

Indice

| | |
|--------------------------------|----------|
| Introduzione all'Ottica | 1 |
|--------------------------------|----------|

Parte I Elettromagnetismo

| | |
|--|-----------|
| Cenni storici: le prime scoperte sul magnetismo e l'elettricità | 5 |
| Gli albori | 5 |
| Le leggi dell'elettromagnetismo | 9 |
| La scoperta delle onde elettromagnetiche | 16 |
| Lecture consigliate | 20 |
| 1 Richiami di elettromagnetismo | 23 |
| Introduzione | 23 |
| 1.1 I fondamenti | 23 |
| 1.1.1 Cariche e campi | 23 |
| 1.1.2 I potenziali scalare e vettore | 27 |
| 1.1.3 Formulazione relativistica dei campi e trasformazioni di Lorentz | 29 |
| 1.2 Equazioni di Maxwell in mezzi macroscopici | 33 |
| 1.2.1 Sviluppo delle equazioni | 33 |
| 1.2.2 Proprietà dei mezzi | 37 |
| 1.2.3 Condizioni al contorno su interfacce fra mezzi trasparenti | 38 |
| 1.3 Rappresentazione complessa dei campi | 40 |
| 1.3.1 Generalizzazione delle suscettibilità per i mezzi dispersivi | 46 |
| 1.3.2 Media temporale del prodotto di variabili | 49 |
| 1.4 Onde elettromagnetiche | 50 |
| 1.4.1 Equazioni d'onda | 50 |
| 1.4.2 Onde piane omogenee | 51 |
| 1.4.3 Onde piane inhomogenee | 55 |
| 1.4.4 Onde sferiche | 56 |
| 1.5 Flusso di energia e densità di energia e di momento | 57 |
| 1.5.1 Derivazione e concetti generali | 57 |
| 1.5.2 Flusso di energia in un mezzo semplice | 60 |
| 1.5.2.1 Intensità di un'onda monocromatica | 60 |
| 1.5.2.2 Intensità di un'onda quasi monocromatica | 62 |
| 1.5.3 Quantità di moto dei fotoni e pressione di radiazione | 63 |
| 1.6 Polarizzazione | 64 |
| 1.6.1 Vettori di Jones per un'onda piana | 64 |
| 1.6.2 Polarizzazione lineare | 65 |
| 1.6.3 Polarizzazione circolare | 66 |
| 1.6.4 Polarizzazione ellittica | 69 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 1.6.5 | Momento angolare della radiazione | 71 |
| 1.6.6 | Luce naturale | 73 |
| 1.6.7 | Matrice di coerenza e parametri di Stokes | 74 |
| 1.7 | Riflessione e rifrazione su di un'interfaccia piana | 78 |
| 1.7.1 | Leggi di riflessione e rifrazione per mezzi dielettrici omogenei | 78 |
| 1.7.2 | Formule di Fresnel | 80 |
| 1.7.3 | Riflettività e trasmissività | 84 |
| 1.7.4 | Angolo di Brewster | 86 |
| 1.7.5 | Riflessione totale | 88 |
| 1.7.6 | Onda evanescente | 92 |
| 1.7.7 | Applicazioni della riflessione totale | 93 |
| 1.8 | Teoria della dispersione | 94 |
| 1.8.1 | Dispersione ed estinzione in mezzi diluiti | 95 |
| 1.8.2 | Dispersione ed estinzione in mezzi densi | 101 |
| 1.8.3 | Relazione tra le parti reale ed immaginaria della permittività | 104 |
| 1.8.4 | Dispersione nei mezzi conduttori | 108 |
| 1.8.5 | Velocità di fase, di gruppo e di segnale | 110 |
| 1.9 | Ottica dei metalli e dei mezzi assorbenti | 116 |
| 1.9.1 | Riflessione e rifrazione da mezzi assorbenti | 121 |
| | Riferimenti bibliografici | 126 |

