

Carlos A. Kuhnen

Mecânica Geral

Florianópolis, 2009

Comissão Editorial

Demétrio Delizoicov Neto, Frederico F. de Souza Cruz, Gerson Renzetti
Ouriques, José André Angotti, Nilo Kùhlkamp, Silvio Luiz Souza Cunha.

Coordenação Pedagógica das Licenciaturas à Distância UFSC/CED/CFM

Coordenação Roseli Zen Cerny

Núcleo de Formação

Responsável Nilza Godoy Gomes

Núcleo de Criação e Desenvolvimento de Material

Responsável Isabella Benfica Barbosa

Design Gráfico e Editorial Carlos Antonio Ramirez Righi, Diogo Henrique
Ropelato, Mariana da Silva

Produção Gráfica e Hipermídia Thiago Rocha Oliveira

Design Instrucional Geraldo Wellington Rocha Fernandes, Rodrigo Macha-
do Cardoso

Revisão Ortográfica Christiane Maria Nunes de Souza

Preparação de Gráficos Flaviza Righeto, Gabriela Dal Toé Fortuna, Rafael de
Queiroz, Jonatan Nicolau Lopes

Ilustrações Aberturas de Capítulos Bruno Martone Nucci, Robson Felipe
Parucci dos Santos

Editoração Eletrônica Flaviza Righeto, Gabriela Dal Toé Fortuna, Rafael de
Queiroz Oliveira

*Copyright © 2009, Universidade Federal de Santa Catarina / Consórcio RediSul
Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada, por qual-
quer meio eletrônico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização, por escrito, da
Coordenação Acadêmica do Curso de Licenciatura em Física na Modalidade à Distância.*

K96m

Kuhnen, Carlos A.

Mecânica Geral / Carlos A. Kuhnen - Florianópolis : UFSC/EAD/
CED/CFM, 2009.

275p.

ISBN 978-85-99379-46-2

1. Física. 2. Mecânica. I. Título.

CDU 531

Catálogo na fonte: Eleonora Milano Falcão Vieira

Sumário

Apresentação	7
1 Mecânica Newtoniana.....	9
Introdução	11
1.1 Espaço e Tempo	12
1.2 As Leis de Newton	15
1.2.1 Primeira lei e referenciais inerciais	17
1.2.2 Segunda e terceira leis: massa e força.....	18
1.3 Movimento em uma Dimensão	22
1.3.1 Teorema do momento linear e da energia.....	22
1.3.2 Força constante e força dependente do tempo.....	25
1.3.3 Forças dependentes da posição: energia potencial	26
1.3.4 Forças dependentes da velocidade: velocidade limite ...	33
2 Oscilações	45
2.1 Oscilações lineares e não-lineares	47
2.2 Oscilações lineares.....	50
2.2.1 Oscilador harmônico simples.....	50
2.2.2 Oscilador harmônico amortecido	55
2.2.3 Energia do oscilador amortecido	62
2.2.4 Fator de qualidade	64
2.3 Oscilador harmônico forçado.....	65
2.3.1 Amplitude das oscilações e ressonância	68
2.3.2 Potência e dissipação da energia mecânica.....	72
2.4 Analogias entre oscilações mecânicas e elétricas.....	75
2.5 Princípio de superposição	77
2.6 Oscilações não-lineares	79
2.6.1 Sistema não-linear simétrico	80
3 Movimento em Duas e Três Dimensões	91
Introdução.....	93
3.1 Cinemática no Plano	94
3.1.1 Coordenadas retangulares.....	94
3.1.2 Coordenadas polares.....	96
3.1.3 Cinemática em três dimensões.....	99
3.2 Elementos de Cálculo Vetorial	99
3.2.1 Integral de Linha	99
3.2.2 Gradiente.....	103

3.2.3 Divergente	105
3.2.4 Rotacional.....	106
3.3 Teoremas do Momento Linear e da Energia	108
3.4 Teorema do Momento Angular	110
3.5 Movimento de Projéteis	112
3.6 Energia potencial	121
4 Força Central	137
4.1 Forças Centrais.....	140
4.2 Movimento sob a Ação de uma Força Central	143
4.3 Força Central Inversamente Proporcional ao Quadrado da Distância.....	154
4.4 As Leis de Kepler para o Movimento dos Planetas	165
4.5 Força do Inverso do Quadrado Repulsiva – O Problema de Rutherford.....	176
5 Dinâmica de um Sistema de Partículas.....	185
5.1 Conservação do Momento Linear	187
5.2 Conservação do Momento Angular	193
5.3 Conservação da Energia.....	199
5.4 Sistemas de Massa Variável	201
5.5 Colisões entre Dois Corpos	211
5.6 O Problema de Dois Corpos	220
6 Sistemas de Coordenadas em Movimento.....	233
6.1 Referenciais Inerciais e Não-inerciais	235
6.2 Sistemas de coordenadas em rotação	244
6.3 Dinâmica em Sistemas em Rotação	251
6.4 Efeitos Estáticos e Dinâmicos devido à Rotação da Terra.....	257
6.4.1 Efeitos estáticos.....	257
6.4.2 Efeitos dinâmicos	259