

Historia Teorii Względności



Zbigniew Osiak

**Od Newtona
do Maxwella**

02

Linki do moich publikacji naukowych i popularnonaukowych, e-booków oraz audycji telewizyjnych i radiowych są dostępne w bazie ORCID pod adresem internetowym:

<http://orcid.org/0000-0002-5007-306X>

Zbigniew Osiak (Tekst)

HISTORIA TEORII WZGLĘDNOŚCI

Od Newtona do Maxwella

Małgorzata Osiak (Ilustracje)

© Copyright 2015 by
Zbigniew Osiak (text) and Małgorzata Osiak (illustrations)

Wszelkie prawa zastrzeżone.
Rozpowszechnianie i kopiowanie całości lub części publikacji
zabronione bez pisemnej zgody autora tekstu i autorki ilustracji.

Portret autora zamieszczony na okładkach przedniej i tylnej
Rafał Pudło

Wydawnictwo: Self Publishing

ISBN: 978-83-272-4475-8

e-mail: zbigniew.osiak@gmail.com

“*Historia Teorii Względności – Od Newtona do Maxwella*” jest drugim z pięciu tomów pomocniczych materiałów do prowadzonego przeze mnie seminarium dla słuchaczy Uniwersytetu Trzeciego Wieku w Uniwersytecie Wrocławskim.

Szczegółowe informacje dotyczące sygnalizowanych tam zagadnień zainteresowani Czytelnicy znajdą w innych moich eBookach:

Z. Osiak: *Szczególna Teoria Względności*. Self Publishing (2012).

Z. Osiak: *Ogólna Teoria Względności*. Self Publishing (2012).

Z. Osiak: *Antygravitacja*. Self Publishing (2012).

Z. Osiak: *Energia w Szczególnej Teorii Względności*. SP (2012).

Z. Osiak: *Giganci Teorii Względności*. Self Publishing (2012).

Z. Osiak: *Teoria Względności – Prekursorzy*. Self Publishing (2012).

Z. Osiak: *Teoria Względności – Twórcy*. Self Publishing (2013).

Z. Osiak: *Teoria Względności – Kulisy*. Self Publishing (2012).

Z. Osiak: *Teoria Względności – Kalendarium*. SP (2013).

Zapis wszystkich pomocniczych materiałów zgrupowanych w pięciu tomach zostanie zamieszczony w internecie w postaci eBooków.

Z. Osiak: *Historia Teorii Względności – Od Kopernika do Newtona*

Z. Osiak: *Historia Teorii Względności – Od Newtona do Maxwella*

Z. Osiak: *Historia Teorii Względności – Od Maxwella do Einsteina*

Z. Osiak: *Historia Teorii Względności – Era Einsteina 1905-1955*

Z. Osiak: *Historia Teorii Względności – Ciekawe wyniki po 1955*

Seminarium

HISTORIA TEORII WZGLĘDNOŚCI

Od Newtona do Maxwella

dr Zbigniew Osiak

Portrety i rysunki wykonała

Małgorzata Osiak

-
- Kalendarium 12
 - Notki biograficzne 26
 - Sir Isaac Newton (1643-1727) 27
 - Ole (Olaus) Christiansen Römer (1644-1710) 29
 - Gotfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) 31
 - Giovanni Girolamo Saccheri (1667-1733) 33
 - James Bradley (1693-1762) 35
 - Aberracja światła gwiazd 37
 - Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759) 38
 - Leonhard Euler (1707-1783) 40
 - Jean Le Rond d'Alembert (1717-1783) 42
 - Joseph Louis de Lagrange (1736-1813) 44
 - Marquise Pierre Simon de Laplace (1749-1827) 48
 - Adrien Marie Legendre (1752-1833) 50
 - Heinrich Wilhelm Mathias Olbers (1758-1840) 52
 - Tomas Young (1773-1829) 54

-
- Carl Friedrich Gauss (1777-1855) 56
 - Twierdzenie Gaussa 58
 - Elektryczne prawo Gaussa 59
 - Grawitacyjne prawo Gaussa 60
 - Prawo grawitacji Newtona 61
 - Prawo grawitacji Gaussa 62
 - Siméon Denis Poisson (1781-1840) 63
 - Dominique François Jean Arago (1786-1853) 65
 - Augustin Jean Fresnel (1788-1827) 67
 - Baron Augustin Louis Cauchy (1789-1857) 69
 - Michael Faraday (1791-1867) 71
 - Gaspard Gustave de Coriolis (1792-1843) 73
 - Siła Coriolisa 75
 - George Green (1793-1841) 76
 - Twierdzenie Greena 78
 - Nikołaj Iwanowicz Łobaczewski (1793-1856) 79

