

P. Mazzoldi – M. Nigro – C. Voci

Dipartimento di Fisica G. Galilei
Università di Padova

FISICA

ELETTROMAGNETISMO – ONDE

Vol. II

*II Edizione
riveduta ed ampliata*

RAISFS

Capitolo 1 Forza elettrica. Campo elettrostatico			4.7	Energia del campo elettrostatico	Pag. 121
1.1	Cariche elettriche. Isolanti e conduttori	Pag. 5	4.8	Energia di un sistema di cariche	" 124
1.2	Struttura elettrica della materia	" 7	4.9	Forza tra le armature di un condensatore. Pressione elettrostatica	" 128
1.3	Misura delle cariche elettriche. Legge di Coulomb	" 9	4.10	Il metodo delle cariche immagini	" 132
1.4	Campo elettrostatico	" 16	4.11	Funzioni armoniche. Problemi di Dirichlet	" 137
1.5	Campo elettrostatico prodotto da una distribuzione continua di carica	" 20	Capitolo 5 Dielettrici		
1.6	Linee di forza del campo elettrostatico	" 26	5.1	La costante dielettrica	" 140
1.7	Moto di una carica in un campo elettrostatico. Esperienza di Rutherford	" 28	5.2	Polarizzazione dei dielettrici	" 143
1.8	Determinazione della carica elementare. Esperienza di Millikan	" 32	5.3	Campo elettrico prodotto da un dielettrico polarizzato	" 145
1.9	Commenti conclusivi	" 34	5.4	Campo elettrico all'interno di un dielettrico polarizzato	" 147
Capitolo 2 Lavoro elettrico. Potenziale elettrostatico			5.5	Equazioni generali dell'elettrostatica in presenza di dielettrici. Il vettore induzione dielettrica	" 150
2.1	Lavoro della forza elettrica. Tensione. Potenziale	" 37	5.6	Dipendenza della polarizzazione dal campo elettrico. Mezzi isotropi e anisotropi	" 152
2.2	Calcolo del potenziale elettrostatico	" 39	5.7	Discontinuità dei campi sulla superficie di separazione tra due dielettrici	" 155
2.3	Energia potenziale elettrostatica	" 43	5.8	Campo elettrico all'interno di una cavità in un dielettrico	" 159
2.4	Il campo elettrostatico come gradiente del potenziale	" 53	5.9	L'energia elettrostatica nei dielettrici	" 162
2.5	Superficie equipotenziali	" 60	5.10	Meccanismi di polarizzazione nei dielettrici isotropi	" 167
2.6	Rotore di un campo vettoriale. Teorema di Stokes. Applicazione al campo elettrostatico	" 61	5.11	La costante dielettrica dei liquidi. Equazione di Clausius-Mossotti	" 172
2.7	Il dipolo elettrico	" 66	Capitolo 6 Corrente elettrica		
2.8	Potenziale di un sistema di cariche nell'approssimazione di dipolo	" 69	6.1	Conduzione elettrica	" 177
2.9	La forza su di un dipolo elettrico. Interazione tra dipoli	" 72	6.2	Corrente elettrica	" 180
Capitolo 3 La legge di Gauss			6.3	Legge di conservazione della carica. Regime di corrente stazionaria	" 182
3.1	Flusso del campo elettrico. Legge di Gauss	" 79	6.4	Modello classico della conduzione elettrica. Legge di Ohm	" 184
3.2	Alcune applicazioni e conseguenze della legge di Gauss	" 84	6.5	Legge di Ohm per i conduttori metallici. Resistenza elettrica. Effetto Joule	" 187
3.3	Campo elettrostatico nell'intorno di uno strato superficiale di carica	" 90	6.6	Resistori in serie e in parallelo	" 194
3.4	Legge di Gauss in forma differenziale. Divergenza di un campo vettoriale	" 91	6.7	Forza elettromotrice. Legge di Ohm generalizzata	" 197
3.5	Equazioni di Maxwell per l'elettrostatica. Equazioni di Poisson e di Laplace	" 95	6.8	Il generatore Van de Graaf	" 202
3.6	Riepilogo sulle operazioni di gradiente, rotore, divergenza	" 99	6.9	Carica e scarica di un condensatore attraverso un resistore	" 204
Capitolo 4 Conduttori. Energia elettrostatica			6.10	Leggi di Kirchhoff per le reti elettriche	" 209
4.1	Conduttori in equilibrio	" 103	6.11	Alcuni circuiti particolari in corrente continua	" 212
4.2	Capacità di un conduttore isolato	" 105	6.12	Calcolo della resistenza di conduttori tridimensionali	" 217
4.3	Conduttore cavo. Schermo elettrostatico	" 107	6.13	Conduzione elettrolitica	" 218
4.4	Sistemi di conduttori	" 112	6.14	Pile e accumulatori	" 224
4.5	Condensatori	" 114			
4.6	Collegamento di condensatori	" 117			

