

Krótką historia optyki

[gr. *optikós* = dotyczący wzroku]

- **~300 p.n.e.** Euklides z Aleksandrii w dziele *Optica* zauważył, że światło porusza się po liniach prostych i opisał prawo odbicia. Uważał, że w procesie widzenia powstają promienie biegnące od oczu do widzianego obiektu.
- **ok. 100 p.n.e. do 150 n.e.** Heron z Aleksandrii w dziele *Catoptrica*, pokazał, że faktyczna droga promienia odbitego od płaskiego zwierciadła jest krótsza od każdej innej drogi światła odbitego pomiędzy źródłem i punktem obserwacji
- **ok. 140 n.e.** Ptolemeusz z Aleksandrii (*Claudius Ptolemaeus*). Znamy XII w. przekład łaciński, w którym opisano badania załamania światła (także w atmosferze). P. sugerował, że kąt załamania jest proporcjonalny do kąta padania.
- **965-1020** Ibn-al-Haitham (znany też jako Alhazen) z Basry. W badaniach używał zwierciadeł sferycznych i parabolicznych. Zwracał uwagę na aberrację sferyczną. Badał powiększenie obrazu w soczewkach i załamanie światła w atmosferze.

Krótką historia optyki

- **~1220** Robert Grosseteste (Anglia – Oxford). Podkreślał wagę matematyki i geometrii w badaniu własności światła. Wierzył, że kolory są związane z intensywnością i zajmują obszar pomiędzy czernią a bielą. Tęcza – konsekwencja odbicia i załamania światła w "wodnej chmurze" (nie rozważał poszczególnych kropli). Zwolennik greckiego poglądu emanacji promieni z oczu.
- **~1267** Roger Bacon (Anglia – Oxford), następca Grosseteste'a. Uważał, że prędkość światła jest skończona. Propagacja następuje w ośrodku, podobnie jak fale dźwiękowe. W dziele *Opus Maius*, Bacon opisał badania nad powiększaniem obrazu małych obiektów i sugerował zastosowanie do korekcji wzroku. Wiązał zjawisko tęczy z odbiciem światła od małych kropelek deszczu.
- **~1270** Witelo (Erazm Ciołek – Dolny Śląsk, Legnica, Wrocław). *„Perspectivorum libri decem”* (1273) był klasycznym tekstem z optyki na kilka stuleci. Zajmował się złudzeniami i psychologicznymi aspektami widzenia. Opisał metodę wytwarzania zwierciadeł parabolicznych z żelaza. Dokonał szczegółowych obserwacji dotyczących załamania światła.

Krótką historia optyki

- **1303** Bernard z Gordon (Francja). Lekarz, wspominał o możliwości użycia okularów do korekcji dalekowzroczności.
- **1304~1310** Theodoric (Dietrich) z Freiberg. Wyjaśnił zjawisko tęczy, jako konsekwencję załamania i wewnętrznego odbicia wewnątrz kropelek deszczu. Wyjaśnił pojawianie się tęczy głównej i wtórnej. Uważał kolory za mieszanę jasności i ciemności w różnych proporcjach.
- **~1590** Zacharius Jensen (Holandia). Wykonał złożony mikroskop ze skupiającej soczewki obiektywu i rozpraszającej okularu.
- **1604** Johannes Kepler (Niemcy). W książce *Ad Vitellionem Paralipomena*, Kepler stwierdził, że intensywność światła ze źródła punktowego spada proporcjonalnie do kwadratu odległości. Uważał, że światło rozchodzi się nieskończenie daleko i nieskończenie szybko. Wyjaśnił tworzenie się obrazu na siatkówce oraz przyczynę daleko- i krótkowzroczności.
- **1608** Hans Lippershey (Holandia) skonstruował teleskop ze skupiającej soczewki obiektywu i rozpraszającej okularu.
- **1609** Galileo Galilei (Włochy) skonstruował własną wersję teleskopu Lippershey'a i użył go do obserwacji astronomicznych. W 1610 odkrył 4 księżycy Jowisza.

Krótką historia optyki

- **1611** Johannes Kepler (Niemcy). W dziele *Dioptrice*, Kepler wyjaśnił zasady działania mikroskopów i teleskopów ze skupiającymi i rozpraszającymi soczewkami. Sugestia teleskopu z dwoma soczewkami skupiającymi. Odkrył całkowite wewnętrzne odbicie.
- **~1618** Christopher Scheiner. Skonstruował teleskop pomysł Keplera.
- **1621** Willebrord Snell (Leiden). Odkrył zależność między kątem padania i kątem załamania podczas przechodzenia światła pomiędzy różnymi ośrodkami.
- **1647** B Cavalieri. Wyprowadził związek pomiędzy promieniem krzywizny soczewki a ogniskową.
- **1657** Pierre de Fermat (Francja). Sformułował *zasadę najkrótszego czasu*.
- **1663** James Gregory (Anglia). Zasugerował użycie skupiającego zwierciadła w teleskopie w celu wyeliminowania aberracji.
- **1665** Francesco Maria Grimaldi (Włochy). Opisywał dyfrakcję światła po przejściu przez małą szczelinę. Sugerował, że światło jest falą.

