

INDICE

CAPITOLO 1

OSCILLAZIONI

Compendio	1
1-1 Introduzione	2
1-2 Moti periodici e moti armonici	3
1-2-1 Moto oscillatorio armonico	4
1-3 Dinamica dell'oscillatore armonico	6
1-3-1 Forze elastiche	7
1-3-2 Energia nell'oscillatore armonico	11
1-4 Oscillazioni attorno a configurazioni di equilibrio	12
1-4-1 Energia potenziale ed equilibrio	12
1-4-2 Oscillazioni nei sistemi conservativi a un solo grado di libertà	13
1-4-3 Armonicità delle piccole oscillazioni attorno a posizioni di equilibrio	16
1-5 Oscillazioni elettriche	20
1-5-1 Oscillazioni nei plasmi	20
1-5-2 Oscillazioni libere nei circuiti LC	22
1-6 Soluzione generale dell'equazione armonica	24
1-6-1 Il metodo delle soluzioni complesse	25

1-7	Oscillazioni smorzate	26
1-8	Oscillazioni forzate	32
1-8-1	Oscillazioni forzate in condizioni di debole smorzamento	36
1-8-2	Trasferimenti di energia nelle oscillazioni forzate	37
1-8-3	Ampiezza elastica e ampiezza assorbitiva	38
1-9	Fenomeni di risonanza	41
COMPLEMENTI	1-10 Il fattore di qualità di un sistema oscillante	43
	1-11 Isolamento dalle vibrazioni	45
	1-12 Oscillazioni forzate e impedenza	48
	1-13 Oscillatori accoppiati e modi normali di vibrazioni	50
	1-13-1 Energia negli oscillatori accoppiati	55
	1-13-2 Cenni ai circuiti elettrici accoppiati	57
APPROFONDIMENTI	1-14 Oscillazioni non armoniche	58
	Riepilogo di alcune relazioni significative	61

CAPITOLO 2**ONDE ELASTICHE**

	Compendio	63
2-1	Introduzione	64
2-2	Equazione di D'Alembert	66
2-2-1	Onde piane	68
2-2-2	Onde sferiche	70
2-3	Onde piane monocromatiche	71
2-3-1	Sovrapposizione di onde	73
2-3-2	Rappresentazione complessa e somma delle onde	74
2-3-3	Interferenza	75
2-4	Battimenti e velocità di gruppo	78
2-4-1	Velocità di gruppo	80
2-5	Onde trasversali su una corda	81
2-6	Onde longitudinali in una sbarra solida	83
2-7	Onde elastiche nei gas	84
2-7-1	Velocità del suono in aria	87
2-7-2	Onde di pressione e di densità	88
2-8	Energia trasportata dalle onde elastiche	89
2-8-1	Energia e potenza nelle onde monocromatiche	92
2-9	Impedenza dei mezzi	94
2-9-1	Onde su una corda	94
2-9-2	Onde longitudinali	95
2-10	Trasmissione e riflessione di onde elastiche	98
2-10-1	Riflessioni all'estremo di una corda	103

2-11	Onde stazionarie	105	
2-11-1	Onde stazionarie su una corda con estremi fissi	106	
2-11-2	Onde stazionarie su una corda con un solo estremo fisso	109	
2-11-3	Onde stazionarie nei gas	110	
2-11-4	Energia nelle onde stazionarie	111	
2-12	Effetto Doppler	113	
2-12-1	Sorgenti ad alte velocità e onde d'urto	116	
COMPLEMENTI	2-13	Onde in catene di masse e molle	117
	2-13-1	Applicazione alle onde longitudinali in una sbarra	119
	2-13-2	Modello di Boyle per le onde in una colonna d'aria	121
	2-13-3	Relazione di dispersione in una catena masse-molle	121
2-14	Onde elastiche nei solidi	124	
	2-14-1	Cenni alle onde sismiche	125
2-15	Energia e impulso nelle onde elastiche	126	
	2-15-1	Trasferimento di impulso	127
2-16	Equazione delle onde e onde stazionarie	128	
	2-16-1	Rappresentazione delle onde mediante onde viaggianti oppure onde stazionarie	130
2-17	Corda vibrante e analisi armonica	131	
	2-17-1	Energia e modi normali	133
	2-17-2	Analisi di Fourier delle funzioni periodiche	134
2-18	Integrale e trasformate di Fourier	136	
	Riepilogo di alcune relazioni significative	137	

CAPITOLO 3**ONDE ELETTROMAGNETICHE E IRRAGGIAMENTO**

	Compendio	139	
3-1	Introduzione	140	
	3-1-1	La scoperta delle onde elettromagnetiche	140
3-2	Equazione delle onde elettromagnetiche nel vuoto	141	
3-3	Onde piane	143	
	3-3-1	Campi elettrici e magnetici nelle onde piane	143
	3-3-2	Onde sferiche	147
	3-3-3	Onde piane monocromatiche	147
3-4	Polarizzazione delle onde elettromagnetiche	149	
	3-4-1	Polarizzazione lineare	149
	3-4-2	Polarizzazione circolare ed ellittica	150
3-5	Energia e impulso nei campi elettromagnetici	151	
	3-5-1	Teorema di Poynting e densità di energia	151
	3-5-2	Densità di quantità di moto del campo elettromagnetico	154

