

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

PREFÁCIO

1 ELECTROSTÁTICA 1

1.1 O Conceito de Campo e o Estudo dos Fenómenos Electromagnéticos

1.2 Campo Eléctrico e Campo Magnético

1.3 Campo Eléctrico

1.3.1 Lei de Coulomb

1.3.2 Potencial

1.3.3 Linhas de campo e equipotenciais

1.3.4 Dipolo eléctrico

1.3.5 Distribuição arbitrária de cargas

1.3.6 Presença de condutores

1.4 Lei de Gauss e Aplicações

1.4.1 Lei de Gauss

1.4.2 Condições fronteira para o campo ?

1.4.3 Algumas aplicações simples da lei de Gauss

1.4.4 Influência eléctrica: elementos equivalentes

1.5 Capacidade de Sistemas de Condutores

1.5.1 Capacidade de um condutor

1.5.2 Coeficientes de capacidade

1.5.3 Condensadores

1.5.4 Condensador plano

1.5.5 Condensador esférico

1.6 Equações de Poisson e Laplace

1.6.1 Introdução

1.6.2 Solução da equação de Laplace a uma dimensão

1.6.3 Soluções gerais da equação de Laplace

1.6.4 O método das imagens

1.6.5 Soluções numéricas da equação de Laplace

1.7 Dieléctricos

1.7.1 Introdução

1.7.2 Polarização de um dieléctrico

1.7.3 Vector deslocamento. Permittividade de um dieléctrico

1.7.4 Condições fronteira na superfície de separação de dois dieléctricos

1.7.5 Aplicações

1.8 Energia do Campo Electrostático

1.8.1 Energia dum sistema de cargas

1.8.2 Energia dum sistema de condutores

1.8.3 Expressão de Maxwell para a energia

1.8.4 Energia de um dieléctrico colocado num campo exterior

1.8.5 Energia dum dipolo num campo exterior

1.8.6 Raio clássico do electrão

Problemas Capítulo 1

2 MAGNETOSTÁTICA

2.1 Corrente Eléctrica Estacionária

2.1.1 Densidade de corrente

2.1.2 Intensidade de corrente I

2.1.3 Equação da continuidade

2.1.4 Lei de Ohm

2.1.5 Resistência dum condutor

2.1.6 Força electromotriz (f.e.m.)

2.1.7 Lei dos nós

2.2 Lei de Biot-Savart

2.3 Força Magnética

2.3.1 Força sobre cargas eléctricas em movimento

2.3.2 Forças sobre correntes

2.4 Lei de Ampère

2.5 As Equações Fundamentais da Magnetostática

2.5.1 O potencialvector

2.5.2 Unicidade de \vec{A}

2.5.3 Dedução da lei de Ampère

2.5.4 A divergência de \vec{B} . As equações da magnetostática

2.6 Fluxo Magnético. Coeficientes de Indução

2.6.1 Fluxo magnético Φ

2.6.2 Coeficientes da indução

2.7 Dipolo Magnético

2.7.1 O potencial e campo do dipolo magnético

2.7.2 Acção dum campo magnético uniforme sobre um dipolo magnético

2.8 Substâncias Magnéticas. Vector Campo Magnético

2.8.1 Vector magnetização \vec{M}

2.8.2 Correntes de magnetização

2.8.3 Vector campo magnético \vec{H}

2.8.4 Substâncias magnéticas

2.8.5 Permeabilidade magnética

2.8.6 Condições fronteira

2.9 Energia do Campo Magnetostático

2.9.1 Expressão da energia em termos das correntes

2.9.2 Energia de um sistema de correntes

2.9.3 Expressão da energia em termos dos campos

Problemas Capítulo 2

3 EQUAÇÕES DE MAXWELL

3.1 Indução Electromagnética

3.1.1 Lei de Faraday

- 3.1.2 Coeficientes de auto-indução (L) e de indução mútua (M)
- 3.2 Corrente de Deslocamento
- 3.3 Equações de Maxwell
- 3.4 Equações para os Potenciais
 - 3.4.1 Relação entre os campos e os potenciais
 - 3.4.2 Invariância padrão (gauge)
 - 3.4.3 Equações para os potenciais
 - 3.4.4 Potenciais de Lorenz
- 3.5 Equações de Maxwell Longe das Fontes
 - 3.5.1 Cargas e correntes nulas ($\rho=0$; $J=0$)
 - 3.5.2 Meios condutores ($\rho=0$; $J=? E$) 157
- 3.6 Energia do Campo Electromagnético
- Problemas Capítulo 3

4 ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

- 4.1 Equação das Ondas
 - 4.1.1 Introdução
 - 4.1.2 Ondas planas
 - 4.1.3 Ondas planas monocromáticas
 - 4.1.4 Representação complexa
 - 4.1.5 Período e comprimento de onda
 - 4.1.6 Propagação numa direcção arbitrária
- 4.2 Ondas Electromagnéticas Planas
 - 4.2.1 Ondas electromagnéticas
 - 4.2.2 Carácter transversal das ondas electromagnéticas
 - 4.2.3 Relação entre \vec{H} numa onda plana
- 4.3 Polarização das Ondas Electromagnéticas
 - 4.3.1 Introdução
 - 4.3.2 Polarização circular: $|E_x| = |E_y| = E_0$
 - 4.3.3 Polarização linear: $|E_x| =$ ou $\neq |E_y|$, mas em fase
 - 4.3.4 Polarização elíptica: $|E_x| \neq |E_y|$, mas desfasados
- 4.4 Energia das Ondas Planas Electromagnéticas
 - 4.4.1 Valor médio de grandezas sinusoidais
 - 4.4.2 Energia das ondas planas electromagnéticas
- 4.5 Leis da Reflexão e Refracção
- 4.6 Equações de Fresnel
 - 4.6.1 E perpendicular ao plano de incidência
 - 4.6.2 E paralelo ao plano de incidência
 - 4.6.3 Incidência normal
 - 4.6.4 Coeficientes de reflexão e de transmissão
 - 4.6.5 Ângulo de Brewster
 - 4.6.6 Reflexão total
- 4.7 Princípio de Fermat
 - 4.7.1 Propagação rectilínea da luz
 - 4.7.2 Lei da reflexão