Parte II Ottica Geometrica

| | |
|--|-----|
| Cenni storici: da Empedocle a Huygens | 129 |
| Gli albori | 129 |
| Il periodo arabo | 132 |
| Il Medioevo | 134 |
| Il Rinascimento | 135 |
| La Scienza Nuova | 138 |
| La legge di rifrazione e la velocità della luce | 144 |
| Il dibattito sulla natura della luce | 147 |
| Lecture consigliate | 157 |
| 2 Ottica geometrica | 159 |
| Introduzione | 159 |
| 2.1 Derivazione dell'ottica geometrica per $\lambda \rightarrow 0$ | 160 |
| 2.2 Proprietà di propagazione in ottica geometrica | 164 |
| 2.2.1 I raggi di luce e la propagazione dell'energia luminosa | 164 |
| 2.2.2 Propagazione della polarizzazione | 166 |
| 2.3 Proprietà generali dei raggi | 167 |
| 2.3.1 Legge di tracciamento dei raggi in mezzi omogenei | 167 |
| 2.3.2 Curvatura e torsione dei raggi | 169 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 2.3.2.1 | Propagazione in mezzi con simmetria sferica | 171 |
| 2.3.2.2 | Rifrazione atmosferica | 172 |
| 2.3.3 | Il cammino ottico | 175 |
| 2.3.4 | Proprietà collettive dei raggi | 175 |
| 2.3.5 | Le leggi di rifrazione e riflessione in ottica geometrica | 177 |
| 2.3.6 | Il teorema di Malus - Dupin | 179 |
| 2.3.7 | Il principio di Fermat | 180 |
| 2.3.8 | Fronti d'onda e caustiche in un mezzo omogeneo | 184 |
| 2.4 | Le immagini ottiche | 190 |
| 2.4.1 | Introduzione | 190 |
| 2.4.2 | Teoremi generali | 192 |
| 2.4.3 | Superfici aplanatiche di una sfera rifrattiva | 194 |
| 2.4.4 | Superfici asferiche | 195 |
| 2.5 | Immagini ideali | 198 |
| 2.5.1 | L'omografia | 198 |
| 2.5.2 | Convenzioni sui segni | 199 |
| 2.5.3 | Omografia non telescopica | 200 |
| 2.5.3.1 | Piani focali | 200 |
| 2.5.3.2 | Punti coniugati | 201 |
| 2.5.3.3 | Piani coniugati | 202 |
| 2.5.3.4 | Ingrandimento laterale e longitudinale | 202 |
| 2.5.3.5 | Piani principali | 203 |
| 2.5.3.6 | Punti cardinali e costruzioni grafiche | 204 |
| 2.5.4 | Il caso telescopico | 205 |
| 2.5.5 | Combinazione di due omografie | 206 |
| 2.5.6 | Considerazioni finali | 210 |
| 2.6 | Ottica parassiale | 211 |
| 2.6.1 | Dominio di validità | 211 |
| 2.6.2 | Rifrazione attraverso una superficie sferica | 213 |
| 2.6.3 | Riflessione da uno specchio sferico | 216 |
| 2.6.4 | Relazione fra le due distanze focali | 217 |
| 2.6.5 | Gli ingrandimenti laterale, angolare, longitudinale, e l'invariante ottico di Smith - Helmholtz - Lagrange | 218 |
| 2.6.6 | La lente | 221 |
| 2.6.7 | Varietà di lenti semplici | 225 |
| 2.6.8 | Centro ottico di una lente. | 231 |
| 2.6.9 | Combinazione di due lenti sottili | 232 |
| 2.6.9.1 | Telescopi | 233 |
| 2.6.9.2 | Microscopi | 235 |
| 2.7 | Il metodo delle matrici | 237 |
| 2.7.1 | Matrici 2x2 | 237 |
| 2.7.2 | Tracciamento generalizzato dei raggi mediante matrici 4x4 in assenza di simmetria assiale | 242 |
| 2.7.3 | Algoritmo per il calcolo della matrice | 244 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 2.7.4 | Curvatura di una superficie quadrica | 255 |
| 2.7.5 | Trasformazione del fronte d'onda | 257 |
| 2.7.6 | Relazioni di simmetria e cammino ottico | 261 |
| 2.8 | Aperture di un sistema ottico | 265 |
| 2.8.1 | Diaframma d'apertura e pupille di ingresso e uscita | 265 |
| 2.8.2 | Apertura relativa, od f -numero, ed apertura numerica | 266 |
| 2.8.3 | Raggi principali | 268 |
| 2.8.4 | Diaframma di campo e finestre di ingresso e di uscita | 268 |
| 2.8.5 | Vignettatura | 269 |
| 2.9 | Aberrazioni | 270 |
| 2.9.1 | Le funzioni di aberrazione per un sistema ottico assiale | 272 |
| 2.9.2 | Il teorema dei coseni, la condizione dei seni di Abbe e la condizione di Herschel | 278 |
| 2.9.3 | L'aberrazione sferica | 281 |
| 2.9.4 | Il coma | 285 |
| 2.9.5 | Astigmatismo e curvatura di campo | 287 |
| 2.9.6 | Distorsione. | 291 |
| 2.9.7 | Aberrazioni di una lente sottile | 292 |
| 2.9.8 | Aberrazioni cromatiche | 294 |
| 2.10 | Specchi piani e prismi | 298 |
| 2.10.1 | Specchi piani | 299 |
| 2.10.2 | Prismi riflettenti | 301 |
| 2.10.3 | Prismi dispersivi | 304 |
| | Riferimenti bibliografici | 309 |