Capitolo 7 Forza magnetica. Campo magnetico					elettronagnetica	Pag. 342
7.1 Primi fatti sperimentali sull'interazione magnetica	Pag. 227		10.2	Origine fisica della forza elettromotrice indotta	"	344
7.2 Linee di forza del campo magnetico			10.3	Applicazioni della legge di Faraday	"	350
Legge di Gauss per il campo magnetico	" 231		10.4	Legge di Felici. Misure di campo magnetico	"	358
7.3 Forza magnetica su una carica in moto	" 233		10.5	Autoinduzione	"	360
7.4 Forza magnetica su un conduttore percorso da corrente	" 237		10.6	Energia magnetica	"	362
7.5 Momenti meccanici su circuiti piani. Principio di equivalenza di Ampère	" 241		10.7	Pressione magnetica. Forze su corpi magnetizzati	"	368
7.6 Espressioni di forza, momento e lavoro tramite il flusso magnetico	" 244		10.8	Induzione mutua	"	372
7.7 Effetto Hall	" 250		10.9	Energia magnetica di circuiti accoppiati	"	373
7.8 Esempi di moti di particelle cariche in campo magnetico uniforme	" 252		10.10	Corrente di spostamento. Legge di Ampère-Maxwell	"	379
			10.11	Equazioni di Maxwell	"	383
Capitolo 8 Sorgenti del campo magnetico. Legge di Ampère			Capitolo 11 Oscillazioni elettriche. Correnti alternate			
8.1 Campo magnetico prodotto da una corrente	" 261		11.1	Oscillazioni smorzate in un circuito RLC	"	388
8.2 Calcoli di campi magnetici prodotti da circuiti particolari	" 264		11.2	Oscillazioni permanenti in un circuito RLC	"	393
8.3 Azioni elettrodinamiche tra circuiti percorsi da corrente	" 271		11.3	Circuiti in corrente alternata. Impedenza	"	396
8.4 Legge di Ampère	" 274		11.4	Metodo simbolico per i circuiti in corrente alternata	"	403
8.5 Flusso tra circuiti. Autoflusso	" 280		11.5	Alcune applicazioni	"	410
8.6 Proprietà del campo magnetostatico nel vuoto	" 283		11.6	Potenza in regime alternato	"	415
8.7 Potenziale vettore	" 285		11.7	Generatori e motori	"	418
8.8 Le trasformazioni dei campi elettrici e magnetici	" 289		Problemi		"	421
			Guida alla risoluzione dei problemi		"	443
Capitolo 9 Proprietà magnetiche della materia			Capitolo 12 Fenomeni ondulatori			
9.1 Magnetizzazione della materia	" 292		12.1	Descrizione di un'onda. Equazione differenziale delle onde piane	"	465
9.2 Permeabilità magnetica e suscettività magnetica	" 294		12.2	Richiamo sulle onde elastiche	"	469
9.3 Correnti impuriane e magnetizzazione	" 297		12.3	Onde piane armoniche	"	478
9.4 Equazioni generali della magnetostatica. Il campo H	" 300		12.4	Analisi di Fourier	"	480
9.5 Discontinuità dei campi sulla superficie di separazione tra due mezzi magnetizzati. Campi all'interno di una cavità	" 305		12.5	Onde longitudinali. Onde trasversali. Polarizzazione	"	482
9.6 Confronto tra le leggi dell'elettrostatica e della magnetostatica in mezzi omogenei indefiniti	" 309		12.6	Onde sulla superficie di un liquido	"	484
9.7 Sostanze ferromagnetiche	" 312		12.7	Propagazione dell'energia. Intensità di un'onda	"	486
9.8 Circuiti magnetici	" 314		12.8	Intensità delle onde sonore. Battimenti	"	490
9.9 Elettromagneti, magneti permanenti	" 318		12.9	Onde in più dimensioni	"	496
9.10 Correnti elettriche e momenti magnetici atomici	" 325		12.10	Pacchetti d'onde	"	502
9.11 Teoria microscopica classica del diamagnetismo e del paramagnetismo	" 330		12.11	Velocità di fase e velocità di gruppo	"	505
9.12 Cenno alla teoria del ferromagnetismo	" 337		12.12	Effetto Doppler. Onda d'urto	"	508
Capitolo 10 Campi elettrici e magnetici variabili nel tempo			Capitolo 13 Onde elettromagnetiche			
10.1 Legge di Faraday dell'induzione			13.1	Onde elettromagnetiche piane	"	513
			13.2	Polarizzazione delle onde elettromagnetiche piane	"	518
			13.3	Energia di un'onda elettromagnetica piana. Vettore di Poynting	"	520
			13.4	Quantità di moto di un'onda elettromagnetica piana. Pressione di radiazione	"	524