-
- Gabriel Lamé (1795-1870) 82
 - Janos Bolyai (1802-1860) 84
 - Christian Johann Doppler (1803-1853) 86
 - Carl Gustav Jacob Jacobi (1804-1851) 88
 - Wilhelm Eduard Weber (1804-1891) 90
 - Sir William Rowan Hamilton (1805-1865) 92
 - Hermann Günter Grassmann (1809-1877) 94
 - Urbain Jean Joseph Le Verrier (1811-1877) 96
 - Julius Robert von Mayer (1814-1878) 98
 - Armaund Hippolyte Louis Fizeau (1819-1896) 101
 - Jean Bernard Leon Foucault (1819-1868) 103
 - Sir George Gabriel Stokes (1819-1903) 105
 - Twierdzenie Stokesa 107
 - Herman Ludwig Ferdinand von Helmholtz (1821-1894) 108
 - Leopold Kronecker (1823-1891) 110
 - Georg Friedrich Bernhard Riemann (1826-1866) 112

-
- Elwin Bruno Christoffel (1829-1900) 119
 - James Clerk Maxwell (1831-1879) 121
 - Alfabetyczny indeks nazwisk 124
 - Chronologiczny indeks nazwisk 128

Kalendarium

1665, 1687

Sir Isaac Newton (1643-1727) sformułował (1665) prawo grawitacji, stworzył (1687) podstawy mechaniki. Opracował (1665/1687) rachunek różniczkowy i całkowy.

1684

Gotfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) opracował (1684) niezależnie od Isaaca Newtona rachunek różniczkowy i całkowy.

1729

James Bradley (1693-1762) odkrył zjawisko aberracji światła gwiazd. Obliczył wartość prędkości światła z pomiaru kąta aberracji.

1733

Giovanni Girolamo Saccheri (1667-1733), usiłując udowodnić nie wprost postulat o równoległych, otrzymał według niego bardzo dziw-

ne wyniki. Był pierwszym matematykiem, który mógł sformułować geometrię nieeuklidesową.

1743

Jean Le Rond d'Alembert (1717-1783) sformułował zasadę pozwalającą opisywać ruchy ciał z więzami. Rola więzów ruchu w OTW nie została jeszcze przeanalizowana, choć wydaje się, że będzie istotna. Historycy nauki będą wtedy mogli dokładnie zbadać wkład tego matematyka w rozwój OTW.

1746

Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759), jako jeden z pierwszych (inspirowany zasadą Fermata), sformułował zasadę najmniejszego działania, według której cząstki poruszają się po trajektoriach, wzdłuż których działanie jest najmniejsze.

1772, 1785

Marquise Pierre Simon de Laplace (1749-1827) podał (1772) wzór na rozwinięcie wyznacznika według wierszy lub według kolumn, wprowadził (1785) operator (laplasjan) związany z pojęciem potencjału.

Gdyby nie on, to ktoś inny musiałby to zrobić.

1775

Leonhard Euler (1707-1783) przyczynił się do powstania hydrodynamiki (równanie Eulera).

Trzy równania Eulera bilansujące pęd cieczy doskonałej oraz równanie bilansu energii, po odpowiednim uogólnieniu, można zapisać w postaci znikającej dywergencji z tensora energii-pędu. Po znalezieniu tensora krzywizny o znikającej dywergencji, Einstein mógł nadać równaniom pola grawitacyjnego niezwykle elegancką postać.

1782

Adrien Marie Legendre (1752-1833) zaproponował wielomiany niezwykle przydatne przy rozwijaniu funkcji w szeregi potęgowe. Potencjał pola elektrycznego (grawitacyjnego), którego źródłem jest dowolny rozkład ładunków (mas), można przedstawić w postaci szeregu zawierającego człony: monopolowy, dipolowy, kwadrupolowy, oktu-polowy itd.

1788

Joseph Louis de Lagrange (1736-1813) stworzył (1788) mechanikę analityczną – równania Lagrange’a (funkcja Lagrange’a, lagranżjan). Rozwinął rachunek wariacyjny. Bez prac Lagrange’a, Hamiltona oraz Jacobiego nie pojawiłyby się eleganckie sformułowania STW i OTW startujące z zasady najmniejszego działania.