Parte III Ottica Fisica

| | |
|---|-----|
| Cenni storici: Da Newton a Fresnel | 313 |
| L'Ottica di Newton | 313 |
| I progressi del '700 | 320 |
| La teoria dell'emissione e la velocità della luce | 321 |
| Young ed il principio di interferenza | 324 |
| Fresnel | 332 |
| L'etere e l'aberrazione stellare | 334 |
| La diffrazione e l'interferenza | 335 |
| La Mémoire couronné | 342 |
| Gli studi sulla polarizzazione | 345 |
| La trasversalità delle onde | 346 |
| La riflessione | 350 |
| La propagazione nei mezzi anisotropi | 352 |
| Epilogo | 357 |
| Lecture consigliate | 358 |

| | |
|---|-----|
| 3. Interferenza | 361 |
| Introduzione | 361 |
| 3.1 Generalità sull'interferenza | 362 |
| 3.1.1 Il principio di sovrapposizione lineare | 362 |
| 3.1.2 Interferenza fra onde piane monocromatiche | 363 |
| 3.1.3 Interferenza prodotta da due sorgenti puntiformi | 365 |
| 3.2 Interferenza a due onde | 369 |
| 3.2.1 Classificazione dei metodi di interferenza | 369 |
| 3.2.2 Interferenza per divisione del fronte d'onda | 370 |
| 3.2.2.1 Esperimento di Young | 370 |
| 3.2.2.2 Doppio specchio e biprisma di Fresnel | 371 |
| 3.2.2.3 Specchio di Lloyd | 373 |
| 3.2.3 Tautocronismo dei sistemi ottici | 373 |
| 3.2.4 Importanza delle dimensioni delle sorgenti luminose | 374 |
| 3.2.5 Interferenza per divisione di ampiezza | 380 |
| 3.2.5.1 Lamina a facce parallele | 380 |
| 3.2.5.2 Frange di uguale inclinazione con una lamina a facce parallele | 382 |
| 3.2.5.3 Frange di Hooke o di uguale spessore | 386 |
| 3.2.6 Localizzazione delle frange di interferenza | 391 |
| 3.2.7 Interferometri | 396 |
| 3.2.7.1 Interferometro di Michelson | 396 |
| 3.2.7.2 Interferometro di Twyman-Green | 398 |
| 3.2.7.3 Interferometro di Fizeau | 399 |
| 3.2.7.4 Interferometri di Jamin e di Mach-Zehnder | 402 |
| 3.2.7.5 Interferometri a cammino comune | 405 |
| 3.2.7.6 Interferometri a traslazione laterale (<i>shearing interferometers</i>) | 407 |
| 3.2.7.7 Interferometria stellare | 411 |
| 3.3 Interferenza ad onde multiple | 412 |
| 3.3.1 Interferometri Fabry-Perot: introduzione | 412 |
| 3.3.2 Funzione di trasmissione (funzione di Airy) di un Fabry-Perot a specchi piani e paralleli | 414 |
| 3.3.2.1 Interferenza a più onde piane | 414 |
| 3.3.2.2 Autoconsistenza del campo con le condizioni al contorno | 415 |
| 3.3.2.3 Intensità dell'onda trasmessa | 417 |
| 3.3.2.4 Intensità dell'onda riflessa | 419 |
| 3.3.2.5 Finezza | 420 |
| 3.3.2.6 Cammino ottico e sfasamento fra due successive riflessioni | 421 |
| 3.3.3 Applicazioni degli interferometri Fabry-Perot | 422 |
