

OTTICA

studia la luce e i fenomeni luminosi

TRACCE di STORIA

VI-V secolo a.C. I PITAGORICI asseriscono che un fuoco, uscendo dagli occhi, colpisce gli oggetti e li rende visibili, mentre DEMOCRITO ritiene che i corpi emettano delle scorze simili a se stessi che si contraggono al punto da diventare talmente piccole da penetrare nella pupilla.

III secolo a.C. EUCLIDE raccoglie le conoscenze sulla teoria della visione e delle immagini riflesse.

I secolo a.C. LUCREZIO introduce la distinzione verbale tra l'entità fisica lumen e l'effetto dell'illuminazione lux.

II secolo. TOLOMEO studia la riflessione degli specchi (OT1) e la rifrazione dell'acqua.

XI secolo. ALHAZEN afferma che i raggi visivi partono dall'oggetto e raggiungono l'occhio dove formano sulla retina immagini capovolte. La rifrazione è dovuta alle diverse velocità con cui la luce si propaga nei mezzi trasparenti.

XIII secolo. Sono inventate le lenti da occhiali.

XVI secolo. Viene costruito il primo cannocchiale e inventata la camera oscura.

XVII secolo. KEPLERO fonda l'ottica geometrica e descrive il meccanismo della visione. SNELL enuncia la legge di rifrazione (OT2). HOOKE progetta e usa un microscopio (OT3) per le sue osservazioni; per riprodurre con precisione su carta quanto osservato sono

utilizzate camere ottiche (OT4, OT5). NEWTON con un prisma (OT6) esegue esperimenti sull'origine dei colori; ritiene che la luce sia composta di corpuscoli. HUYGENS propende per la teoria ondulatoria dovuta alla vibrazione meccanica dell'etere.

XIX secolo. Si studiano i fenomeni d'interferenza, diffrazione e polarizzazione (OT7). MELLONI dimostra l'identità fra radiazione luminosa e calore raggiate (OT8), contribuendo all'affermarsi della teoria sulle onde elettromagnetiche. Apparati per fissare e proiettare immagini (OT10, OT9) nonché apparecchi stroboscopici per immagini in movimento sono anticipazioni del cinema.

XX secolo. Si accetta il dualismo corpuscolo-onda della luce e nasce la meccanica dei quanti.

BIOGRAFIA di un'IDEA: LA NATURA DELLA LUCE



HUYGENS

La radiazione luminosa non può essere che moto vibratorio; per stimolare i terminali nervosi sulla retina ci deve essere movimento di qualcosa tra l'oggetto e l'occhio.

Se la luce fosse composta da particelle materiali, allora due raggi luminosi che si intersecano dovrebbero deviare l'uno con l'altro, in contrasto con le osservazioni sperimentali. Due onde, in analogia con il suono, possono invece sovrapporsi senza modificarsi a vicenda.

Le onde emesse dai diversi punti di un corpo luminoso si uniscono e producono un unico fronte d'onda rappresentabile come un'onda piana, con effetti rilevabili a distanza, che viaggia in linea retta.

Così come un'onda d'acqua che incontra sul suo cammino uno scoglio emerso torna indietro, il fronte di un'onda luminosa che incide su una superficie viene riflesso. L'involuppo delle onde incidenti e quello delle onde riflesse formano angoli uguali con la superficie riflettente.

Se l'onda d'acqua invece incontra un ostacolo sommerso allora si divide in due parti, una viene riflessa mentre l'altra supera l'ostacolo. Allo stesso modo un fronte d'onda luminosa che incide su un corpo trasparente come il vetro subisce una riflessione parziale, una parte torna indietro e un'altra penetra nel mezzo.

Quando la luce passa dall'aria al vetro il moto ondulatorio viene comunicato dall'etere esterno alla materia del corpo e, se questa è meno elastica dell'etere, la velocità della luce nel mezzo diminuisce. Il moto ondulatorio può anche essere trasmesso dall'etere che si trova dentro i corpi alla materia; questo passaggio in ristretti condotti implica un rallentamento. La rifrazione dipende, quindi, dal fatto che il fronte d'onda si propaga più lentamente nel vetro che nell'aria comportando una variazione di lunghezza d'onda e velocità.

