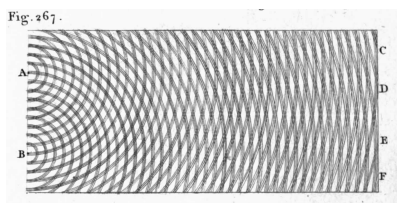


Interferencja i polaryzacja światła

Dwieście lat temu główną osią sporu o naturę światła była kwestia, czy światło jest strumieniem cząstek, czy falą. Według dzisiejszego poglądu oba te wyobrażenia nie stoją ze sobą w sprzeczności i mieszczą się w ramach jednego wspólnego opisu dostarczanego przez elektrodynamikę kwantową. Na początku XIX wieku, nie łączono jeszcze światła ze zjawiskami elektrycznymi i magnetycznymi.

Cały XVIII wiek to czas pewnej stagnacji w badaniach nad optyką, w której dominował pogląd cieszący się wielkim autorytetem Newtona, że światło jest strumieniem cząstek. Poważna rewizja tego poglądu była skutkiem przełomowych badań z początku XIX wieku. Angielski uczone Thomas Young w 1801 roku wygłosił w Londynie słynny wykład Bakeriański zatytułowany *O teorii światła i barw*, w którym twierdził, że świat jest wypełniony światłonośnym eterem, którego drgania postrzegamy jako światło, a fale eteru o różnych częstościach odpowiadają różnym barwom. Swoje tezy Young uzasadnił licznymi pomysłowo przeprowadzonymi doświadczeniami. W 1802 roku opisał eksperyment (znany obecnie pod nazwą *doświadczenie Younga*), w którym światło słoneczne przepuszczane było najpierw przez niewielki otwór, a następnie rzucane na cieniutką przeszkodę, którą obiegało z dwóch stron. Na ekranie za przeszkodą obserwowano prążki interferencyjne, które powstawały w wyniku nakładania się fal przechodzących z różnych stron przeszkody. Prążki te znikły po przesłonięciu jednej z dwóch dróg obiegających przeszkodę wiązką światła. Wcześniej Young obserwował na powierzchni wody interferencję fal rozchodzących się z dwóch źródeł i to zainspirowało go do przeprowadzenia doświadczeń interferencyjnych ze światłem.



Ilustracja z *Course of Lectures on Natural Philosophy* Younga z 1807 roku, przedstawiająca interferencję fal. Young pisał: *Dwa jednakowe układy fal wychodzące z pobliskich punktów mogą w pewnych punktach się unicestwiać, a w innych podwajać swe działanie...*

Początkowo prace Younga spotkały się ze sprzeciwem środowiska uczonych, a nawet z ostrą krytyką, co zniechęciło go do dalszego zajmowania się optyką. Poświęcił się wtedy innej swojej pasji – rozszyfrowywaniu hieroglifów egipskich.

W 1815 roku David Brewster odkrył, że tangens kąta padania, przy którym następuje całkowita polaryzacja światła odbitego od powierzchni materiału, jest równy wartości współczynnika załamania tego materiału. Odkrył też, że promień odbity i promień załamany są wtedy prostopadłe. Ten szczególny kąt padania nazywany jest obecnie *kątem Brewstera*. Brewster, podobnie jak Malus, był przeciwnikiem teorii falowej światła.

Fale eteru wyobrażano sobie jako fale mechaniczne rozchodzące się w sprężystym ośrodku, jakim miał być eter, na podobieństwo rozchodzącego się w powietrzu lub wodzie dźwięku. Byłyby to zatem fale podłużne: odkształcenie ośrodka następuje wzdłuż kierunku rozchodzenia się fali; występują na przemian zgęszczenia i rozrzedzenia ośrodka. Nie dość, że prace Younga spotkały się z ostrą krytyką współczesnych mu uczonych, to sytuację dodatkowo skomplikowało przypadkowe odkrycie przez Étienne'a Louisa Malusa w 1808 roku zjawiska polaryzacji światła przez odbicie. Malus badał zjawisko podwójnego załamania, polegające na tym, że niektóre kryształy (np. szpat islandzki) załamują światło w ten sposób, iż padający na nie promień światła był rozdzielany na dwa promienie wychodzące z kryształu w dwóch kierunkach różniących się o pewien niewielki kąt. Właśnie przez taki kryształ Malus spojrzawszy przypadkiem na światło odbite w oknach Pałacu Luksemburskiego w Paryżu. Obracając kryształ, zauważył, że przy pewnych położeniach znikł jeden z dwóch wychodzących z kryształu promieni. W wyniku doświadczeń ustalili, że całkowite znikanie jednego z promieni zachodzi tylko dla pewnego określonego kąta padania. Malus tłumaczył to zjawisko wydłużonym kształtem cząstek światła, na których końcach znajdowały się bieguny poddane działaniu sił. Cząstki te przy odbiciu pod określonym kątem miały się ustawiać w uporządkowany sposób. Od łacińskiego słowa *polus* (biegun) wzięła się nazwa *polaryzacji światła*.

Zjawiska polaryzacji światła nie dawało się wyjaśnić za pomocą fal podłużnych, co przyznał nawet sam Young w 1811 roku, proponując zarazem w 1817 roku bardzo nowatorskie i jednocześnie kontrowersyjne rozwiązanie tego problemu przez założenie istnienia drgań zachodzących pod pewnym kątem do kierunku rozchodzenia się fali. Niezależnie na podobny pomysł wpadł trochę później Augustin Fresnel, który zainspirowany przez Younga, rozwijał falową teorię rozchodzenia się światła. Kolejnym naturalnym krokiem był postulat, że ten „pewien kąt” to kąt prosty, a światło jest falą poprzeczną, czyli drganie zachodzi w kierunku prostopadłym do kierunku rozchodzenia się fali. Ponieważ w przestrzeni trójwymiarowej istnieją dwa prostopadłe kierunki, prostopadłe jednocześnie do kierunku rozchodzenia się fali, dwie polaryzacje światła można było interpretować jako niezależne drgania poprzeczne w tych właśnie kierunkach. Ta prosta i elegancka interpretacja uchodziła jednak dwieście lat temu za kontrowersyjną i była odrzucana przez wielu fizyków, którzy pozostawali zwolennikami teorii korpuskularnej światła. Kilkadziesiąt lat po pracach Younga i Fresnela, po sformułowaniu równań Maxwella, światło zostało opisane właśnie jako zaburzenie pola elektromagnetycznego poprzeczne do kierunku rozchodzenia się fali, przy czym idea eteru została później ostatecznie odrzucona jako zbędna w wyniku sformułowania teorii względności, a odkrycie zjawisk kwantowych pokazało, że czasami jednak światło zachowuje się jak strumień cząstek.

Szymon CHARZYŃSKI