
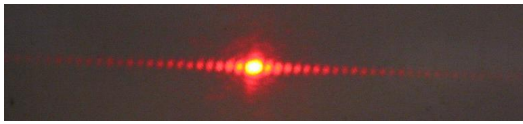



Sia fatta la luce

Modello corpuscolare	Modello ondulatorio	
<p>René Descartes: (Fr, 1596-1650) sostiene che la luce è trasportata da "globuli" di materia trasparente emessi dai corpi luminosi</p> <p>Sir Isaac NEWTON: (UK, 1642-1727): nell'intento di spiegare ogni fenomeno con le leggi della meccanica, afferma che la luce è composta da uno sciame di "corpuscoli"¹ molto piccoli e veloci detti raggi.</p> <p>("Opticks" – 1704)</p> <p>1) come potrebbe la luce arrivare dalle stelle alla terra? L'etere non è una buona spiegazione.</p> <p>2) negò che la diffusione della luce avvenisse con moto ondulatorio, sostenendo che la luce, al contrario dei suoni, non ha la capacità di aggirare gli ostacoli.</p> <p>Nel 1672 Newton realizza il suo "<i>experimentum crucis</i>"</p>	<p>Francesco GRIMALDI (1618-1663, gesuita italiano) studiò la luce facendo entrare attraverso un forellino un raggio di luce solare in una stanza oscurata, osservò in tal modo che quando il raggio di luce veniva fatto passare attraverso un secondo forellino e proiettato su uno schermo, l'immagine formata presentava frange colorate ed era leggermente più grande di quanto avrebbe dovuto essere se la luce si fosse propagata in linea retta attraverso il foro. Concluse, correttamente, che la luce era stata sia pur leggermente deflessa verso l'esterno nell'attraversamento del foro e diede al fenomeno il nome di "diffrazione" (dal latino frangere=rompere). Egli osservò anche che, quando un oggetto sottile, come il filo di un coltello, veniva posto sul cammino di un raggio di luce, l'ombra proiettata aveva bordi colorati dove la luce era stata diffratta intorno al margine dell'oggetto e penetrava nell'ombra. Questa costituiva una prova a favore del modello ondulatorio perché lo stesso tipo di effetto poteva essere osservato quando le onde di un lago si propagano oltre un ostacolo o passano attraverso una fessura. Dunque la luce NON si propaga sempre in linea retta.</p>  <p>FIG. 315. GRIMALDI'S OBSERVATION OF DIFFRACTION</p>	
	<p>nel 1667 Robert Hooke nella sua Micrographia osserva la propagazione non rettilinea della luce e attribuisce la causa del fenomeno alla natura ondulatoria della luce, ipotizzando onde che si propagano nell'etere come sfere concentriche</p>	
		<p>nel 1669 il danese Erasmus Bartholinus scoprì il fenomeno della Doppia Rifrazione. I cristalli di spato d'Islanda (una forma cristallina del carbonato di calcio, chiamata anche calcite) hanno la curiosa proprietà di spezzare i raggi luminosi in due, in modo che guardando piccoli oggetti attraverso questi cristalli si vedono due immagini dell'oggetto.</p>
	<p>Christian HUYGENS (NL, 1629-1695) oggi considerato il fondatore della teoria ondulatoria, riuscì a spiegare diversi fenomeni ottici sulla base di questa ipotesi, tra cui la riflessione e la rifrazione ("<i>traité de la lumière</i>" – 1690. La luce è un moto ondulatorio reale che si propaga in un mezzo: L'ETERE (in greco etere significa aria).</p> <p>L'ETERE sarebbe un mezzo molto rarefatto (da permettere il moto dei corpi celesti) ed estremamente rigido (per giustificare l'enorme velocità di propagazione delle onde attraverso esso) in grado di oscillare.</p> <p>La propagazione delle onde è regolata dal principio di Huygens: "<i>qualsiasi punto di un fronte d'onda può essere considerato come una sorgente puntiforme di onde che si propagano nella stessa direzione del fronte stesso</i>".</p> <p>Con il principio di Huygens e con il principio di sovrapposizione si possono interpretare tutte le figure di diffrazione.</p>	
	<p>Leonhard EULER (CH, 1707-1783) nel 1746 formula il Principio di minima azione (la natura è pigra, la luce si propaga in linea retta, lungo la strada più breve in termini di cammino ottico, cfr. interpretazione geometrica delle leggi della riflessione e rifrazione). Gran parte dell'efficacia delle argomentazioni di Eulero risiedono nel modo in cui egli oltre ad esporre le prove a favore del modello ondulatorio, illustrò tutte le difficoltà cui andava incontro il modello corpuscolare, in particolare quello di spiegare la diffrazione.</p> <p>Egli, come già Robert Hooke, propose l'analogia tra onde sonore e onde luminose affermando che la luce solare è rispetto all'ETERE, quello che il suono è rispetto all'aria, paragonando il sole ad una campana che invece di suono emette luce. La suggestiva analogia, a dir poco imperfetta, fornisce una idea di come culturalmente si interpretassero tali fenomeni a metà XVIII secolo.</p>	
	<p>Benjamin FRANKLIN (USA, 1706-1790) congettura: "se la luce fosse fatta di corpuscoli, questi avrebbero la stessa quantità di moto di una palla di cannone da 10 Kg sparata a 100 m/s". (Se questa congettura fosse legittima, quale sarebbe la massa di un corpuscolo di luce?)</p>	
	<p>Thomas YOUNG (UK, 1773-1829) nel 1800 esegue l'esperimento delle due fenditure, osservando un fenomeno di INTERFERENZA costruttiva e distruttiva delle onde luminose. Dal momento che sarebbe impossibile ottenere oscurità sommando due raggi di luce, egli conclude che la luce si comporta come una onda e ipotizzò che le onde luminose siano prodotte da ondulazioni trasversali di un fluido elastico detto etere. Egli riuscì anche a misurare la lunghezza d'onda dei raggi luminosi.</p>  <p>(YOUNG aveva spiegato il meccanismo di messa a fuoco dell'occhio, mostrando il modo in cui i muscoli modificano la lente oculare, l'astigmatismo attribuendolo ad una curvatura irregolare della cornea e fu il primo a comprendere che la visione dei colori è prodotta da una combinazione dei tre colori primari, rosso, verde e azzurro (https://www.geogebra.org/m/VkbpQtWz) che eccitano differenti recettori dell'occhio e spiegò quindi il daltonismo attribuendolo ad una disfunzione di uno o più di tali recettori, svolse inoltre un ruolo di primo piano nella decifrazione della Stele di Rosetta)</p>	