Lo spato d'Islanda è un cristallo che, colpito da un raggio di luce, produce due raggi di uguale intensità e direzione diversa. Un oggetto visto attraverso il cristallo appare sdoppiato. Questo perché un raggio, detto ordinario, si propaga nell'etere presente all'interno della materia, mentre l'altro, detto straordinario, si propaga nella materia stessa. Le caratteristiche fisiche del cristallo influenzano la velocità del raggio straordinario, che comunque è diversa da quella del raggio ordinario.

NEWTON



La luce è composta da piccolissimi e velocissimi corpuscoli, i raggi. Di natura non continua, componenti la minima parte di luce, i raggi luminosi hanno dimensioni diverse.

Se la luce fosse un'onda, allora per propagarsi avrebbe bisogno di un mezzo etereo eccezionalmente rarefatto. L'etere è privo di utilità, non esistono prove inconfutabili della sua esistenza che deve essere rifiutata. Le particelle invece possono muoversi nel vuoto senza impedimento.

La luce si propaga in linea retta conformemente all'ipotesi che, in assenza di ostacoli, i corpuscoli luminosi si muovono di moto rettilineo uniforme, in accordo con il principio di inerzia.

Quando un raggio di luce che si propaga nell'aria incide su un altro mezzo occorre considerare le proprietà della superficie di separazione. Se la superficie è sufficientemente liscia avremo una riflessione totale in cui l'angolo di incidenza è uguale a quello di riflessione.

Quando guardiamo una vetrina possiamo vedere sia gli oggetti posti dietro il vetro sia l'immagine di quelli posti davanti; abbiamo allora una riflessione parziale. Questo avviene perché la luce nel momento in cui è emessa possiede una predisposizione alla riflessione o alla trasmissione; le vibrazioni prodotte dall'impatto possono ostacolare o agevolare il fenomeno.

Quando la luce passa dall'aria all'acqua viene deviata a causa dell'attrazione esercitata dalle molecole della superficie di separazione dei due mezzi sulle particelle di luce che vi penetrano. La forza modifica la componente della velocità perpendicolare alla sostanza, portando la particella a deviare verso la verticale e la velocità della luce aumenta passando dall'aria all'acqua.

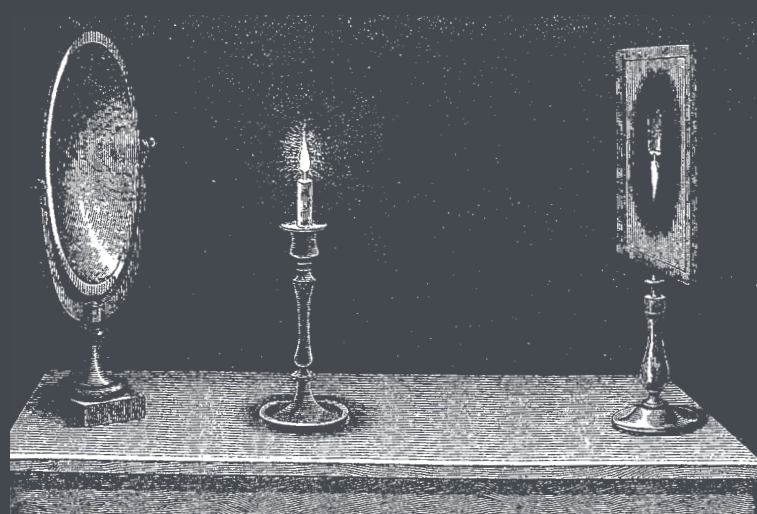
Quando i raggi incontrano un corpo opaco sono in parte riflessi ed in parte assorbiti generando così i colori dei corpi.

I fenomeni di doppia rifrazione si ottengono sperimentalmente facendo incidere un raggio luminoso su alcuni cristalli. La luce che compone il raggio ordinario e quella che compone il raggio straordinario hanno proprietà fisiche differenti. I corpuscoli hanno un asse di simmetria disposto perpendicolarmente alla direzione del loro moto e, secondo l'orientazione data all'asse, possono essere rifratti lungo il raggio ordinario o lungo quello straordinario.

