Instituto de Física
Departamento de Física

Dados de identificação

Disciplina: **FÍSICA MATEMÁTICA II**

Período Letivo: **2024/1** Período de Início de Validade : **2022/1**

Professor Responsável: **RUDI GAELZER**

Sigla: **FIS01013** Créditos: 4

Carga Horária

			Carga Horária Total (CHT)
CH Teórica 60h	CH Prática 0h		60h
CH Coletiva 60h	CH Autônoma 0h	CH Individual 0h	60h
Carga Horária de prática Extensionista (CHE) 0h			

Súmula

Teoria de grupos: grupos cristalográficos e grupos de simetria. Cálculo tensorial e aplicações à física.

Currículos

Currículos	Etapa Aconselhada	Pré-Requisitos	Natureza
BACHARELADO EM FÍSICA		(FIS01207) FÍSICA MATEMÁTICA I A **OU** (MAT01084) MÉTODOS APLICADOS DE MATEMÁTICA III	Eletiva
BACHARELADO EM FÍSICA: ASTROFÍSICA		(FIS01207) FÍSICA MATEMÁTICA I A **OU** (MAT01084) MÉTODOS APLICADOS DE MATEMÁTICA III	Eletiva
BACHARELADO EM FÍSICA: FÍSICA COMPUTACIONAL	7	(FIS01207) FÍSICA MATEMÁTICA I A **OU** (MAT01084) MÉTODOS APLICADOS DE MATEMÁTICA III	Obrigatória
BACHARELADO EM FÍSICA: MATERIAIS E NANOTECNOLOGIA		(FIS01207) FÍSICA MATEMÁTICA I A **OU** (MAT01084) MÉTODOS APLICADOS DE MATEMÁTICA III	Eletiva

Objetivos

Introduzir e aplicar métodos matemáticos necessários envolvendo Teoria de Grupos e tensores ao estudo de problemas físicos relevantes.

Conteúdo Programático

Semana	Título	Conteúdo
1	Teoria de grupos abstratos; grupos finitos e tabelas de multiplicação	Introdução; Teoria de Grupos: Definição, classificação, propriedades. Exemplos iniciais de grupos. Tabelas de multiplicação de grupos finitos. Grupos Abelianos e cíclicos.
2	O grupo simétrico; subgrupos, classes laterais e de conjugação	Grupo simétrico: notação direta e notação por ciclos. Subgrupos: definições, propriedades, classificação. Classes laterais e o teorema de Lagrange. Classes de conjugação. Exemplos e exercícios.
3	Subgrupos invariantes e grupo fator; grupos de simetria	Subgrupos invariantes e grupo fator. Grupos de simetria. Grupos cristalográficos pontuais e espaciais. Produto direto de grupos. Exemplos e exercícios.
4	Mapeamentos entre grupos; estruturas algébricas	Funções e mapeamentos. Mapeamentos entre grupos e homomorfismo. Exemplos e exercícios. Introdução a estruturas algébricas; definições das principais estruturas algébricas empregadas na física: grupos, aneis, espaços vetoriais e álgebras.
5	Teoria de representação de grupos; representações de grupos de transformações lineares	Teoria de representação de grupos: definições iniciais e primeiros exemplos de representações. Vetores e funções de base e representações regulares. Representação natural. Espaços vetoriais e operadores. Representações de grupos de transformações lineares.
6	Representações equivalentes e caracteres; redutibilidade da representação	Representações equivalentes. Caracteres da representação. Soma e produto diretos de matrizes e representações. Subespaços vetoriais invariantes e a matriz de um operador linear. Representações redutíveis ou irredutíveis. Exemplos e exercícios.
7	O grande teorema da ortogonalidade; tabelas de caracteres	Teoremas sobre representações. O teorema da ortogonalidade de representações irredutíveis. Interpretação vetorial do teorema da ortogonalidade. Teoremas sobre caracteres. O teorema da ortogonalidade dos caracteres. Interpretação do teorema da ortogonalidade dos caracteres. Decomposição de uma representação em irreps. Construção de uma tabela de caracteres.
8	Aplicações físicas da teoria de representações de grupo	Redução da representação do produto direto. Série de Clebsch-Gordan. Bases para representações de grupos de produto direto. Coeficientes de Clebsch-Gordan. Aplicações físicas da teoria de representações de grupo. Isomorfismo entre transformações sobre sistemas físicos e espaços funcionais.
9	O grupo do Hamiltoniano	O grupo do Hamiltoniano. Degenerescência normal ou acidental. Representações do grupo. Teoria de grupos e os bons números quânticos. Grupos Abelianos e o teorema de Bloch. Funções de base para irreps do grupo do Hamiltoniano. Perturbações, simetria do sistema e regras de seleção. Exemplos e exercícios.
10	Grupos de Lie	Grupos de Lie. Definições iniciais. Transformações infinitesimais do grupo. Constantes de estrutura. Parametrização das transformações do grupo de Lie.
11	Álgebras de Lie; representações de grupos de Lie	Álgebras de Lie. Definições iniciais o os teoremas de Lie. Representações de grupos de Lie. Representações irredutíveis. Exemplos de construção de irreps dos grupos de Lie. O teorema de Casimir. Exercícios.
12 a 13	Tensores Cartesianos	Tensores cartesianos. Definição e notação. Propriedades de transformações de escalares, vetores e tensores. Álgebra tensorial. Composição de transformações, rotações infinitesimais e

Semana	Título	Conteúdo
		tensores isotrópicos. Rotações impróprias, pseudotensores e tensores duais. Exemplos e exercícios.
14 a 15	Tensores generalizados	Tensores generalizados. Coordenadas curvilíneas generalizadas. O espaço de Riemann e o tensor de métrica. Transformações generalizadas de coordenadas. Tensores relativos.
16 a 17	Símbolos de Christoffel e o tensor de Riemann	Derivadas dos vetores de base e os símbolos de Christoffel. Diferenciação covariante. Operadores vetoriais na forma tensorial. Diferenciação absoluta e curvas geodésicas. Transporte paralelo de campos vetoriais. Os tensores de Riemann, Ricci e Einstein. Exemplos; Aplicações físicas.
18	Exercícios e recuperações	- Revisão; - Exercícios; - Recuperação;

Metodologia

Serão ministradas aulas expositivas que deverão fornecer a estrutura básica do conteúdo a ser desenvolvido na disciplina. As aulas expositivas serão complementadas por listas de exercícios, com o objetivo de orientar e complementar o estudo individual dos alunos.