1802, 1817

Tomas Young (1773-1829), jeden z twórców (1802) optyki falowej, w szczególności wykazał (1817), że światło jest falą poprzeczną.

1811, 1813

Sinéon Denis Poisson (1781-1840) zastosował (1811) matematyczną teorię potencjału w elektrostatyce oraz rozszerzył ją (1813) w teorii grawitacji na przypadek wewnątrz źródłowych mas – równanie Poissona.

Wykorzystanie równania Poissona w newtonowskiej teorii stacjonarnego pola grawitacyjnego niewątpliwie ułatwiło Einsteinowi znalezienie równań pola w ramach OTW. Równania Einsteina – w przypadku słabego, stacjonarnego pola, w przybliżeniu nierelatywistycznym – redukują się do równania Poissona.

1813, 1827, 1839

Carl Friedrich Gauss (1777-1855) wprowadził (1827) współrzędne krzywoliniowe. Odkrył geometrię nieeuklidesową, ale nie opublikował wyników w obawie, że nie zostaną zaakceptowane. Z wielu dokonanych przez niego odkryć w dziedzinie matematyki i fizyki wymienimy choćby powszechnie znane i stosowane “twierdzenie Gaussa” (1813) oraz “prawo Gaussa” (1839).

1818, 1821

Augustyn Jean Fresnel (1788-1827) podał (1818) wzór na prędkość światła w poruszającym się ośrodku zawierający tzw. współczynnik unoszenia. Wykazał (1821), że światło jest falą poprzeczną.

1826

Nikołaj Iwanowicz Łobaczewski (1793-1856) odkrył geometrię nieeuklidesową.

1828

George Green (1793-1841) wprowadził pojęcie potencjału elektrycznego. Przedstawił twierdzenie, łączące całkę powierzchniową i objętościową, nazywane twierdzeniem Greena.

1829, 1835

Gaspard Gustave de Coriolis (1792-1843) podał (1829) definicję pracy i energii kinetycznej. Odkrył (1835) siłę bezwładności działającą na poruszający się punkt w obracającym się układzie odniesienia – siła Coriolisa.

1831, 1834, 1852

Michael Faraday (1791-1867) odkrył (1831) indukcję elektromagnetyczną. Wprowadził (1834) pojęcie linii sił. Zapoczątkował (1852) polowe podejście do opisu zjawisk elektrycznych i magnetycznych.

1832

Janos Bolyai (1802-1860) niezależnie od Łobaczewskiego, ale sześć lat później, również odkrył geometrię nieeuklidesową.

1834, 1843

Sir William Rowan Hamilton (1805-1865) precyzyjnie sformułował (1834) zasadę najmniejszego działania oraz zapisał równania ruchu w tzw. kanonicznej postaci – równania Hamiltona (funkcja Hamiltona, hamiltonian). Opracował (1843) algebrę kwaternionów.

1838

Dominique François Jean Arago (1786-1853) zaproponował, jak wykazać doświadczalnie, że światło jest falą poprzeczną.

1841, 1842-1843

Carl Gustav Jacob Jacobi (1804-1851) wprowadził (1841) wyznacznik funkcyjny – jakobian. Nadał (1842-1843) równaniom ruchu nową postać (Równania Hamiltona-Jacobiego).

1842

Christian Johann Doppler (1803-1853) teoretycznie uzasadnił wpływ ruchu źródła i obserwatora na częstotliwość fal. Bez znajomości optycznego zjawiska Dopplera niemożliwe byłoby odkrycie ucieczki galaktyk.

1845

Julius Robert von Mayer (1814-1878) sformułował zasadę zachowania energii.

1845, 1854

Sir George Gabriel Stokes (1819-1903) badał (1845) przepływ cieczy z uwzględnieniem tarcia wewnętrznego. Podobne wyniki niezależnie uzyskali Navier, Poisson, oraz Saint-Venant. Prace te okazały się przydatne przy konstrukcji tensora energii-pędu lepkiej cieczy. Sformułował (1854) twierdzenie umożliwiające zamianę całek powierzchniowych na krzywoliniowe (twierdzenie Stokesa).

1846, 1848

Wilhelm Eduard Weber (1804-1891) zaproponował prawo oddziaływania poruszających się ładunków elektrycznych.

1847

Herman Ludwig Ferdinand von Helmholtz (1821-1894) odkrył niezależnie od Mayera zasadę zachowania energii.