Krótką historia optyki

- **1665** Robert Hooke (Anglia). *Micrographia*. Hooke opisuje obserwacje powstawania kolorów w płatkach miki, bańkach mydlanych i cienkich warstwach oleju. Wspierał teorię falową.
- **1666** Isaac Newton (Anglia – Cambridge). Rozszczepienie światła w pryzmacie.
- **1668** Isaac Newton (Anglia). Konstrukcja teleskopu zwierciadlanego pozbawionego aberracji chromatycznej.
- **1669** Erasmus Bartholinus (Dania). Odkrył dwójłomność w kryształach kalcytu.
- **1672** Isaac Newton (Anglia). W raporcie do Królewskiego Towarzystwa naukowego Newton tłumaczy zjawisko rozszczepienia światła. Światło białe jest złożone z różnych kolorów, które są w różnym stopniu załamywane przez szkło.
- **1676** Olaf Römer (Dania). Stwierdził skończoną wielkość prędkości światła na podstawie obserwacji Jowisza. Z danych Römer'a można wyliczyć $c = 2 \times 10^8$ m/s.
- **1678** Christiaan Huygens (Holandia). Formułuje falową teorię światła. Światło rozprzestrzenia się w eterze złożonym z małych elastycznych cząsteczek, z których każda jest wtórnym źródłem fal.

Krótką historia optyki

- **1704** Isaac Newton (Anglia). Newton przedstawia opinię, że światło ma charakter korpuskularny, jednak korpuskuły mogą wzbudzać fale w eterze.
- **1727** James Bradley (Anglia). Wyliczył szybkość światła na podstawie obserwacji gwiazd.
- **1733** Chester More Hall. Zbudował soczewkę achromatyczną wykorzystując szkła o różnych współczynnikach załamania.
- **1752** Thomas Melvill (Szkocja). Obserwacja widm płomieni różnych materiałów.
- **1801** Thomas Young (Anglia). Interferencja światła – argument za teorią falową.
- **1802** William Hyde Wollaston (Anglia). Odkrył ciemne linie w widmie słonecznym. Brak interpretacji.
- **1808** Etienne Louis Malus (France). Odkrył polaryzację światła w wyniku odbicia, obserwując światło odbite od okien Palais Luxembourg w Paryżu poprzez obracany kryształ kalcytu.
- **1814** Joseph Fraunhofer (Germany). Powtórnie odkrył ciemne linie w widmie słonecznym.

Krótką historia optyki

- **1815** David Brewster (Szkocja). Opisał polaryzację światła przez odbicie.
- **1816** Augustin Jean Fresnel (Francja). Zaprezentował ścisłe ujęcie zjawiska dyfrakcji w oparciu o teorię falową światła.
- **1816-1817** Fresnel and Dominique Francois Arago. Fale światłne mają charakter poprzeczny a nie podłużny (jak dźwięk).
- **1819** Joseph Fraunhofer (Germany). Badania dyfrakcji światła na siatce drucianej.
- **1821** Augustin Jean Fresnel (Francja). Prezentuje prawa, które pozwalają wyliczyć natężenie i polaryzację światła odbitego i załamane.
- **1823** Joseph Fraunhofer (Niemcy). Publikuje teorię dyfrakcji.
- **1828** William Nicol (Szkocja). Wynalazł pryzmat polaryzacyjny zrobiony z dwu kawałków kalcytu (*pryzmat Nicola*).
- **1834** John Scott Russell (Szkocja). Obserwacja "fali translacyjnej" na Union Canal w Szkocji (brak osłabienia energii). Później takie fale nazwano *solitonami*.