| 3.3.3.1 Il sistema di frange in trasmissione | 422 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 3.3.3.2 | Intervallo spettrale libero e sovrapposizione di ordini | 424 |
| 3.3.3.3 | Potere risolutivo di un Fabry-Perot | 427 |
| 3.3.3.4 | Registrazione degli spettri | 430 |
| 3.3.3.5 | Limitazioni alla finezza di un Fabry-Perot | 431 |
| 3.4 | Film dielettrici a strati multipli | 434 |
| 3.4.1 | Riflessione e trasmissione | 434 |
| 3.4.2 | Propagazione in strutture periodiche | 441 |
| 3.4.3 | Reciprocità ed inversione temporale: le relazioni di Stokes | 443 |
| 3.4.4 | Applicazioni | 446 |
| 3.4.4.1 | Trattamenti antiriflesso | 448 |
| 3.4.4.2 | Specchi dielettrici | 449 |
| 3.4.4.3 | Filtri interferenziali | 452 |
| 3.4.4.4 | Cubo polarizzatore | 453 |
| 3.4.5 | Dispersione di fase e filtraggio di ampiezza su di un'onda non monocromatica | 454 |
| 3.4.6 | <i>Chirped mirrors</i> | 456 |
| | Riferimenti bibliografici | 457 |
| 4 | Diffrazione | 459 |
| | Introduzione | 459 |
| 4.1 | Teoria scalare della diffrazione | 461 |
| 4.1.1 | Premesse generali | 461 |
| 4.1.2 | La formulazione di Kirchhoff della diffrazione | 463 |
| 4.1.3 | La formulazione di Rayleigh - Sommerfeld | 466 |
| 4.1.4 | Diffrazione da schermi piani: confronto fra le teorie di Kirchhoff e Rayleigh - Sommerfeld | 468 |
| 4.1.5 | Il principio di Huygens - Fresnel | 470 |
| 4.1.6 | Il principio di Babinet | 471 |
| 4.1.7 | Diffrazione da uno schermo nero: teoria di Kottler | 472 |
| 4.1.8 | Cenno ai metodi di calcolo degli integrali di diffrazione | 474 |
| 4.1.9 | Diffrazione con radiazione quasi-monocromatica | 477 |
| 4.2 | Diffrazione di Fresnel e Fraunhofer | 479 |
| 4.2.1 | Evoluzione delle figure di diffrazione con la distanza dalla apertura | 479 |
| 4.2.2 | Approssimazioni iniziali | 481 |
| 4.2.3 | Approssimazione di Fresnel | 482 |
| 4.2.4 | Autoconsistenza della diffrazione di Fresnel | 485 |
| 4.2.5 | Approssimazione di Fraunhofer | 486 |
| 4.2.6 | Approssimazione di Debye | 488 |
| 4.2.7 | Diffrazione attraverso un sistema ottico descritto da una matrice $ABCD$ | 490 |
| 4.3 | Esempi di diffrazione di Fraunhofer | 492 |
| 4.3.1 | Apertura rettangolare | 493 |

| | | |
|-------|----------------------------------|-----|
| 4.3.2 | Apertura circolare | 494 |
| 4.3.3 | Fenditura singola | 498 |
| 4.3.4 | Fenditura doppia | 499 |
| 4.4 | Esempi di diffrazione di Fresnel | 500 |
| 4.4.1 | Zone di Fresnel | 500 |
| 4.4.2 | Apertura circolare | 503 |
| 4.4.3 | Il paradosso di Poisson | 506 |
| 4.4.4 | Lamina a zone | 508 |
| 4.4.5 | Apertura rettangolare | 509 |
| 4.4.6 | Fenditura e spigolo rettilineo | 513 |
| | Riferimenti bibliografici | 513 |