1854

Georg Friedrich Bernhard Riemann (1826-1866) wprowadził pojęcie n -wymiarowej zakrzywionej przestrzeni z zadaną lokalnie metryką w postaci kwadratowej formy różniczkowej.

1856

Wilhelm Eduard Weber (1804-1891) i Rudolf Kohlrausch (1809-1858) zmierzili wartość prędkości światła metodą pomiarów elektrycznych.

1859

Urbain Jean Joseph Le Verrier (1811-1877) pierwszy zaobserwował anomalny obrót peryhelium Merkurego.

1859

Gabriel Lamé (1795-1870) rozwinął teorię współrzędnych krzywoliniowych.

1861, 1864, 1865, 1873

James Clerk Maxwell (1831-1879) odkrył (1861) prąd przesunięcia. Podał (1864) określenie pola elektromagnetycznego. Przedstawił (1865) zbiór dwudziestu równań opisujących pole elektromagnetyczne. Przewidział (1865) istnienie fal elektromagnetycznych. Sformułował (1865) koncepcję o elektromagnetycznej naturze światła. Opublikował (1873) *A Treatise on Electricity and Magnetism*. Stworzył elektrodynamikę.

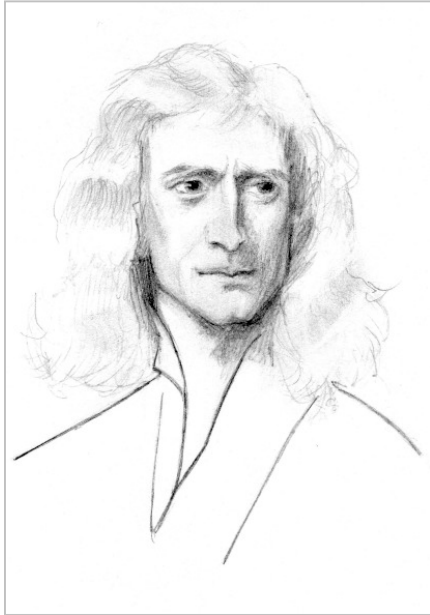
1862

Herman Günter Grassmann (1809-1877) wprowadził pojęcie iloczynu skalarnego i wektorowego. Stworzył podstawy współczesnej analizy wektorowej.

1868, 1869

Elwin Bruno Christoffel (1829-1900) wprowadził trójwskaźnikowe symbole, zwane obecnie symbolami Christoffela pierwszego i drugiego rodzaju, zaproponował również czterowskaźnikowe symbole, znane jako składowe kowariantnego tensora krzywizny Riemanna-Christoffela czwartego rzędu. Zdefiniował pojęcie tensora kowariantnego w ogólnym przypadku i operację różniczkowania kowariantnego. Christoffel nie używał nazwy tensor.

Notki biograficzne



angielski fizyk i matematyk

1643 - Urodził się 4 stycznia w Woolsthorpe.

1661/65 - Studiował w Trinity College w Cambridge.

1667 - Został minor fellow w Trinity College.

1668 - Został major fellow w Trinity College.

1669 - Został Lucasian professor w Trinity College.

1705 - Otrzymał tytuł szlachecki.

1727 - Zmarł 31 marca w Londynie.

Wyniki

- Opracował (1665/1687) rachunek różniczkowy i całkowy.
- Sformułował (1665) prawo grawitacji.

$$F = \frac{GMm}{r^2}$$

- Stworzył (1687) podstawy mechaniki.

$$F = ma$$

- Opisał (1704) podstawowe zjawiska z zakresu optyki.



duński astronom

1644 - Urodził się 25 września w Aarhus.

- Studiował na uniwersytecie
w Kopenhadze.

1672 - Został członkiem Akademii Paryskiej.

1681 - Został profesorem matematyki na
uniwersytecie w Kopenhadze.

- Christian V mianował Römera

astronomem królewskim i dyrektorem obserwatorium.

1710 - Zmarł 23 września w Kopenhadze.

Wyniki

- Na podstawie obserwacji księżyców Jowisza doszedł (1675) do wniosku, że prędkość światła ma skończoną wartość.

niemiecki uczony i dyplomata

1646 - Urodził się 1 lipca w Lipsku.

1666 - Doktoryzował się z prawa na uniwersytecie w Altdorf.

1673 - Został członkiem Royal Society.

1700 - Został pierwszym prezesem Pruskiej Akademii Nauk.

1716 - Zmarł 14 listopada w Hanowerze.