Krótką historia optyki

- **1835** George Airy (Anglia). Wyliczył kształt dyfrakcji na kolistej przesłonie.
- **1845** Michael Faraday (Anglia). Opisał skręcenie płaszczyzny polaryzacji światła przechodzącego przez szkło w obecności pola magnetycznego (*zjawisko Faradaya*)
- **1849** Armand Hypolite Louis Fizeau (Francja). Dokonał pierwszego nieastronomicznego pomiaru prędkości światła za pomocą obrotowego koła zębatego. Otrzymał wynik 313 300 km/s.
- **1850** J L Foucault (Francja). Wyznaczył prędkość światła metodą obrotowego zwierciadła. Otrzymał wartość 298 000 km/s. Tą samą metodą stwierdził, prędkość światła w wodzie jest mniejsza niż w powietrzu.
- **1855** David Alter (USA). Opisał widmo wodoru i innych gazów.
- **1859** H L Fizeau (Francja). Wykonał eksperyment wykazujący zależność prędkości światła w wodzie od prędkości płynącej wody.
- **1860** Robert Wilhelm Bunsen i Gustav Kirchoff. Obserwowali widma emisyjne metali alkalicznych w płomieniu. Zauważyli obecność ciemnych linii w widmach absorpcyjnych.

Krótką historia optyki

- **1865** James Clerk Maxwell (Szkocja). Przedstawił argumenty, że światło jest falą elektromagnetyczną.
- **1869** John Tyndall (Irlandia). Eksperymenty dotyczące rozpraszania światła w aerozoluach.
- **1871** John William Strutt, third Baron Rayleigh (Anglia). Podał prawo rozpraszania na b. małych cząsteczkach. Zrobił "płytkę strefową", która skupiała światło poprzez dyfrakcję Fresnela.
- **1873** Ernst Abbe (Niemcy). Przedstawił dokładną teorię powstawania obrazu w mikroskopie.
- **1874** Marie Alfred Cornu (Francja). Opisał graficzną metodę do analizy zagadnień dyfrakcji (*spiralą Cornu*).
- **1875** John Kerr (Szkocja). Pokazał istnienie kwadratowego efektu elektro-optycznego (*efekt Kerra*) w szkle.
- **1879** Josef Stefan (Austria). Przedstawił empiryczną zależność, że całkowita energia promienista emitowana przez ciało jest wprost proporcjonalna do czwartej potęgi absolutnej temperatury.
- **1879** Joseph Swan (England) i Thomas Alvin Edison (USA) skonstruowali lampy elektryczne z włóknem węglowym

Krótką historia optyki

- **1885** Johann Jakob Balmer (Szwajcaria). Podał empiryczną zależność opisująca rozkład linii emisyjnych atomu wodoru.
- **1887** Albert A. Michelson and Edward W. Morley (USA). Nieudana próba wykrycia ruchu Ziemi względem "światlnego eteru".
- **1887** Heinrich Hertz (Niemcy). Przypadkowo odkrył efekt fotoelektryczny.
- **1890** O. Wiener. Zaobserwował falę stojącą od światła odbitego wzdłuż normalnej od srebrnego zwierciadła. Węzły i strzałki fali stojącej były wykryte za pomocą fotografii. Stwierdzono, że węzeł położony jest na powierzchni zwierciadła.
- **1891/92** L. Mach i L. Zehnder oddzielnie opisali interferometr, nazwany później interferometrem Macha-Zehndera. Interferometr mógł badać zmiany współczynnika załamania, a stąd, zmiany gęstości przepływającego gazu. Znalazł zastosowanie w aerodynamice.
- **1895** D.J. Korteweg i G. deVries (Holandia). Korteweg i jego student – deVries, wyprowadzili równanie różniczkowe cząstkowe opisujące propagację fal na płytkiej wodzie, które dotyczyło też pojedynczej fali zaobserwowanej przez Johna Scotta Russella. Równanie Kortewega-deVriesa (KdV) zapoczątkowało matematyczny opis solitonów.

Krótką historia optyki

- **1896** Wilhelm Wien (Niemcy). Opisał zmianę rozkładu spektralnego promieniowania ciała doskonale czarnego w zależności od temperatury. [*Annalen der Physik* 38, 662, 1896]
- **1896** Pieter Zeeman (Holandia). Odkrył, że emisyjne linie spektralne ze źródeł atomowych ulegają poszerzeniu po umieszczeniu ich w polu magnetycznym.
- **1899** Lord Rayleigh (Anglia). Podał wyjaśnienie błękitnego koloru nieba i czerwonych zachodów słońca, jako efektu preferencyjnego rozpraszania światła niebieskiego na molekułach ziemskiej atmosfery. [*Phil. Mag.* 47, 375, 1899]
- **1899** Marie P A C Fabry and Jean B G G A Perot (Francja). Opisali interferometr (zwany interferometrem Fabry-Perota), który umożliwił wykonywanie pomiarów spektralnych z bardzo dużą rozdzielczością [*C Fabry and A Perot. Ann.Chim.Phys.* 16, p115, 1899]
- **1900** Max Karl Planck (Niemcy). Podał wyjaśnienie rozkładu spektralnego promieniowania ciała doskonale czarnego. Wprowadził uniwersalną stałą (stała działania = stała Plancka). Energia oscylatora jest sumą dyskretnych wartości proporcjonalnych do częstości (kwanty).