- 4.7.3 Lei da refração
- 4.7.4 Miragens
- 4.8 Arco-íris
- 4.9 Interferência
 - 4.9.1 Introdução
 - 4.9.2 A matemática da interferência
 - 4.9.3 A experiência de Young
 - 4.9.4 Agregados de antenas
- 4.10 Difração
- 4.11 Velocidade de Fase e Velocidade de Grupo
- 4.12 Propagação Guiada: Guias de Ondas
 - 4.12.1 Guias de ondas rectangulares
 - 4.12.2 Frequência de corte e velocidade de grupo
 - 4.12.3 O campo magnético
- Problemas Capítulo 4

5 ONDAS EM MEIOS DISPERSIVOS

- 5.1 Introdução
- 5.2 Polarização Electrónica e Atómica
 - 5.2.1 Campo aplicado estático
 - 5.2.2 Campo aplicado variável
 - 5.2.3 Cálculo mais rigoroso
 - 5.2.4 Generalizações
 - 5.2.5 Fórmula de Drude para a condutividade
- 5.3 A Permittividade em Situações Reais
 - 5.3.1 Gases a baixas pressões
 - 5.3.2 Gases polares a baixas pressões
 - 5.3.3 A permissividade de líquidos não polares: a equação de Clausius-Mossotti
 - 5.3.4 A permissividade de líquidos polares: a equação de Debye
- 5.4 Atenuação das Ondas Electromagnéticas
 - 5.4.1 Expressões gerais
 - 5.4.2 Casos especiais
- 5.5 Ondas Electromagnéticas em Meios Condutores
 - 5.5.1 Efeito pelicular
 - 5.5.2 Índice de refração dos metais
 - 5.5.3 Reflexão em superfícies metálicas: incidência normal
- Problemas Capítulo 5

6 SOLUÇÃO GERAL DAS EQUAÇÕES DE MAXWELL

- 6.1 Potenciais Retardados
- 6.2 Dipolo Oscilante
 - 6.2.1 O potencial ϕ_A
 - 6.2.2 O potencialescalar ϕ
 - 6.2.3 Os campos
 - 6.2.4 Potência radiada por um dipolo oscilante

- 6.2.5 Antena linear
- 6.3 Difusão da Luz
 - 6.3.1 Espectro visível
 - 6.3.2 Raios X
 - 6.3.3 Polarização
- 6.4 Campos duma Carga em Movimento
 - 6.4.1 Os potenciais de Liénard-Wiechert
 - 6.4.2 Os campos duma carga em movimento
- Problemas Capítulo 6

7 O ELECTROMAGNETISMO E A TEORIA DA RELATIVIDADE

- 7.1 Introdução
- 7.2 Postulados da Relatividade
- 7.3 Consequências das Transformações de Lorentz
 - 7.3.1 Dilatação do tempo
 - 7.3.2 Contração de Lorentz
 - 7.3.3 Simultaneidade
 - 7.3.4 Dinâmica relativista
 - 7.3.5 Transformação das velocidades
- 7.4 A Geometria do Espaço-Tempo
 - 7.4.1 Intervalos de espaço-tempo
 - 7.4.2 Cone de luz
 - 7.4.3 Quadri-vectores
- 7.5 Electrodinâmica Relativista
 - 7.5.1 Equações para os potenciais
 - 7.5.2 Equações de movimento de uma carga eléctrica
 - 7.5.3 Transformações de Lorentz dos campos \mathbf{E} e \mathbf{B}
 - 7.5.4 É a lei de Biot-Savart uma lei aproximada?
 - 7.5.5 Covariância das equações de Maxwell
- 7.6 Leis de Transformação das Frequências
 - 7.6.1 Efeito de Doppler relativístico
 - 7.6.2 O pseudo paradoxo dos gémeos
- Problemas Capítulo 7

A A MATEMÁTICA DO ELECTROMAGNETISMO

- A.1 Introdução
- A.2 Sistemas de Coordenadas
 - A.2.1 Coordenadas polares
 - A.2.2 Coordenadas cilíndricas
 - A.2.3 Coordenadas esféricas
- A.3 Cálculo Integral em \mathbb{R}^n
 - A.3.1 Integrais a uma dimensão
 - A.3.2 Integrais de superfície
 - A.3.3 Integrais de volume
- A.4 Campos Escalares e Vectoriais

A.5 Superfícies, Ângulo Sólido e Fluxo

A.5.1 Superfícies orientadas

A.5.2 Ângulo sólido

A.5.3 Fluxo dum campo vectorial

A.6 Operadores Diferenciais

A.6.1 Gradiente

A.6.2 Divergência

A.6.3 Rotacional

A.6.4 Laplaciano

A.6.5 Identidades importantes

A.6.6 Coordenadas curvilíneas

Problemas Apêndice A

Constantes físicas, grandezas e unidades SI

Soluções dos Problemas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÍNDICE REMISSIVO