13.5	Onde elettromagnetiche piane, sferiche, cilindriche	Pag. 528
13.6	Radiazione elettromagnetica prodotta da un dipolo elettrico oscillante	" 530
13.7	Radiazione emessa da una carica elettrica in moto accelerato	" 534
13.8	Radiazione emessa dagli atomi. Diffusione della luce	" 538
13.9	Propagazione di un'onda elettromagnetica in un mezzo dielettrico. Dispersione	" 541
13.10	Onde elettromagnetiche nei conduttori	" 548
13.11	Effetto Doppler. Effetto Cerenkov	" 552
13.12	Spettro delle onde elettromagnetiche	" 555
13.13	La velocità della luce	" 560

Capitolo 14 Riflessione e rifrazione delle onde

14.1	Introduzione	" 563
14.2	Teorema di Kirchhoff. Principio di Huygens-Fresnel	" 563
14.3	Le leggi della riflessione e della rifrazione	" 566
14.4	Intensità delle onde elettromagnetiche riflesse e rifratte. Formule di Fresnel	" 572
14.5	Riflessione e rifrazione di onde elastiche	" 584
14.6	Propagazione di un'onda piana elettromagnetica in un mezzo anisotropo. Birifrangenza	" 586
14.7	Applicazioni della birifrangenza	" 592
14.8	Birifrangenza elettrica, magnetica e meccanica	" 600
14.9	Attività ottica	" 602
14.10	Riflessione su una superficie metallica	" 603

Capitolo 15 Interferenza

15.1	Somma di onde. Fenomeni di interferenza. Sorgenti coerenti e incoerenti	" 605
15.2	Interferenza prodotta da due sorgenti. Caso delle onde herztiane e delle onde sonore	" 608
15.3	Interferenza di due onde luminose. Esperimento di Young	" 614
15.4	Applicazioni del metodo di Young	" 622
15.5	Interferenza prodotta da N sorgenti coerenti	" 625
15.6	Interferenza delle onde luminose su lamine sottili	" 630
15.7	Interferenza con riflessioni e trasmissioni multiple	" 639
15.8	Onde stazionarie in una corda tesa	" 641
15.9	Onde stazionarie in una colonna di gas	" 647
15.10	Onde elettromagnetiche stazionarie. Esperienza di Hertz	" 649
15.11	Onde stazionarie bidimensionali e tridimensionali. Radiazione di cavità	" 651
15.12	Cavità risonanti. Guide d'onda	" 656

Capitolo 16 Diffrazione

16.1	Fenomeni di diffrazione di Fraunhofer e di Fresnel	Pag. 660
16.2	Diffrazione ad una fenditura rettilinea	" 661
16.3	Diffrazione ad un foro circolare e da parte di un disco opaco	" 665
16.4	Limite di risoluzione delle lenti	" 667
16.5	Reticolo di diffrazione	" 670
16.6	Potere dispersivo e potere risolutivo di un reticolo di diffrazione	" 674
16.7	Spettroscopia con il reticolo di diffrazione	" 677
16.8	Fenomeni di diffrazione di Fresnel	" 681
16.9	Olografia	" 686
16.10	Diffrazione dei raggi X	" 690

Capitolo 17 Ottica geometrica

17.1	Leggi della riflessione e della trasmissione	" 694
17.2	Definizioni e convenzioni	" 696
17.3	Specchi	" 697
17.4	Diottri	" 703
17.5	Lenti sottili	" 706
17.6	Lenti spesse. Sistemi diottrici centrati	" 710
17.7	Aberrazioni	" 715
17.8	Strumenti ottici. L'occhio	" 716
17.9	Dispersione. Prisma	" 720
17.10	Il principio di Fermat	" 723
17.11	Note e commenti	" 724

Capitolo 18 Proprietà corpuscolari e ondulatorie della radiazione e della materia

18.1	Introduzione	" 727
18.2	Radiazione termica. Corpo nero	" 727
18.3	Legge di Planck	" 731
18.4	Effetto fotoelettrico	" 733
18.5	Effetto Compton. Produzione di coppie	" 737
18.6	Righe spettrali. Modello di Bohr. Livelli energetici	" 742
18.7	Onde materiali. Relazione di De Broglie	" 748
18.8	Il principio di indeterminazione	" 751

Capitolo 19 Proprietà degli elettroni nei solidi

19.1	Introduzione	" 758
19.2	Struttura elettronica degli atomi	" 758
19.3	Legami nelle molecole e nei solidi. Bande di energia	" 765
19.4	Il gas di elettroni liberi di Fermi	" 773
19.5	Gas di elettroni all'interno di un reticolo cristallino	" 777
19.6	Conduttori e isolanti. Semiconduttori	" 780
19.7	Superconduttività	" 786
19.8	Effetto Volta. Effetti termoelettrici	" 789

Problemi	" 795
Guida alla risoluzione dei problemi	" 808
Indice analitico	" 821