Parte IV Ottica di Fourier

| | |
|--|-----|
| Cenni storici: da Fourier a Fizeau | 517 |
| I Matematici | 517 |
| Nuovi vetri e strumenti ottici | 518 |
| Le ricerche sulla velocità della luce e sull'etere | 521 |
| La fotografia | 523 |
| Gli studi sul colore e sulla fisiologia dell'occhio | 525 |
| Letture consigliate | 526 |
| 5 Ottica di Fourier | 529 |
| Introduzione | 529 |
| 5.1 Preliminari matematici | 529 |
| 5.1.1 Qualche funzione speciale di uso frequente | 529 |
| 5.1.2 La trasformata di Fourier | 532 |
| 5.1.3 La trasformata di Hankel | 537 |
| 5.1.4 La trasformata di Fourier in coordinate polari | 537 |
| 5.1.5 Relazione di indeterminazione | 540 |
| 5.2 Teoremi di campionamento | 542 |
| 5.2.1 Serie di Fourier | 542 |
| 5.2.2 Teorema di campionamento in coordinate cartesiane | 544 |
| 5.2.3 Teorema di campionamento in coordinate polari | 547 |
| 5.2.4 La trasformata di Fourier discreta | 550 |
| 5.2.4.1 Funzioni delimitate spazialmente e di banda limitata | 555 |
| 5.2.4.2 Funzioni periodiche e di banda limitata | 555 |
| 5.2.5 La Fast Fourier Transform | 556 |
| 5.3 Applicazioni della trasformata di Fourier alla diffrazione | 557 |
| 5.3.1 Applicazione della FFT alla diffrazione di Fresnel | 559 |
| 5.3.2 Spettro angolare del campo su di un'apertura | 562 |
| 5.3.3 Ricostruzione del campo diffratto | 563 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 5.3.4 | Applicazione della FFT ad un campo delimitato spazialmente e di banda limitata | 566 |
| 5.3.5 | Estensione dell'intervallo di applicazione del metodo angolare | 567 |
| 5.3.6 | Effetto Talbot | 574 |
| 5.4 | Analisi dei sistemi ottici mediante la teoria dei sistemi lineari | 576 |
| 5.4.1 | Gradi di libertà dei segnali ottici | 579 |
| 5.4.2 | Comportamento di una lente in approssimazione parassiale | 581 |
| 5.4.3 | Formazione di immagine | 583 |
| 5.4.4 | Come una lente fa la trasformata di Fourier | 585 |
| 5.4.5 | Comportamento in tre dimensioni | 586 |
| 5.4.6 | Formazione di immagini con un generico sistema ottico | 587 |
| 5.4.7 | Immagini con illuminazione incoerente | 592 |
| 5.4.8 | Risoluzione | 595 |
| 5.4.9 | L'Optical Transfer Function | 597 |
| 5.4.10 | Apodizzazione | 603 |
| 5.5 | Coerenza | 605 |
| 5.5.1 | Processi <i>random</i> | 606 |
| 5.5.2 | Spettro di potenza di processi random | 608 |
| 5.5.3 | Teoria della coerenza parziale | 610 |
| 5.5.3.1 | Coerenza temporale | 614 |
| 5.5.3.2 | Coerenza e correlazione spaziale | 614 |
| 5.5.3.3 | Equazioni d'onda per la coerenza mutua | 616 |
| 5.5.3.4 | Teorema di van Cittert - Zernike | 617 |
| 5.5.4 | Interferometro di Hanbury Brown e Twiss | 620 |
| 5.5.5 | Un esperimento classico | 621 |
| 5.5.6 | Propagazione della coerenza in un sistema ottico | 622 |
| 5.5.7 | Coerenza parziale e microscopia | 625 |
| 5.6 | Filtraggio spaziale | 629 |
| 5.6.1 | Filtri binari | 632 |
| 5.6.2 | Filtro <i>schlieren</i> | 634 |
| 5.6.3 | Filtri di intensità e fase | 636 |
| 5.6.4 | Microscopi a contrasto di fase | 638 |
| 5.6.5 | Filtri di VanderLugt | 639 |
| 5.7 | Reticoli di diffrazione | 642 |
| 5.7.1 | Legge di riflessione e rifrazione dei reticoli | 643 |
| 5.7.2 | Efficienza di diffrazione | 647 |
| 5.7.3 | Risoluzione | 654 |
| 5.7.4 | Tipi di reticoli | 655 |
| 5.7.5 | Produzione | 657 |
| 5.7.6 | Strumenti di analisi e sintonia spettrale | 658 |
| 5.7.7 | Reticolo di Ronchi | 662 |
| | Riferimenti bibliografici | 663 |