nel 1905 Albert EINSTEIN (DE, 1879-1955) mostra come la radiazione elettromagnetica possa espellere elettroni dalla superficie di un pezzo di metallo (effetto Fotoelettrico)	Joseph von FRAUNHOFER (DE, 1787-1826) nel 1814 osserva righe nello spettro solare, egli non conosceva la struttura interna dell'atomo (che sarà poi descritta dalla meccanica quantistica) e quindi non seppe mai cosa causasse le righe che oggi portano il suo nome, ma introdusse l'uso della Spettroscopia ² .	
	Augustin Jean FRESNEL (FR, 1788-1827) e Simon POISSON (FR, 1781-1840) dopo l' esperimento della macchia luminosa nel 1819 formulano la Teoria Ondulatoria riuscendo a spiegare tutti i fenomeni ottici allora noti ipotizzando che la luce consistesse di vibrazioni trasversali dell' ETERE (unica mancanza a loro attribuibile: non seppero spiegare cosa è che oscilla).	
	Ole Rømer (DK, 1644–1710) nel 1675, osservando anticipi e ritardi nelle eclissi di Io ipotizza che siano dovuti alle differenti distanze Giove-Terra durante il loro moto di rivoluzione attorno al Sole. Sulla base di tali osservazioni, Christian Huygens (NL, 1629-1695) esegue la prima stima della velocità della luce ($c=2,2 \cdot 10^8$ m/s). nel 1849, FIZEAU (FR, 1819-1896) esegue la prima misurazione terrestre della velocità della luce ($c=3,15 \cdot 10^8$ m/s). nel 1850 FOUCAULT (FR, 1819-1868) determina la velocità della luce in aria con maggior precisione ($c=2,98 \cdot 10^8$ m/s) e riduce le dimensioni dell'apparato di FIZEAU da 8 km a 20 m potendo così determinare la velocità della luce in acqua e in altri materiali trasparenti; scopre che tale velocità è minore che nell'aria e vale $v=c/n$ (essendo n l'indice di rifrazione dell'acqua). Questo dato sperimentale fu accolto come un colpo mortale al modello corpuscolare, ma a ben pensarci...	
	Hans Christian OERSTED (DK, 1777-1851) nel 1820 compì un esperimento che dimostrava una prima relazione tra una corrente elettrica e un effetto magnetico.	
	Michael FARADAY (UK, 1791-1867) intorno al 1824 effettua esperimenti che portarono alla costruzione dei primi motori elettrici e poi nel 1831 ai generatori elettrici. Ipotizzo che la luce potesse essere spiegata in termini di vibrazioni delle linee di forza del campo elettrico eliminando la necessità dell' ETERE come mezzo di trasporto delle onde luminose (1846).	
	James Clark MAXWELL (UK, 1831-1879) nel 1864 spiega la luce come un fenomeno elettromagnetico in 4 equazioni differenziali ³ ; tali equazioni unificano le due forze in un unico quadro, in esse compare la costante c , la velocità con cui le onde elettromagnetiche si propagano. Maxwell "matematizza" le idee di Faraday e le sue equazioni vengono confermate dagli esperimenti di Heinrich Hertz (DE, 1857-1894). La luce è una forma di perturbazione elettromagnetica.	