Wyniki

- Opracował niezależnie od Isaaca Newtona rachunek różniczkowy i całkowy.

Ciekawostki

- Obecnie stosowana notacja w rachunku różniczkowym i całkowym została zaproponowana przez Leibniza.
- Leibniz prawdopodobnie pochodził z rodziny Lubienieckich – polskich emigrantów (arian).

Cytaty

- Gdy nie znajdujemy, czego szukamy, nie powinniśmy rezygnować z szukania tego, co znaleźć możemy.
- Kto szuka prawdy, nie powinien liczyć głosów.

• G. Leibniz: *Nova methodus pro maximis et minimis*. 1684. Nowy sposób znajdowania maksimów i minimów.

• G. Leibniz: *De geometria recondita et analysi indivisibilium atque infinitorum*. 1686.

włoski matematyk

1667 - Urodził się 5 września w San Remo.

1694 - Przyjął święcenia kapłańskie.

1694/97 - Wykładał filozofię w Turynie.

1697/1733 - Wykładał filozofię i teologię w Padwie.

1699 - Otrzymał katedrę matematyki w Padwie.

1733 - Zmarł 25 października w Mediolanie.

Wyniki

- Usiłując udowodnić nie wprost postulat o równoległych, otrzymał według niego bardzo dziwne wyniki. Był pierwszym matematykiem, który mógł sformułować (1733) geometrię nieeuklidesową.

Komentarz

- Według mnie najprostsze „nieudziwnione” sformułowanie postulatu o równoległych brzmi:
Na płaszczyźnie istnieją nieprzecinające się proste.



angielski astronom

1693 - Urodził się w marcu w Sherbourne.

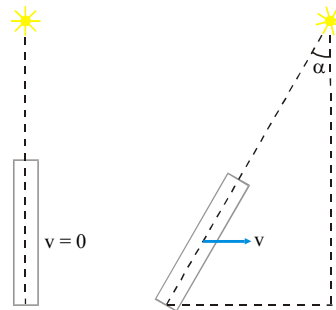
- Studiował w Ballid College
w Oxfordzie.

1721 - Został profesorem astronomii w Oxfordzie.

1762 - Zmarł w 13 lipca w Chalford.

Wyniki

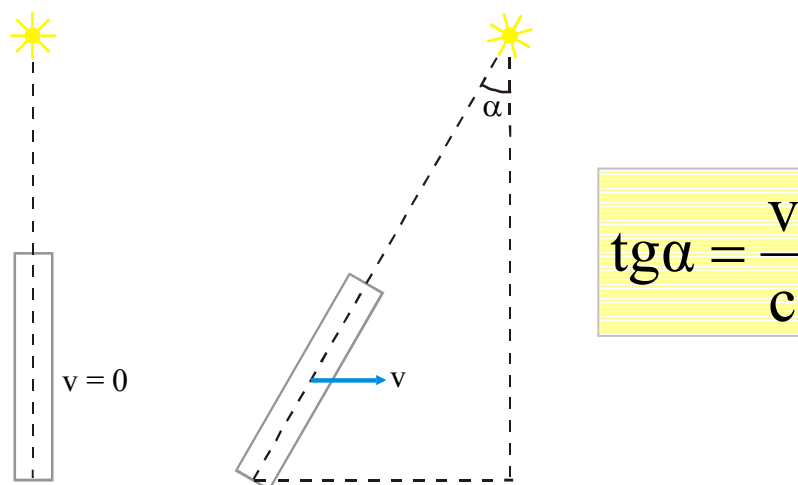
- Odkrył (1728) zjawisko aberracji światła gwiazd.
- Obliczył (1728) wartość prędkości światła z pomiaru kąta aberracji jako 10210 razy większą niż wartość orbitalnej prędkości Ziemi.



- Zaobserwował (1728) i opisał (1748) oscylacyjny ruch osi wirującej Ziemi, towarzyszący jej precesji, nazywając go nutacją.

- J. Bradley: *An Account of a New Discovered Motion of the Fixed Stars*. Philosophical Transactions of the Royal Society **35**, 399-406 (1727-1728) 637-661.
- J. Bradley: *An Apparent Motion Observed in Some of the Fixed Stars*. Philosophical Transactions of the Royal Society **45**, 485-490 (1748) 1-43.

