



Ano	2022
Tp. Período	Anual
Curso	FÍSICA - Licenciatura (420)
Disciplina	0159 - ESTUDOS AVANÇADOS EM FÍSICA (OPT)
Turma	FSN

Carga Horária: 68

PLANO DE ENSINO

EMENTA

A origem da Teoria Quântica. Ferramentas matemáticas da Mecânica Quântica. Postulados da Mecânica Quântica. Problemas unidimensionais. Momento Angular. Potencial Central. Métodos Aproximativos: uma introdução.

I. Objetivos

Ao término deste curso os alunos deverão ser capazes de interpretar e aplicar os princípios, postulados e formalismo da Mecânica Quântica, bem como formular e resolver problemas simples. Além disso, os acadêmicos devem poder estabelecer uma ponte entre as noções elementares da teoria quântica, discutidas na Física Básica e nos Experimentos de Física Quântica.

II. Programa

- I. Revisão histórica
 - I.1 Experimentos não descritos pela física clássica
 - I.1.1 Radiação do corpo negro
 - I.1.2 Efeito fotoelétrico
 - I.1.3 Efeito Compton
 - I.2 Contribuições significativas na formulação da mecânica quântica
 - I.2.1 Conceito do átomo
 - I.2.2 Teoria quântica para os estados atômicos
 - I.2.3 Hipótese de De Broglie
 - I.2.4 Difração de Elétrons
 - I.2.4 Princípio da Incerteza
 - I.2.4 Função de onda
- II. Ferramentas Matemáticas da Mecânica Quântica
 - II.1. Introdução
 - II.2. O espaço de Hilbert e as funções de onda
 - II.2.1 O espaço vetorial linear
 - II.2.2 O espaço Hilbert
 - II.2.3 Dimensão e Base de um espaço vetorial
 - II.2.4 Funções integráveis (no quadrado): funções de onda
 - II.3 Notação de Dirac
 - II.4 Operadores
 - II.4.1 Definições Gerais
 - II.4.2 Operadores Adjuntos e Hermitianos
 - II.4.3 Operadores de Projeção
 - II.4.4 Álgebra de comutadores
 - II.4.5 Relação de incerteza entre dois operadores
 - II.4.6 Funções de operadores
 - II.4.7 Operadores inverso e unitário
 - II.4.8 Valores próprios e vetores próprios de um operador
 - II.4.9 Transformações unitárias infinitesimais e finitas
 - II.4.9.1 Transformações unitárias
 - II.4.9.2 Transformações unitárias infinitesimais
 - II.4.9.3 Transformações unitárias finitas
 - II.5 Representação em base discreta
 - II.5.1 Representação matricial de kets, bras e operadores
 - II.5.1.1 Representação matricial de kets e bras
 - II.5.1.2 Representação matricial de operadores
 - II.5.1.3 Representação matricial de outros operadores
 - II.5.1.4 Representação matricial de outras quantidades
 - II.5.1.5 Propriedades de uma matriz A
 - II.5.2 Mudança de bases e Transformações unitárias
 - II.5.3 Representação matricial do Problema de autovalores
 - II.6 Representação em base contínua
 - II.6.1 Tratamento Geral
 - II.6.2 Representação posição (espaço) (r)
 - II.6.3 Representação momento (p)
 - II.6.4 Relacionando as representações espaço e momento
 - II.6.4.1 Operador momento na representação espaço
 - II.6.4.2 Operador posição na representação momento
 - II.6.4.3 Relações de comutação importantes



Ano	2022
Tp. Período	Anual
Curso	FÍSICA - Licenciatura (420)
Disciplina	0159 - ESTUDOS AVANÇADOS EM FÍSICA (OPT)
Turma	FSN