OTTICA

OGGETTI e STRUMENTI

OT1 SPECCHI SFERICI

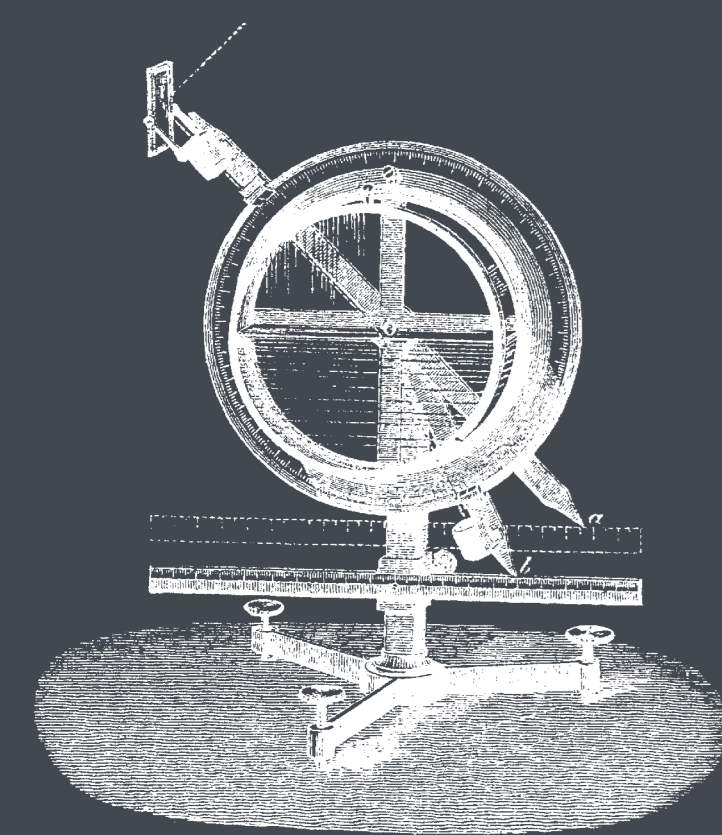


Gli specchi sferici sono costituiti da una porzione di superficie sferica; si distinguono in specchi concavi e convessi, a seconda che la superficie riflettente sia rivolta verso il centro di curvatura o in senso contrario.

Questa classificazione è utile per distin-

guere alcune proprietà generali degli specchi sferici; infatti gli specchi concavi vengono utilizzati per effettuare ingrandimenti, mentre gli altri per riprodurre una immagine più piccola ma con un campo visivo allargato.

OT2 APPARECCHIO DI SILBERMANN



Strumento utilizzato per verificare le leggi di rifrazione, riflessione e riflessione totale.

È formato da un cerchio verticale graduato, sostenuto da un treppiede. In corrispondenza al diametro orizzontale si può fissare uno specchio piano o un vaso di vetro, avente la forma di mezzo cilindro, contenente acqua, o un altro liquido trasparente.

Lungo la circonferenza possono scorre-

re due sostegni che portano rispettivamente una lente e uno specchio piano girevole, che servono a dirigere la luce sull'asse. Utilizzando lo specchio posto in corrispondenza del diametro si possono verificare le leggi della riflessione; utilizzando invece il contenitore semicilindrico si verificano le leggi della rifrazione semplice e della riflessione totale e si può calcolare con buona approssimazione l'indice di rifrazione.

OT3 MICROSCOPIO SOLARE



Il microscopio solare, ideato intorno al 1740 dall'anatomista tedesco Lieberkuhn, serviva per proiettare a un pubblico numerosi dettagli molto ingranditi di preparati trasparenti su uno schermo posto a distanza opportuna.

Per ottenere la proiezione con particolari ben visibili era necessaria una sorgente luminosa intensa.

Veniva di solito utilizzata la luce solare: lo strumento veniva inserito nel battente di una finestra, mediante un portalucente.

