacionários, estáticos e com simetria esférica. A solução de Schwarzschild.
	18	16/11	Solução as equações da geodésica na geometria de Schwarzschild. As propriedades mais importantes desta solução.
10	19	21/11	Os testes clássicos da relatividade geral. Elaborar uma tarefa sobre cada um desses testes.
	20	23/11	O tensor de energia-momento de um fluido incoerente e de um fluido perfeito. O tensor de energia-momento para o campo eletromagnético.
11	21	28/11	As condições de positividade da energia. O limite newtoniano e constante de gravitação
	22	30/11	Singularidades de coordenadas e de curvatura, determinar as forças de maré num buraco negro. Definir horizontes de eventos e construir diagramas causais
12	23	05/12	As horizontes de eventos e diagramas causais.
	24	07/12	O princípio cosmológico e a cosmologia relativística. As equações de Friedmann e suas soluções para os casos simples. Lei de Hubble e o Universo em expansão.
13	25	11/12	Prova
14	26	14/12	Prova Recuperação