Carga Horária: 68

PLANO DE ENSINO

- II.6.5 Operador Paridade
- II.7 Mecânica matricial e ondulatória
 - II.7.1 Mecânica matricial
 - II.7.2 Mecânica ondulatória
- III. Postulados da Mecânica Quântica
 - III.1 Introdução
 - III.2 Os Postulados fundamentais da Mecânica Quântica
 - III.3 O Estado de um sistema
 - III.3.1 Densidade de probabilidade
 - III.3.2 O Princípio de superposição
 - III.4 Observáveis e operadores
 - III.5 Medida na Mecânica Quântica
 - III.5.1 Valores esperados
 - III.5.2 Conjunto completos de operadores que comutam
 - III.5.3 Medição e relações de incerteza
 - III.6 Evolução temporal dos estados do sistema
 - III.6.1 Operador evolução temporal
 - III.6.2 Estados estacionários: Potenciais independentes do tempo
 - III.6.3 Equação de Schrödinger e Pacotes de onda
 - III.6.4 Conservação da Probabilidade
 - III.6.5 Evolução temporal dos valores esperados
 - III.7 Simetrias e Leis de Conservação
 - III.7.1 Transformações unitária infinitesimais
 - III.7.1.1 Translações temporais: $G = H/\hbar$;
 - III.7.1.2 Translações espaciais: $G = p_x/\hbar$;
 - III.7.2 Transformações unitárias finitas
 - III.7.3 Simetrias e leis de conservação
 - III.7.3.1 Conservação da energia e do momento linear
 - III.8 Relacionando a Mecânica Quântica à Mecânica Clássica
 - III.8.1 Parêntese de Poisson e Comutadores
 - III.8.2 Teorema de Ehrenfest
 - III.8.3 Mecânica Quântica e Mecânica Clássica
- IV. Problemas unidimensionais
 - IV.1 Introdução
 - IV.2 Propriedades do movimento 1D
 - IV.2.1 Espectros discretos (estados ligados)
 - IV.2.2 Espectros contínuos (estados não-ligados)
 - IV.2.3 Espectros mistos
 - IV.2.4 Potenciais simétricos e Paridade
 - IV.3 Partícula livre: estados contínuos (espectros contínuos)
 - IV.4 O potencial degrau
 - IV.5 A barreira de potencial e poço
 - IV.5.1 Situação $E > V_0$
 - IV.5.2 Situação $E < V_0$
 - IV.7.2 As soluções de estados ligados ($0 < E < V_0$)
 - IV.8 O oscilador harmônico
 - IV.8.1 Autovalores de energia
 - IV.8.2 Autofunções de energia
 - IV.8.3 Autofunções de energia na representação espacial
 - IV.8.4 Funções de onda do oscilador e polinômios de Hermite
 - IV.8.5 Representação matricial de diferentes operadores
 - IV.8.6 Valores esperados de diferentes operadores
- V. Momento Angular
 - V.1 Introdução
 - V.2 Momento angular orbital
 - V.3 Formalismo geral do momento angular
 - V.4 Representação matricial do momento angular
 - V.5 Representação geométrica do momento angular
 - V.6 Momento angular de spin
 - V.6.1 Evidência experimental do spin
 - V.6.2 Teoria geral do spin
 - V.6.3 Spin 1/2 e as matrizes de Pauli

Ano	2022
Tp. Período	Anual
Curso	FÍSICA - Licenciatura (420)
Disciplina	0159 - ESTUDOS AVANÇADOS EM FÍSICA (OPT)
Turma	FSN

Carga Horária: 68

PLANO DE ENSINO

V.7 Autofunções do Momento angular orbital
V.7.1 Autofunções e autovalores de L_z
V.7.2 Autofunções de L
2
V.7.2.1 Primeiro método para determinar as autofunções de L
2
V.7.2.2 Segundo método para determinar as autofunções de L
2
V.7.2.3 Propriedades dos harmônicos esféricos
VI. Potencial Central
VI.1 Considerações gerais
VI.1.1 Equação radial
VI.1.2 Estrutura da solução
VI.2 Potencial Coulombiano (átomo de hidrogênio)
VI.3 Poço de potencial com simetria esférica
VI.4 Partícula livre.
VII. Métodos Aproximativos: uma introdução

III. Metodologia de Ensino

Modalidade Presencial: Aulas teóricas com uso do quadro negro e multimídia. Uso gradual de metodologias de ensino ativas onde o aluno terá participação mais ativa na construção do conhecimento em sala de aula.

Apresentações de conteúdos com slides comentados, listas de exercícios, compartilhamento de vídeos ou outro material educacional.

Atividades avaliativas individuais e/ou em grupo.

Espaço de atendimento a alunos por meio do Google Meet, Google Classroom ou grupo Whatsapp da disciplina.

IV. Formas de Avaliação

Modalidade Presencial: Atividades avaliativas presenciais sobre conhecimentos teóricos. Participação em atividades individuais e em grupo em sala de aula usando metodologias ativas.

V. Bibliografia

Básica

- SAKURAI, J. J. Modern quantum mechanics. USA: Addison-Wesley, 1994.
- ZETTLI, N. Quantum Mechanics: concepts and applications. John Wiley&Sons. Ltd. 2nd ed. 2009.

Complementar

- LANDAU, L; LIFSHITZ, E. Curso abreviado de física teorica: mecanica cuantica. Moscu, RUS: Mir, 1974.
- LIBOFF, Richard L. Introductory quantum mechanics. 4. ed. San Francisco: Addison-Wesley, 2003.
- GRIFFITHS, D. J., Schroeter, D. F. Introduction to quantum mechanics. 3rd. ed. Cambridge University Press, 2018.
- HOUSTON, William V. Principles of quantum mechanics: nonrelativistic wave mechanics with illustrative applications. Nova Iorque: Dover, 1959.
- SCHIFF, Leonard I. Quantum mechanics. 2.ed. USA: McGraw-Hill, 1955.
- PAULING, Linus; WILSON, E. Bicht. Introduction to quantum mechanics. New York: McGraw-Hill Book Company, 1935.
- MCMURRY, Sara M. Quantum mechanics. USA: Addison Wesley, 1994.
- C. Cohen-Tannondji, B. Diu, and F. Laloe, Quantum Mechanics (vol. I). John Wiley, 1977.

APROVAÇÃO

Inspetoria: DEFIS/G

Tp. Documento: Ata Departamental

Documento: 1

Data: 23/11/2022