

# Sumário

<b>Prefácio</b>	<b>11</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>15</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>23</b>
<b>VI RADIAÇÃO</b>	<b>25</b>
<b>21 Potenciais, Campos e Transformações de Calibre</b>	<b>27</b>
21.1 Potenciais Escalares e Vetoriais . . . . .	27
21.2 Calibre de Coulomb . . . . .	38
21.3 Calibre de Lorentz . . . . .	47
21.4 Soluções da Equação de Onda e Potenciais Retardados . . . . .	51
21.5 Funções de Green para as Equações de Onda . . . . .	53
21.6 Equações de Jefimenko . . . . .	98
21.7 Potenciais e Campos de Liénard-Wiechert . . . . .	108
21.8 Lagrangeana e Hamiltoniana de uma Partícula num Campo Eletromagnético . . . . .	177
21.9 Potenciais de Polarização . . . . .	190
21.10 Exercícios . . . . .	203
<b>22 Leis de Conservação no Eletromagnetismo</b>	<b>207</b>
22.1 Lei de Conservação da Carga Elétrica . . . . .	207
22.2 Lei de Conservação da Energia . . . . .	210
22.3 Lei de Conservação do Momento Linear . . . . .	227
22.4 Lei de Conservação do Momento Angular . . . . .	244
22.5 Quantização da Carga Elétrica e Monopolos Magnéticos . . . . .	262
22.6 Exercícios . . . . .	291

<b>23 Propagação de Ondas Eletromagnéticas</b>	<b>293</b>
23.1 Equação da Onda e Conceitos Iniciais . . . . .	294
23.2 Ondas Eletromagnéticas Planas no Vácuo . . . . .	311
23.3 Ondas Eletromagnéticas Planas em Meios Dielétricos . . . . .	333
23.4 Ondas Eletromagnéticas Planas em Meios Condutores . . . . .	344
23.5 Dispersão e Absorção . . . . .	373
23.6 Superposição de Ondas Monocromáticas . . . . .	390
23.7 Causalidade e Relações de Kramers-Kronig . . . . .	396
23.8 Exercícios . . . . .	418
<b>24 Reflexão e Refração de Ondas Eletromagnéticas</b>	<b>421</b>
24.1 Reflexão e Refração para Incidência Normal na Interface entre Dois Dielétricos . . . . .	422
24.2 Reflexão e Refração para Incidência Oblíqua na Interface entre Dois Dielétricos . . . . .	430
24.2.1 Campo Elétrico Paralelo ao Plano de Incidência . . . . .	439
24.2.2 Campo Elétrico Perpendicular ao Plano de Incidência . . . . .	447
24.2.3 Reflexão Interna Total . . . . .	452
24.3 Reflexão e Refração numa Interface entre um Dielétrico e um Condutor . . . . .	459
24.3.1 Incidência Normal . . . . .	460
24.3.2 Incidência Oblíqua . . . . .	466
24.4 Exercícios . . . . .	480
<b>25 Guias de Ondas Eletromagnéticas</b>	<b>483</b>
25.1 Propagação de Ondas entre Dois Planos Condutores . . . . .	484
25.2 Guias de Ondas Formadas por um Condutor Oco em Forma de Tubo . . . . .	492
25.2.1 Guias de Ondas de Seção Reta Retangular . . . . .	525
25.2.2 Guias de Ondas de Seção Reta Circular . . . . .	536
25.3 Cavidades Ressonantes . . . . .	543
25.4 Exercícios . . . . .	564
<b>26 Radiação de Cargas Pontuais</b>	<b>567</b>
26.1 Radiação Emitida em Baixas Velocidades . . . . .	570
26.2 Radiação Emitida por uma Carga com Velocidade e Aceleração Colineares . . . . .	573
26.3 Radiação Emitida para uma Orientação Qualquer entre Velocidade e Aceleração . . . . .	584

