

Sumário

Prefácio	9
Lista de Figuras	15
Lista de Tabelas	23
I INTRODUÇÃO	27
1 Vetores e Grandezas Vetoriais	29
1.1 Introdução aos Vetores	29
1.2 Sistemas de Coordenadas Retangulares	40
1.3 Sistema de Coordenadas Polares	48
1.4 Sistema de Coordenadas Cilíndricas	52
1.5 Sistema de Coordenadas Esféricas	55
1.6 Grandezas Escalares e Vetoriais	57
1.7 Operadores e Teoremas Vetoriais	65
1.8 Exemplos Resolvidos	85
1.9 Exercícios	94
2 Algumas Séries Úteis em Física	99
2.1 Série de Taylor	99
2.2 Série de Fourier	110
2.3 Série Geométrica	120
2.4 Exercícios	122
3 Função Delta de Dirac	125
3.1 Função Delta de Dirac Unidimensional	125
3.2 Delta de Dirac Tridimensional	150
3.3 Exercícios	155

II	ELETROSTÁTICA	157
4	Carga e Força Elétrica	159
4.1	Carga Elétrica	159
4.2	Processos de Eletrização	164
4.2.1	Eletrização por Atrito ou Triboeletrização	165
4.2.2	Eletrização por Contato	166
4.2.3	Eletrização por Indução	167
4.3	Força Elétrica	169
4.4	Mãos à Obra: Pêndulo Eletrostático e Eletroscópio	190
4.4.1	Pêndulo Eletrostático	191
4.4.2	Eletroscópio	192
4.5	Exercícios	194
5	Campo Elétrico	197
5.1	Conceitos Fundamentais	197
5.2	Linhas de Campo Elétrico e Lei de Gauss	215
5.3	Obtenção Matemática da Lei de Gauss	222
5.4	Aplicações da Lei de Gauss	225
5.5	O Dipolo Elétrico	243
5.6	Torque sobre um Dipolo Elétrico	249
5.7	Delta de Dirac e Cargas Pontuais	255
5.8	Força Elétrica Sobre Cargas Superficiais	269
5.9	Mãos à Obra: Lei de Gauss e Blindagem Elétrica	275
5.9.1	Recipiente Metálico e Lei de Gauss	275
5.9.2	Peneiras e Blindagem Elétrica	278
5.10	Exercícios	279
6	Potencial Elétrico	283
6.1	Energia Potencial Elétrica e Força Elétrica	283
6.2	Definição de Potencial Elétrico	295
6.3	Potencial Elétrico de um Dipolo Elétrico	330
6.4	Continuidade do Campo e do Potencial Elétricos numa Interface	339
6.5	Linhas de Campo Elétrico e Superfícies Equipotenciais	344
6.6	Mãos à Obra: Gerador de Van de Graaff	347
6.6.1	Gerador de Van de Graaff e Linhas de Campo Elétrico	348
6.7	Exercícios	351

7	Equação de Laplace	355
7.1	Propriedades Gerais das Equações de Poisson e de Laplace	357
7.2	Equação de Laplace em Coordenadas Retangulares	362
7.2.1	Equação de Laplace em Coordenadas Retangulares Bidimensionais	362
7.2.2	Equação de Laplace em Coordenadas Retangulares Tridimensionais	379
7.3	Equação de Laplace em Coordenadas Polares	394
7.4	Equação de Laplace em Coordenadas Esféricas	405
7.4.1	Soluções da Equação de Laplace em Coordenadas Esféricas Envolvendo os Polinômios de Legendre	410
7.4.2	Soluções da Equação de Laplace em Coordenadas Esféricas Envolvendo os Polinômios Generalizados de Legendre	453
7.5	Equação de Laplace em Coordenadas Cilíndricas	486
7.5.1	Solução da Equação de Laplace em Coordenadas Cilíndricas quando $k = 0$	487
7.5.2	Solução da Equação de Laplace em Coordenadas Cilíndricas quando $k \neq 0$	508
7.6	Mãos à Obra: Simulação de Raios e Poder das Pontas	532
7.6.1	Vento Elétrico	532
7.6.2	Torniquete Elétrico	534
7.6.3	Simulação de Raios	535
7.7	Exercícios	536
8	Método das Imagens	539
8.1	Aplicações do Método das Imagens em Coordenadas Retangulares	539
8.1.1	Carga Pontual Situada em frente a um Plano Infinito Aterrado	540
8.1.2	Carga Pontual Situada em frente a Dois Planos Infinitos Aterrados que Formam um Ângulo Reto	550
8.1.3	Carga Pontual entre Dois Planos Paralelos	554
8.2	Exemplos do Método das Imagens em Coordenadas Esféricas	557
8.2.1	Carga Pontual e uma Esfera Condutora Aterrada	558
8.2.2	Carga Pontual e uma Esfera Condutora Carregada	563
8.2.3	Carga Pontual e uma Esfera Condutora Mantida a um Potencial Fixo	566
8.3	Exemplo do Método das Imagens em Coordenadas Cilíndricas	569
8.3.1	Linha de Cargas e um Plano Condutor Aterrado	570