N.B. Sebbene sia perfettamente corretto dire che la luce si comporta come un'onda in molte circostanze, in altre circostanze essa si comporta come un flusso di particelle, proprio come pensava Newton. Non possiamo dire che la luce SIA un'onda oppure che SIA un corpuscolo, ma soltanto che in alcuni esperimenti possiamo rilevare caratteristiche simili a quelle delle onde (esperimento delle due fenditure) ed in altri esperimenti possiamo rilevare caratteristiche simili a quelle delle particelle (effetto fotoelettrico)

¹ Il termine "**FOTONE**" fu coniato, nel 1926 dal chimico statunitense Gilbert **Newton** Lewis, per definire quelli che da Einstein erano stati definiti "quanti di luce".

² ciascun elemento, riscaldato fino all'incandescenza o attraversato da scariche elettriche, emette radiazioni elettromagnetiche che producono una distribuzione caratteristica di righe luminose nello spettro, come le due righe gialle del sodio, allora dovunque si osservino quelle righe in uno spettro, si sa che è presente l'elemento associato a tali righe. Molti, tra cui Padre Angelo Secchi, gesuita italiano (1818-1878), mostrarono che ciascuna distribuzione di righe, come in un codice a barre, è caratteristica di una sostanza: laddove una sostanza è calda produce righe brillanti, quando la stessa sostanza è presente, ma fredda produce righe scure nello spettro perché assorbe la luce di fondo alle stesse lunghezze d'onda alle quali irradierebbe se fosse calda. La spettroscopia consentì agli astronomi di scoprire di cosa sono fatte le stelle, un elemento sul sole non collimava con le righe di nessun elemento conosciuto che fu allora chiamato Elio da Helios: Sole, l'elio fu scoperto sulla terra solo nel 1895.

³ "**la verità scientifica dovrebbe essere presentata in diverse forme e dovrebbe essere considerata parimenti scientifica che si presenti nella veste vigorosa e nella vivida colorazione di una immagine fisica oppure nella sottigliezza e nel pallore di un'espressione simbolica**" (*the Scientific Papers of J.C. Maxwell, 1890*). Con lo sviluppo della scienza e in particolare della teoria quantistica, nel XX secolo sarebbe divenuto sempre più chiaro che le immagini e i modelli fisici di cui ci si serve per cercare di rappresentare ciò che accade su scale molto al di là della portata dei nostri sensi, sono nulla più che stampelle per la nostra immaginazione, infatti in determinate circostanze un particolare fenomeno si comporta "COME SE" fosse e non che SIA... I modelli sono importanti e utili, ma non sono la verità; nella misura in cui esiste la verità scientifica, essa risiede nelle equazioni e furono equazioni quelle che Maxwell propose...