26.4	Radiação Emitida por uma Carga em Movimento Circular Uniforme . . . . .	602
26.5	Distribuição em Frequência da Radiação Emitida por Cargas Pontuais em Movimento . . . . .	613
26.5.1	Wigglers . . . . .	648
26.5.2	Unduladores . . . . .	649
26.6	Exercícios . . . . .	649
<b>27</b>	<b>Radiação de Multipolos e Antenas</b>	<b>651</b>
27.1	Dois Sistemas Radiativos Importantes . . . . .	652
27.1.1	Radiação Emitida por um Dipolo Elétrico Oscilante . . . . .	652
27.1.2	Radiação Emitida por um Dipolo Magnético Oscilante . . . . .	661
27.2	Radiação Emitida por Distribuições Localizadas de Cargas e Correntes . . . . .	669
27.3	Zona Estática ou Próxima . . . . .	672
27.4	Zona de Radiação ou Distante . . . . .	674
27.4.1	Dipolo Elétrico . . . . .	675
27.4.2	Dipolo Magnético . . . . .	685
27.4.3	Quadrupolo Elétrico . . . . .	689
27.5	Expansão em Multipolos para os Campos . . . . .	707
27.5.1	Expansão em Multipolos para os Campos para uma Região sem Fontes . . . . .	707
27.5.2	Expansão em Multipolos para os Campos para uma Região com Fontes . . . . .	719
27.6	Distribuição Angular da Potência Irradiada pelos Momentos de Multipolo . . . . .	747
27.6.1	Distribuição Angular da Potência Irradiada por um Multipolo Puro . . . . .	757
27.6.2	Distribuição Angular da Potência Irradiada por Multipolos com Mesmo $\ell$ . . . . .	759
27.6.3	Distribuição Angular da Potência Irradiada por Multipolos com $\ell$ Quaisquer . . . . .	764
27.7	Distribuição Angular de Energia e Momento Angular Associados aos Multipolos . . . . .	792
27.8	Exercícios . . . . .	807
<b>28</b>	<b>Difração</b>	<b>811</b>
28.1	Princípio de Huygens e Visão Qualitativa da Difração . . . . .	812
28.2	Teoria Escalar de Difração . . . . .	814
28.3	Difração de Fraunhofer . . . . .	835

28.3.1	Difração por Fenda Única . . . . .	839
28.3.2	Difração por Fenda Dupla e por Múltiplas Fendas . . . . .	842
28.3.3	Fenda Retangular . . . . .	855
28.3.4	Fenda Circular . . . . .	858
28.4	Difração de Fresnel . . . . .	866
28.5	Expansão de Ondas Eletromagnéticas Planas em Ondas Esféricas . . . . .	874
28.6	Espalhamento por uma Esfera Perfeitamente Condutora . . . . .	891
28.7	Espalhamento Thomson . . . . .	915
28.8	Exercícios . . . . .	921
<b>29</b>	<b>Reação de Radiação</b>	<b>923</b>
29.1	Cálculo Preliminar da Reação de Radiação Baseado na Conservação de Energia . . . . .	923
29.2	Cálculo da Reação de Radiação para um Modelo Dipolar para uma Carga Pontual . . . . .	926
29.3	Cálculo da Reação de Radiação para um Elétron . . . . .	939
29.4	Exercícios . . . . .	952
<b>30</b>	<b>Relatividade Restrita e Eletromagnetismo</b>	<b>953</b>
30.1	Princípio de Relatividade de Galileu . . . . .	953
30.2	Princípio de Relatividade de Einstein . . . . .	957
30.2.1	Simultaneidade . . . . .	964
30.2.2	Dilatação do tempo . . . . .	969
30.2.3	Contração do Comprimento . . . . .	971
30.3	Transformações de Lorentz . . . . .	984
30.4	Mecânica Relativística . . . . .	1003
30.5	Eletromagnetismo e Relatividade . . . . .	1035
30.6	Exercícios . . . . .	1068
	<b>Apêndices</b>	<b>1071</b>
<b>G</b>	<b>Equação de Helmholtz</b>	<b>1073</b>
G.1	Equação de Helmholtz e Funções de Bessel Esféricas . . . . .	1073
G.2	Expansão da Função de Green em Funções de Bessel Esféricas . . . . .	1086
G.3	Exercícios . . . . .	1094
<b>H</b>	<b>Lentes Esféricas</b>	<b>1095</b>
H.1	Lentes Esféricas Delgadas . . . . .	1095

H.2	Lentes Esféricas Espessas e o Método Matricial . . . . .	1105
H.3	Exercícios . . . . .	1113
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>1115</b>
	<b>Índice Remissivo</b>	<b>1121</b>