8.4	Exercícios	573
9	Expansão em Multipolos Elétricos	575
9.1	Expansão do Potencial Elétrico em Multipolos	575
9.2	Expansão da Energia Potencial Elétrica em Multipolos	623
9.3	Exercícios	627
10	Funções de Green Eletrostáticas	631
10.1	Relação entre o Teorema de Green e o Potencial Elétrico	631
10.2	Funções de Green	634
10.2.1	Esfera Condutora Submetida a um Potencial Qualquer sobre a Superfície	638
10.3	Obtenção das Funções de Green em Coordenadas Esféricas	660
10.4	Funções de Green em Coordenadas Cilíndricas	692
10.5	Exercícios	702
11	Campos Elétricos em Meios Dielétricos	705
11.1	Visão Microscópica Qualitativa dos Dielétricos	706
11.2	Campo Elétrico de um Dielétrico	711
11.3	Condições de Contorno na Interface entre Dois Meios Dielétricos	743
11.4	Visão Microscópica Quantitativa dos Dielétricos	798
11.4.1	Polarização de Dipolos Intrínsecos	804
11.4.2	Polarização de Dipolos Induzidos	809
11.4.3	Polarização em Materiais Ferroelétricos	813
11.5	Energia em Meios Dielétricos	816
11.5.1	Teorema de Thomson	827
11.5.2	Energia de um Dielétrico Imerso noutro Dielétrico	831
11.6	Exercícios	838
12	Capacitores	841
12.1	Estudo de Capacitores Elementares	842
12.2	Energia Armazenada em Capacitores	854
12.3	Associação de Capacitores	856
12.3.1	Associação de Capacitores em Série	857
12.3.2	Associação de Capacitores em Paralelo	860
12.3.3	Associação Mista de Capacitores	862
12.4	Forças e Torques em Capacitores	870

12.5	Mãos à Obra: Capacitores	886
12.5.1	Garrafa de Leyden	886
12.5.2	Experiência de Millikan	888
12.6	Exercícios	892
Apêndices		895
A Constantes Físicas		897
B Operadores Diferenciais		899
B.1	Coordenadas Retangulares	899
B.2	Coordenadas Cilíndricas	901
B.3	Coordenadas Esféricas	908
B.4	Exercícios	919
C Equação, Polinômios e Séries de Legendre		921
C.1	Resolução da Equação de Legendre	921
C.2	Série de Legendre	939
C.3	Resolução da Equação Generalizada de Legendre	940
C.4	Harmônicos Esféricos $Y_{\ell,m}(\theta, \phi)$	954
C.5	Exercícios	961
D Equação, Funções e Série de Bessel		963
D.1	Equação de Bessel e Funções de Bessel	963
D.1.1	Solução para 2ν Não-Inteiro	971
D.1.2	Solução para ν Semi-Inteiro	972
D.1.3	Solução para ν Inteiro	976
D.2	Série de Bessel	1000
D.3	Funções de Bessel Modificadas	1014
D.4	Exercícios	1018
Referências Bibliográficas		1021
Índice Remissivo		1027