I raggi luminosi venivano convogliati verso un tubo tramite uno specchio orientabile in tutte le direzioni mediante manopole. All'interno del tubo lenti convergenti concentravano i raggi sull'oggetto da ingrandire.

Lo strumento è contenuto in una cassetta di legno con serratura e chiave ed è corredato da tre supporti in osso recanti ciascuno quattro vetri. Sulla cornice dello specchio è inciso il nome del costruttore C. Lincoln, London.

OT4 CAMERA LUCIDA DI OBERHANSER



Si tratta di un apparecchio utilizzato per riprodurre disegni di scene o di oggetti le cui immagini sono osservate in sovrapposizione al foglio stesso. Esso è costituito da un tubo verticale su cui sono posti un prisma e due lenti; se il disegnatore si colloca in una certa posizione, sull'oc-

chio si sovrappongono le immagini di due zone diverse. Se in una vi è l'oggetto da copiare e nell'altra la punta della matita dell'artista, questi può eseguire i contorni dell'oggetto da riprodurre. Le camere lucide furono molto utilizzate da artisti e disegnatori dell'Ottocento.

OT5 CAMERA CHIARA DI AMICI

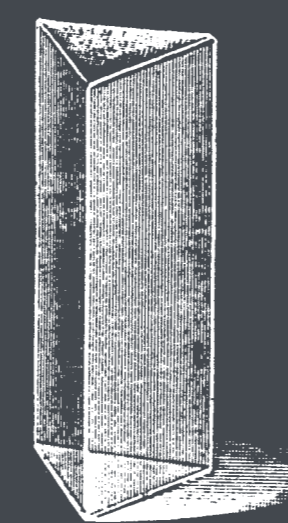


Questo strumento, che rappresenta un particolare tipo di camera lucida, fu inventato da G.B. Amici nel 1819, perfezionando quello di Wollaston del 1804. Serve per la riproduzione di disegni tramite la proiezione della loro immagine sul piano del foglio da disegno.

Guardando nell'apposita fessura si vedo-

no simultaneamente il foglio da disegno e l'oggetto da disegnare. Per bilanciare le diverse luminosità del foglio e dell'oggetto ci si serve di un filtro azzurro. Lo strumento è dotato di una guida telescopica inclinabile che permette di orientarlo in modo corretto, fissata su un piedistallo in legno che funge anche da astuccio.

OT6 PRISMA DI CROWN



In ottica si dà il nome di prisma ad un mezzo trasparente, limitato da facce piane non parallele tra loro che vengono chiamate facce rifrangenti. Il prisma è di solito montato su un sostegno che ne

consente la rotazione. La rifrazione attraverso il prisma permette di determinare l'indice di rifrazione del mezzo considerato mediante uno spettrometro.