Experiências de Aprendizagem

Participação nas aulas expositivas e nas resoluções de exercícios.
Serão realizadas discussões a respeito do conteúdo apresentado nas aulas. Durante as discussões os estudantes terão a oportunidade de apresentar e esclarecer suas dúvidas.
Cada área do conteúdo programático terá uma lista de exercícios, a ser entregue para os alunos.
Os alunos irão realizar exercícios dentro e fora dos períodos das aulas expositivas, para reflexão e fixação do conteúdo.

Critérios de Avaliação

Serão realizadas três avaliações durante o semestre, em datas a serem definidas.
As avaliações irão abranger os seguintes conteúdos:
Primeira avaliação: teoria de grupos abstratos
Segunda avaliação: teoria de representação de grupos
Terceira avaliação: álgebra e análise tensorial

CRITÉRIOS DE ATRIBUIÇÃO DE CONCEITOS:
Será calculada a média aritmética das notas obtidas nas três avaliações realizadas (M), sendo os conceitos atribuídos conforme a seguinte tabela:
Média Conceito Final
9,0 a 10,0 A
7,5 a 8,9 B
6,0 a 7,4 C
Inferior a 6,0 D
Freqüência inferior a 75% FF
Os conceitos de aprovação são os conceitos C, B e A.

Atividades de Recuperação Previstas

O aluno que não obtiver média seis (6,0) ou que tiver obtido grau inferior a três (3,0) em uma das verificações poderá escolher entre recuperar a área em questão ou realizar um exame que versará sobre toda a matéria.
Se escolher a recuperação de área, o grau obtido substituirá a nota anterior na área. Neste caso, será calculada uma nova média aritmética.
Se optar pelo exame de toda a matéria, a média final será calculada atribuindo-se peso quatro (4,0) à media aritmética

anterior e peso seis (6,0) à nota do exame. A média para aprovação e o conceito do aluno ficam então estabelecidos pela tabela abaixo.
Aquele aluno que obtiver grau inferior a três (3,0) em mais de uma área deverá fazer o exame de toda a matéria.
O conceito final, após a eventual recuperação ou exame, obedecerá a tabela:

Média Conceito Final
9,0 a 10,0 A
7,5 a 8,9 B
6,0 a 7,4 C
Inferior a 6,0 D
Freqüência inferior a 75% FF

Prazo para Divulgação dos Resultados das Avaliações

O resultado de cada avaliação será divulgado, pelo professor, após um intervalo máximo de 20 (vinte) dias, contados a partir do dia em que as avaliações foram entregues pelos alunos. O resultado da última avaliação será divulgado pelo menos 72 horas antes do Exame ou Recuperação.

Bibliografia

Básica Essencial
ARFKEN, George B.; WEBER, Hans J.; HARRIS, Frank E.. Mathematical Methods for Physicists. A Comprehensive Guide. New York: Academic Press, 2013. ISBN 978-0-12-384654-9.
HASSANI, Sadri. Mathematical Physics: A Modern Introduction to Its Foundations. Cham: Springer International Publishing, 2013. ISBN 9783319011950.
RILEY, K. F.; HOBSON, M. P.; BENCE, S. J.. Mathematical Methods for Physics and Engineering. Cambridge: Cambridge University, 2006. ISBN 9780521679718.

Básica
Gilmore, Robert. Lie groups, Lie algebras, and some of their applications. New York: Wiley, c1974. ISBN 0471301795.
Hamermesh, Morton. Group theory and its application to physical problems. Reading: Addison-Wesley, c1962.
Jones, Hugh F.. Groups, representations and physics. London: CRC, 1998. ISBN 9780750305051.
Joshi, A.W.. Elements of group theory for physicists. New Delhi: Wiley Eastern, 1985. ISBN 0852264488.
Joshi, A.W.. Matrices and tensors in physics. New Delhi: Wiley Eastern Limited, 1995. ISBN 8122405630.
Mcweeny, R.. Symmetry :an introduction to group theory and its applications. Oxford: Pergamon Press, 1963.
Sokolnikoff, Ivan Stephen. Tensor analysis :theory and applications to geometry and mechanics of continua. New York, N.Y.: J. Wiley, c1964.

Complementar
Lipkin, Harry J.. Lie groups for pedestrians. New York: Dover Publications, 2002. ISBN 9780486421858.
Sudarshan, E.C.G.; Mukunda, N.. Classical dynamics:a modern perspective. New York: Wiley, c1974. ISBN 0471835404.
Weinberg, Steven. Gravitation and cosmology :principles and applications of the general theory of relativity. New York: Wiley, c1972. ISBN 0471925675.

Outras Referências

Não existem outras referências para este plano de ensino.

Observações

A disciplina poderá contar com a participação, como estagiários docentes, de alunos de cursos de Mestrado ou de Doutorado, devidamente matriculados na disciplina de Estágio Docência de Programas de Pós-Graduação da UFRGS.