3-5-3	Energia trasportata dalle onde elettromagnetiche	155
3-5-4	Impulso trasportato dalle onde elettromagnetiche	157
3-6	Emissione di radiazione elettromagnetica da cariche accelerate	160
3-7	Irraggiamento di una carica oscillante e radiazione di dipolo	166
3-7-1	Irraggiamento e smorzamento delle oscillazioni	167
3-7-2	Dipolo elettrico oscillante	170
3-8	Lo spettro elettromagnetico	172
3-9	Oscillatori e interazione fra radiazione e materia	174
3-9-1	Oscillatori nella materia	174
3-9-2	La diffusione della radiazione	176
3-9-3	Sezione d'urto di diffusione e legge del cielo blu	177
3-9-4	Trasmissione della radiazione nei mezzi trasparenti	179
3-9-5	Luce e colore degli oggetti	182
COMPLEMENTI 3-10	Equazione del moto per una carica oscillante	183
3-11	Assorbimento di una radiazione con spettro continuo	185
	Riepilogo di alcune relazioni significative	186

CAPITOLO 4**ONDE ELETTROMAGNETICHE NELLA MATERIA**

	Compendio	189
4-1	Introduzione	190
4-2	Campi elettromagnetici nella materia	190
4-2-1	Campi variabili nel tempo e polarizzabilità dinamica	193
4-2-2	Modello a oscillatori e costante dielettrica complessa	193
4-3	Onde elettromagnetiche nei dielettrici	197
4-3-1	Indice di rifrazione complesso: dispersione e assorbimento	204
4-3-2	Considerazioni riassuntive	208
4-4	Riflessione e trasmissione all'interfaccia fra due mezzi	209
4-5	Onde elettromagnetiche nei conduttori	212
4-5-1	Introduzione	212
4-5-2	Equazioni di Maxwell ed equazione delle onde nei mezzi conduttori	213
4-5-3	Conduttori come dielettrici con permittività complessa	214
4-5-4	Onde elettromagnetiche nei buoni conduttori	219
4-5-5	Conduttori e onde di frequenza molto elevata	223
4-6	Riflessione e rifrazione di onde piane	224
4-6-1	Introduzione	224
4-6-2	Le leggi di Snell	225
4-6-3	Riflessione totale	227
4-6-4	Polarizzazione per riflessione	229

COMPLEMENTI	4-7	Un modello dielettrico per i conduttori	231
	4-7-1	Dipendenza dalla frequenza delle caratteristiche delle onde nei conduttori	234
	4-8	Onde nei plasmi	237
APPROFONDIMENTI	4-9	I coefficienti di Fresnel per la riflessione e la trasmissione	240
	4-9-1	Intensità dell'onda riflessa e dell'onda trasmessa	243
	4-9-2	Riflessione totale e onda evanescente	244
		Riepilogo di alcune relazioni significative	246

CAPITOLO 5 **OTTICA ONDULATORIA**

		Compendio	249
	5-1	Onde e interferenza	250
	5-1-1	Dispositivi interferenziali	252
	5-1-2	L'esperimento di Young	254
	5-2	Interferometri	256
	5-3	Fenomeni di diffrazione	257
	5-3-1	Diffrazione di Fraunhofer	259
	5-3-2	Diffrazione di Fraunhofer e trasformazione di Fourier	261
	5-3-3	Diffrazione di Fresnel	262
	5-4	Reticolo di diffrazione	266
	5-4-1	Diffrazione dei raggi X	271
	5-5	Polarizzazione	272
	5-5-1	Polaroid	274
	5-5-2	Polarizzazione per riflessione	274
	5-5-3	Polarizzazione per birifrangenza	276
COMPLEMENTI	5-6	Una giustificazione fisica del principio di Huygens	277
	5-6-1	Principio di Babinet e diffrazione da oggetti complementari	278
	5-6-2	Diffrazione da un'apertura circolare	279
	5-6-3	Diffrazione da un disco circolare e macchia bianca di Poisson	280
	5-7	Laser	281
	5-7-1	Olografia	282
APPROFONDIMENTI	5-8	Teorema di Kirchhoff	284
		Riepilogo di alcune relazioni significative	288

CAPITOLO 6 **OTTICA GEOMETRICA**

		Compendio	289
	6-1	Introduzione	290
	6-2	Sviluppo storico dell'ottica geometrica e principio di Fermat	291

	6-2-1 Principio di Fermat e propagazione della luce	292
6-3	Onde e raggi	295
6-4	Ottica geometrica e sistemi ottici	298
	6-4-1 Definizioni e approssimazioni	298
6-5	Specchi	299
	6-5-1 Specchio piano	299
	6-5-2 Specchi sferici	300
6-6	Diottri	304
6-7	Lenti	308
6-8	Lenti spesse e sistemi ottici	312
	6-8-1 Aberrazioni	313
	6-8-2 Numero f e profondità di campo	315
6-9	Strumenti ottici	316
	6-9-1 Occhio umano	316
	6-9-2 Lente di ingrandimento	317
	6-9-3 Microscopio composto	318
	6-9-4 Telescopi e cannocchiale	319
COMPLEMENTI	6-10 Velocità della luce	321
	6-11 Misura dell'indice di rifrazione mediante un prisma	323
	6-12 Fotometria	324
APPROFONDIMENTI	6-13 L'approssimazione dell'ottica geometrica	325
	6-13-1 Equazioni delle onde nei mezzi non omogenei e indice di rifrazione locale	325
	6-13-2 Struttura locale delle onde e funzione iconale nell'approssimazione dell'ottica geometrica	325
	6-13-3 Equazione iconale, superfici d'onda e raggi	327
	6-13-4 Cammino ottico e teorema di Fermat	328
	6-13-5 Equazione dei raggi e leggi della rifrazione	330
	6-13-6 Curvatura dei raggi nei mezzi non omogenei	331
6-14	Ottica e meccanica	334
	6-14-1 Ottica geometrica e meccanica classica	334
	6-14-2 Principi variazionali in ottica e meccanica	335
6-15	I limiti dell'ottica geometrica e l'introduzione alla meccanica ondulatoria	339
6-16	Riflessione e interferenza	341
	Riepilogo di alcune relazioni significative	342