- Aberracja polega na tym, że obserwowane przez teleskop położenie gwiazdy jest inne od jej położenia rzeczywistego. Podczas przelotu światła od obiektywu do okularu teleskop zmienia swoje położenie wskutek ruchu Ziemi dookoła Słońca z prędkością $v = 30 \text{ km/s}$. Aby zobaczyć gwiazdę, należy teleskop odchylić od kierunku prostej łączącej gwiazdę z okiem obserwatora o kąt (α), zwany kątem aberracji.



francuski matematyk i fizyk

1698 - Urodził się 28 września w Saint-Malo.

1714 - Rozpoczął studia w Paryżu w zakresie filozofii, muzyki i matematyki.

1723 - Został wykładowcą matematyki w Académie des Sciences w Paryżu.

1728 - Został członkiem Royal Society w Londynie.

1736 - Przeprowadzone pod jego kierunkiem pomiary na terenie Laponii potwierdziły hipotezę Newtona, że Ziemia jest spłaszczona.

1743 - Został członkiem Académie Française.

1746 - Został prezesem Akademii Nauk w Berlinie.

1759 - Zmarł 27 lipca w Bazylei.

Wyniki

- Jako jeden z pierwszych (inspirowany zasadą Fermata) sformułował (1744 i 1746) zasadę najmniejszego działania, według której cząstki poruszają się po trajektoriach, wzdłuż których działanie jest najmniejsze.

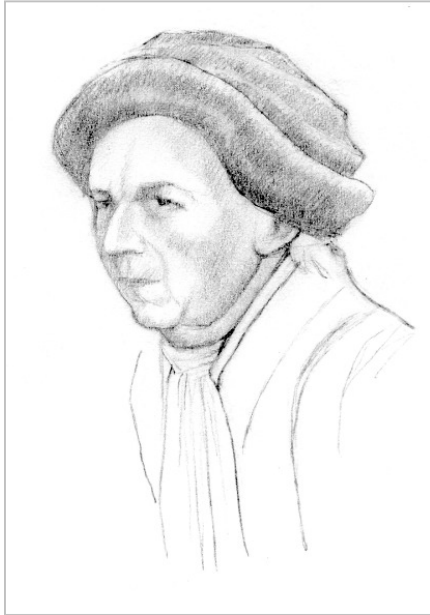
Ciekawostki

- Analogiczną zasadę odkrył wcześniej Euler na gruncie rachunku wariacyjnego. Później na jej podstawie Lagrange podał równania ruchu (równania Lagrange'a). Renesans zasady najmniejszego działania oraz jej precyzyjne sformułowanie zawdzięczamy Hamiltonowi (1834).

• Pierre-Louis Moreau de Maupertuis: *Accord de différentes lois de la nature qui avaient jusqu'ici paru incompatibles*. Mémoires de l'académie royale des sciences Paris (1744) 417-426.

• Pierre-Louis Moreau de Maupertuis: *Le lois de mouvement et du repos, déduites d'un principe de métaphysique*. Académie Royale des Sciences et des Belles Lettres de Berlin (1746) 267-294.

• Pierre-Louis Moreau de Maupertuis: *Essai de Cosmologie*. (Amsterdam, 1750. Leyde, 1751). *Zarys kosmologii*.



szwajcarski matematyk, fizyk i astronom

1707 - Urodził się 15 kwietnia w Bazylei.

- Studiował na Wydziale Teologicznym uniwersytetu w Bazylei.

1726 - Doktoryzował się na uniwersytecie w Bazylei pod kierunkiem Johanna Bernoulliego.

1727 - Przeniósł się do St. Petersburga.

1733 - Został profesorem matematyki

w Akademii Nauk w Petersburgu.

1741/66 - Był profesorem matematyki w Pruskiej Akademii Nauk.

1747 - Został członkiem Royal Society.

1766 - Powrócił do Petersburga.

1783 - Zmarł 18 września w St. Petersburgu.

Wyniki

- Sformułował (1744) na gruncie rachunku wariacyjnego zasadę najmniejszego działania, według której cząstki poruszają się po trajektoriach, wzdłuż których działanie jest najmniejsze.
- Jest jednym z twórców hydrodynamiki (równania Eulera) (1757).

Komentarz

- Trzy równania Eulera bilansujące pęd cieczy doskonałej oraz równanie bilansu energii, po odpowiednim uogólnieniu, umożliwiły Einsteinowi znalezienie równań pola grawitacyjnego.
- Gdyby Euler nie podał wcześniej równań bilansujących pęd cieczy, ktoś inny musiałby to zrobić przed powstaniem OTW.