Krótką historia optyki

- **1905** Albert Einstein (Niemcy). Wyjaśnił tzw. efekt fotoelektryczny w oparciu o hipotezę kwantów światła - fotonów.
[*Annalen der Physik* 17, p132, 1905; *Annalen der Physik* 20, p199, 1906]
- **1908** Gustav Mie (Niemcy). Podał opis rozpraszania światła na dużych cząsteczkach (nie zaniedbywalnie małych w stosunku do długości fali światła). Uwzględnił wpływ kształtu i różnicę we współczynniku załamania pomiędzy cząsteczkami i środowiskiem.
- **1913** Niels Henrik David Bohr (Dania). Podał zarys teorii atomu. Wg niej, absorpcja i emisja światła przez atom zachodzi na skutek przemieszczania się elektronu pomiędzy orbitami o różnej energii. Ta interpretacja wyjaśnia fakt obserwacyjny, że atomy absorbują i emitują światło o charakterystycznych długościach fali.
- **1915** William David Coolidge (USA). Opatentował metodę konstrukcji lamp elektrycznych z drutem wolframowym.
- **1916** Albert Einstein (Niemcy). Sformułował zasadę wymuszonej emisji światła, która zachodzi wraz z absorpcją i emisją spontaniczną.

Krótką historia optyki

- **1921** Sir Arthur Eddington (Anglia). Obserwował zaćmienie Słońca w Afryce w celu określenia pozornego położenia gwiazd widocznych w pobliżu tarczy słonecznej. Wykazał, że linie, po których biegnie światło są zakrzywiane przez pole grawitacyjne Słońca zgodnie z przewidywaniami Ogólnej Teorii Względności Einsteina.
- **1926** A A Michelson (USA). Wykonał serię eksperymentów w celu określenia prędkości światła przy użyciu metody rotującego zwierciadła. Promień światła przebiegał drogę 22 mil (35 km) z obserwatorium na Mount Wilson do zwierciadła umieszczonego na Mount San Antonio. Otrzymał średnią wartość 299 796 km/s.
- **1928** Chandrasekhara Venkata Raman (India). Odkrył słabe nieelastyczne rozpraszanie światła na cząsteczkach substancji. Efekt znany obecnie pod nazwą *rozpraszania Ramana*.
- **1932** P Debye, F W Sears, R Lucas i P Biquard niezależnie zaobserwowali dyfrakcję światła na falach ultradźwiękowych.
- **1934** Frits Zernicke (Holandia). Opisał mikroskop z kontrastem fazowym.

Krótką historia optyki

- **1939** Walter Geffcken (Niemcy). Opisał transmisyjny filtr interferencyjny.
- **1941** W C Anderson. Zmierzył szybkość światła używając komórki Kerra do modulacji światła przechodzącego przez interferometr Michelsona. Otrzymał wartość 299 776 km/s.
- **1948** Dennis Gabor (Węgry). Opracował podstawy holografii (*wavefront reconstruction*).
- **1954** C H Townes, J P Gordon and H J Zieger (USA). Opisali maser, który został zbudowany na Columbia University.
- **1958** Arthur L Schawlow and Charles H Townes (USA). Opublikowali sugestię budowy lasera.
- **1960** Theodore H Maiman (USA). Zbudował pierwszy laser w Hughes Research Laboratories używając sztucznego rubinu.
- **1961** P A Franken, A E Hill, C W Peters and G Weinreich. Generacja harmonicznego światła laserowego po przejściu przez kryształ kwarcowy.

Krótką historia optyki

- **1961** Ali Javan, W R Bennett and Donald R Harriott (USA). Laser gazowy He-Ne $1.153 \mu\text{m}$
- **1962** (4 grupy badawcze w USA). Dioda LED na GaAs.
- **1963** Kumar Patel (USA/India). Laser na CO_2 (Bell Laboratories)
- **1964** William B Bridges (USA). Laser jonowy Ne, Ar, Kr, O_2 i in. (Hughes Research Laboratories)
- **1966** Sorokin and J R Lankard. Laser barwnikowy.
- **1971** John M J Madey (USA). Koncepcja lasera na swobodnych elektronach.
- **1976** John M J Madey (USA). Zbudowanie lasera na swobodnych elektronach (FEL - Stanford University)
- **1985** D L Matthews et al (USA). X-ray laser - 20nm.
- **1990** Teleskop Hubble'a.