Parte V Propagazione

| | |
|---|-----|
| Cenni storici: da Kirchhoff ad Einstein | 669 |
| La Relatività | 669 |
| La radiazione di corpo nero | 671 |
| Il fotone | 679 |
| Lecture consigliate | 684 |
| 6 Propagazione di fasci laser in mezzi lineari | 685 |
| Introduzione | 685 |
| 6.1 L'equazione d'onda parassiale | 686 |
| 6.2 Propagazione del modo fondamentale | 688 |
| 6.3 Modi di ordine più alto | 692 |
| 6.3.1 Modi in coordinate cartesiane | 692 |
| 6.3.2 Modi in coordinate cilindriche | 696 |
| 6.3.3 Polarizzazione dei modi | 697 |
| 6.4 Note pratiche | 698 |
| 6.4.1 Intensità di un fascio gaussiano TEM_{00} | 698 |
| 6.4.2 Misura del diametro $2w$ di un modo TEM_{00} | 698 |
| 6.5 Trasformazioni indotte dalle lenti e da sistemi ottici assiali | 700 |
| 6.5.1 Legge ABCD | 700 |
| 6.5.2 Effetti di una lente sottile | 702 |
| 6.5.3 Collimazione dei fasci gaussiani | 706 |
| 6.5.4 Effetti di un diottro | 708 |
| 6.5.5 Determinazione della posizione di cintura mediante la legge ABCD | 709 |
| 6.5.6 Ampiezza e fase di un fascio Gaussiano trasmesso da un sistema ottico con simmetria assiale | 710 |
| 6.6 Propagazione in sistemi ottici parassiali astigmatici | 713 |
| 6.6.1 Fasci astigmatici | 713 |
| 6.6.2 Legge ABCD per la propagazione in un sistema non assiale | 717 |
| 6.7 Onde di Bessel | 723 |
| 6.8 Fasci di Bessel-Gauss | 727 |
| 6.8.1 Fasci di Bessel-Gauss di ordine zero | 727 |
| 6.8.2 Fasci di Bessel-Gauss generalizzati | 730 |
| 6.8.3 Propagazione di un fascio di Bessel-Gauss attraverso un sistema ottico assiale | 732 |
| 6.9 Cavità risonanti | 734 |
| 6.9.1 Modi risonanti | 736 |
| 6.9.2 Frequenza dei modi | 741 |
| 6.9.3 Cavità multipasso | 745 |
| 6.9.4 Cavità confocali | 747 |
| Riferimenti bibliografici | 749 |

| | |
|---|------------|
| 7 Propagazione della luce in mezzi anisotropi | 751 |
| Introduzione | 751 |
| 7.1 Cristallografia | 752 |
| 7.1.1 Reticoli bidimensionali | 753 |
| 7.1.2 Reticoli in tre dimensioni | 753 |
| 7.1.3 Operazioni di simmetria "puntuale" in tre dimensioni | 756 |
| 7.1.4 Sistemi cristallini | 757 |
| 7.1.5 Classi cristalline | 758 |
| 7.1.6 Gruppi spaziali | 759 |
| 7.2 Il tensore dielettrico | 762 |
| 7.3 Classi cristalline e assi principali | 766 |
| 7.4 Modi di propagazione per il campo D | 768 |
| 7.4.1 Equazione d'onda ed autovettori | 768 |
| 7.4.2 Equazioni di Fresnel | 772 |
| 7.4.3 Superficie dei vettori d'onda | 775 |
| 7.4.4 Autovettori | 776 |
| 7.4.5 Assi ottici | 779 |
| 7.4.6 Superficie della velocità di fase | 782 |
| 7.5 Modi di propagazione per il campo E | 784 |
| 7.5.1 Velocità di gruppo e dell'energia | 784 |
| 7.5.2 Teorema di inversione | 788 |
| 7.5.3 Autovettori ed autovalori | 789 |
| 7.5.4 Superficie della velocità di gruppo | 790 |
| 7.6 Relazioni fra le superfici della velocità di fase, della velocità di gruppo e dei vettori d'onda | 791 |
| 7.7 Rifrazione all'interfaccia con un mezzo anisotropo | 793 |
| 7.7.1 Costruzioni grafiche | 795 |
| 7.7.2 Metodo analitico | 798 |
| 7.7.3 Rifrazione con cristalli uniassici | 801 |
| 7.7.4 Rifrazione conica | 804 |
| 7.8 Interferenza con lamine birifrangenti | 810 |
| 7.8.1 Interferenza con un cristallo uniassiale | 814 |
| 7.8.2 Interferenza con un cristallo biassiale | 817 |
| 7.9 Bianisotropia | 818 |
| 7.9.1 Attività ottica | 819 |
| 7.9.2 Equazioni costitutive | 821 |
| 7.9.3 Equazioni di Maxwell | 827 |
| 7.9.4 Simmetrie e reciprocità | 829 |
| 7.9.4.1 Inversione spaziale | 829 |
| 7.9.4.2 Inversione temporale | 830 |
| 7.9.4.3 Reciprocità | 831 |
| 7.9.5 Effetto Fresnel - Fizeau | 832 |
| 7.9.6 Effetto Faraday | 834 |
| 7.9.7 Velocità di fase e potere rotatorio | 835 |