• L. Euler: *Principes généraux de l'état d'équilibre des fluides*. 1757.

• L. Euler: *Principes généraux du mouvement des fluides*. 1757.

• L. Euler: *Continuation des recherches sur la théorie du mouvement des fluides*. 1757.



francuski matematyk, fizyk, encyklopedysta i filozof

1717 - Urodził się 17 listopada w Paryżu.

1735 - Ukończył Mazarin College des Quatre Nations.

1741 - Został przyjęty do Królewskiej Akademii Nauk.

1754 - Został członkiem Académie Française.

1751/59 - Był współwydawcą 33 tomowej encyklopedii.

1772 - Został sekretarzem Académie Française.

1783 - Zmarł 29 października w Paryżu.

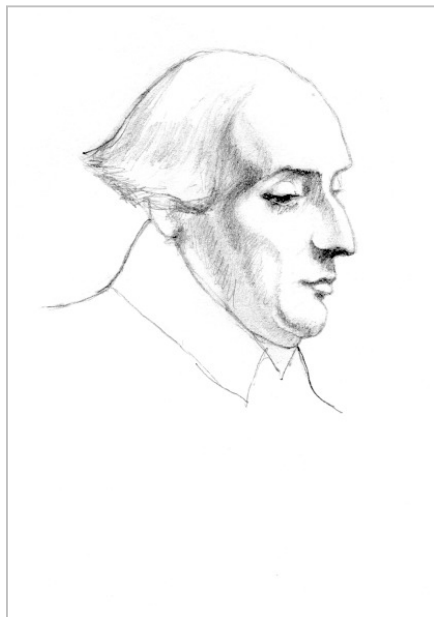
Wyniki

- Sformułował (1743) „zasadę d'Alemberta”, pozwalającą opisywać ruchy ciał z więzami. Rola więzów ruchu może okazać się nader istotną w OTW.
- Z jego nazwiskiem związany jest operator d'Alemberta (d'Alembertian).

$$\square^{\text{df}} \varphi = \nabla^2 \varphi - c^{-2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} - c^{-2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2}$$

Ciekawostki

- Był nieślubnym dzieckiem markizy de Tencin i hrabiego Destouches-Canon. Wychowywał się w rodzinie zastępczej pod dyskretną opieką swego biologicznego ojca.



francuski matematyk

1736 - Urodził się 25 stycznia w Turynie.

- Był samoukiem.

- Doktoryzował się pod kierunkiem
Leonarda Eulera.

1754 - Został wykładowcą w królewskiej Szkole
Artylerii w Turynie.

1766 - Został dyrektorem klasy matematycznej
Królewskiej Akademii Nauk w Berlinie.

1787 - Został członkiem rzeczywistym Francuskiej Akademii Nauk.

1813 - Zmarł 10 kwietnia w Paryżu.

- W życiu i twórczości Lagrange[a] można wyróżnić trzy okresy:
 - Pobyt w Turynie (1736-1766)
 - Praca w Berlińskiej Akademii Nauk (1766-1787)
 - Praca w Paryskiej Akademii Nauk (1787-1813)

Ciekawostki

- Jak nazywał się nasz bohater?

Giuseppe Lodovico Lagrangia [Według wpisu w księdze urodzin]

Luigi De la Grange [1754]

Joseph-Louis La Grange [1791]

Joseph Louis Lagrange

Joseph Louis de Lagrange

Comte Joseph Louis de Lagrange

- Napoleon nadał mu tytuł hrabiowski.

Wyniki

- Sformułował (1762) zasadę najmniejszego działania.
- Stworzył (1788) mechanikę analityczną – równania Lagrange’a (funkcja Lagrange’a, lagranżjan).
- Badając problem trzech ciał, znalazł pięć punktów leżących w płaszczyźnie orbity ziemskiej (zwanymi punktami Lagrange’a) takich, że satelita umieszczony w dowolnym z tych punktów będzie obiegał Słońce w płaszczyźnie orbity ziemskiej w ciągu roku.
- Rozwinął rachunek wariacyjny.