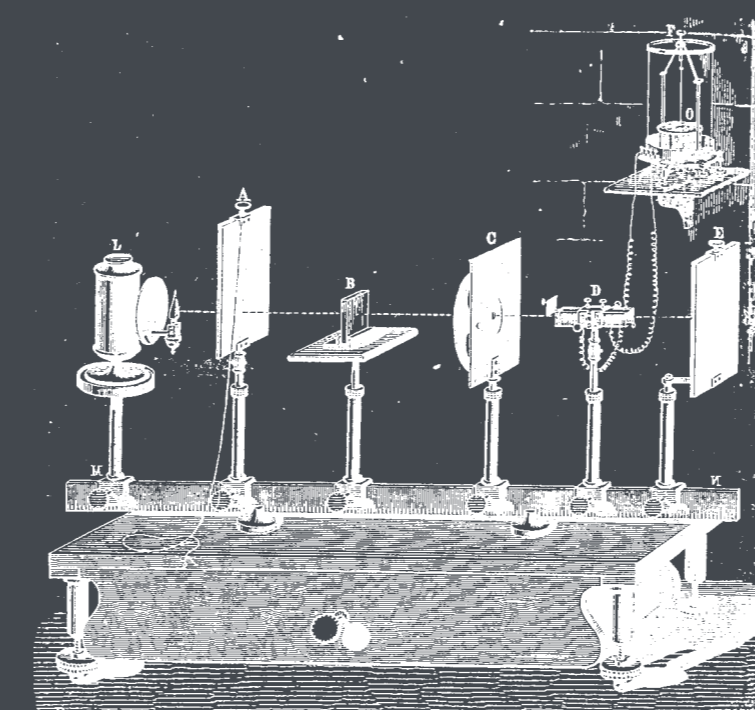
OT7 POLARIZZATORE DI BIOT



Lo strumento è composto da un tubo di ottone annerito internamente, da uno specchio polarizzatore di vetro scuro e da uno specchio mobile che funge da analizzatore, montati su una base in legno munita di un cassetto contenente gli accessori. La luce solare veniva fatta

incidere sul primo specchio in modo che l'angolo di incidenza fosse circa di 22°; in questo modo la luce arrivava al secondo specchio, che appariva illuminato o buio in funzione della sua posizione rispetto al piano di polarizzazione della luce incidente.

OT8 BANCO MELLONI



Strumento utilizzato per studiare i fenomeni relativi al calore raggianti, le proprietà della riflessione, rifrazione, polarizzazione e assorbimento dei raggi infrarossi da parte di sostanze differenti. È conservato in un armadio a vetri di pregevole fattura, su un tavolino, ed è composto da un binario metallico con scala graduata da 0 a 100, su cui è possibile fissare diversi sostegni metallici; uno è

destinato a sostenere la sorgente calorifica che si vuole studiare, altri portano degli schermi opachi o forati e una pila termoelettrica del Nobili. Come sorgenti calorifiche annesse all'apparecchio, Melloni utilizzò un cubo metallico contenente acqua bollente, detto cubo di Leslie, oppure una lastra di rame o una lampada ad olio, detta lampada di Locatelli.

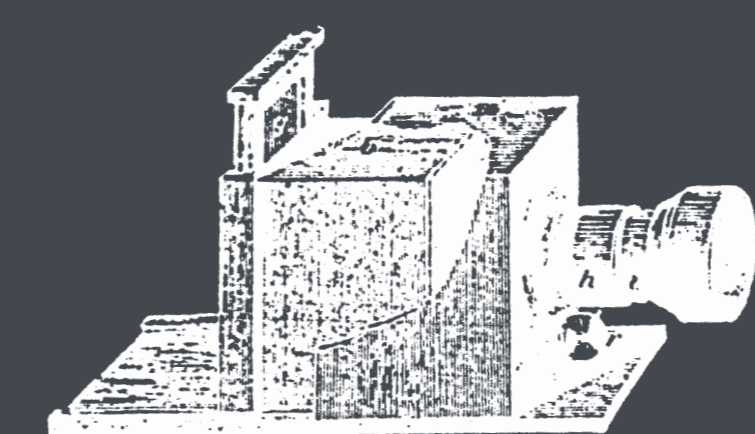
OT9 APPARATO PER LA PROIEZIONE DI OGGETTI OPACHI: EPISCOPIO



L'episcopio è un proiettore che consente di riportare un'immagine su una superficie con la possibilità di ingrandire o ridurre la stessa. Già nell'800 veniva utilizzata la "Camera Lucida" da pittori e ritrattisti per

ottenere particolari più precisi di un'opera. All'inizio del '900 furono costruiti dei modelli, tipo la "Camera Lucida Universale", in cui si potevano regolare gli ingrandimenti delle immagini.

OT10 DAGHERROTIPO



Lo strumento è il primo tipo di macchina fotografica. Per poter avere le immagini si poneva nell'apparecchio, che non era altro che una piccola camera oscura, una lastra di rame rivestita di argento; per sensibilizzare la lastra si detergeva lo strato di argento e la si esponeva ai vapori di bromo e iodio; si formava in questo modo una sostanza sensibile ai

raggi luminosi. Se la lastra, posta nella camera oscura, veniva colpita dai raggi solari, formava una immagine, che doveva essere poi sviluppata, esponendola ai vapori di mercurio alla temperatura di circa 75°; l'immagine veniva infine fissata mediante l'immersione in una soluzione di iposolfito di sodio.