| | | |
|---|--|------------|
| 7.9.7.1 | Effetto Fresnel - Fizeau | 835 |
| 7.9.7.2 | Attività ottica | 836 |
| 7.9.7.3 | Effetto Faraday | 838 |
| 7.9.7.4 | Potere rotatorio | 840 |
| 7.9.8 | Cristalli otticamente attivi | 844 |
| 7.9.8.1 | Attività ottica del quarzo | 847 |
| 7.10 | Birifrangenza di forma | 850 |
| 7.11 | Dispositivi di manipolazione ed analisi della polarizzazione | 852 |
| 7.11.1 | Calcolo dell'evoluzione di stati puri di polarizzazione mediante i vettori e le matrici di Jones | 853 |
| 7.11.2 | Calcolo della propagazione di radiazione parzialmente polarizzata mediante i parametri di Stokes e le matrici di Mueller | 855 |
| 7.11.3 | Polarizzatori | 859 |
| 7.11.3.1 | Polarizzatori dicroici | 860 |
| 7.11.3.2 | Polarizzatori a riflessione dielettrica | 861 |
| 7.11.3.3 | Polarizzatori a birifrangenza | 862 |
| 7.11.4 | Lamine di ritardo | 869 |
| 7.11.4.1 | Effetto di una lamina di ritardo sulla polarizzazione | 874 |
| 7.11.4.2 | Materiali utilizzati per la realizzazione di lamine di ritardo | 878 |
| 7.11.4.3 | Lamine di ordine multiplo | 879 |
| 7.11.4.5 | Lamine di ordine zero | 880 |
| 7.11.4.6 | Lamine acromatiche | 881 |
| 7.11.4.7 | Compensatori | 881 |
| 7.11.4.8 | Ruotatori a birifrangenza circolare | 883 |
| 7.11.5 | Depolarizzatori | 884 |
| 7.11.6 | Combinazione di lamine birifrangenti ruotate tra loro | 886 |
| 7.11.7 | Filtri spettrali a birifrangenza | 888 |
| 7.11.7.1 | Filtri di Lyot | 890 |
| 7.11.7.2 | Filtri di Lyot in cavità laser | 893 |
| 7.11.7.3 | Filtri di Sole | 894 |
| 7.11.8 | Isolatori ottici | 897 |
| | Riferimenti bibliografici | 899 |
| Appendice A Convenzioni sull'elettromagnetismo | | 903 |
| Appendice B Relazioni matematiche | | 907 |
| B.1 | Formule vettoriali | 907 |
| B.2 | Teoremi sugli integrali | 907 |
| B.3 | Funzioni di Bessel | 908 |
| B.4 | Integrali di Fresnel | 909 |
| B.5 | Error function | 910 |

| | |
|--|-----|
| Appendice C I padri fondatori dell'Ottica | 911 |
| Indice degli autori | 915 |
| Indice analitico | 923 |

Manuale di Ottica

Giusfredi, G.

2015, XXVI, 933 pagg. 269 figg., Hardcover

ISBN: 978-88-470-5743-2