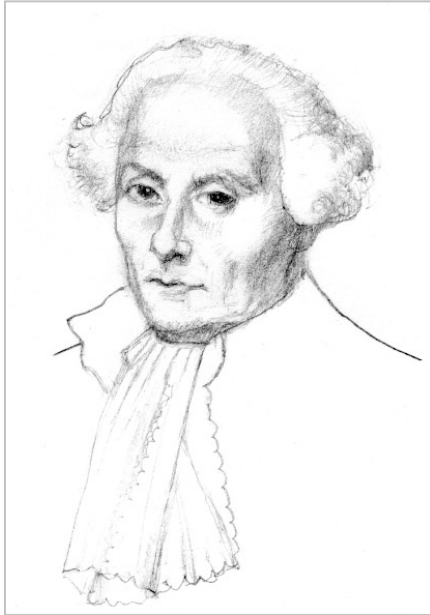
• J. L. Lagrange: *Application de la méthode précédente a la solution de diférens problemes de dynamique*. Miscellanea Taurinensia 2 (1760/1761: publ. 1762) 196-268.

Sformułował zasadę najmniejszego działania.

• J. L. Lagrange: *Mécanique Analytique*. 1788. [2 tomy]

Komentarz

- Bez prac Lagrange'a, Hamiltona oraz Jacobiego nie pojawiłyby się eleganckie sformułowania STW i OTW, startujące z zasady najmniejszego działania, jakie można znaleźć u Plancka, Hilberta i w wyrafinowanej postaci w kultowym podręczniku Landaua i Lifszica – „Teoria pola”.



francuski matematyk, astronom, geodeta i fizyk

1749 - Urodził się 28 marca
w Beaumont-en-Auge.

- Uczył się w kolegium jezuitów w Cean.

1785 - Został członkiem rzeczywistym
Francuskiej Akademii Nauk.

1794 - Został profesorem w École Normale oraz

École Polytechnique.

- Napoleon mianował go hrabią.

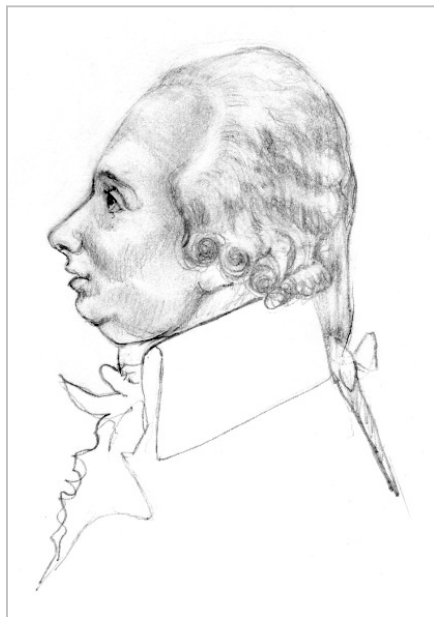
1817 - Ludwik XVIII wyniósł go do godności markiza.

1827 - Zmarł 5 marca w Paryżu.

Wyniki

- Podał wzór na rozwinięcie wyznacznika według wierszy lub według kolumn.
- Zaproponował transformacje, nazywane transformacjami Laplace'a, i oparty na nich rachunek operatorowy.
- Rozwinął rachunek prawdopodobieństwa.
- Uważany jest za twórcę naukowej kosmologii.
- Potencjał pola elektrycznego (grawitacyjnego) poza obszarem źródłowych ładunków (mas) spełnia równanie Laplace'a:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0$$



francuski matematyk

1752 - Urodził się 18 września w Paryżu.

- Studiował w College [Mazarin] des Quatre-Nations w Paryżu.

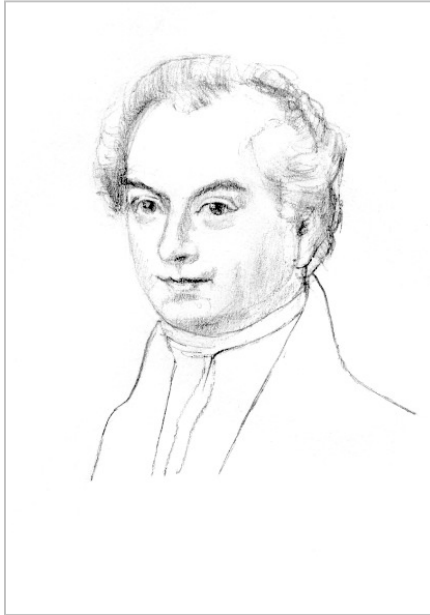
1775/80 - Nauczał matematyki w École Militaire w Paryżu.

1783 - Został członkiem Akademii Nauk.

1833 - Zmarł 9 stycznia w Paryżu.

Wyniki

- Wprowadzone przez niego wielomiany są niezwykle przydatne przy rozwijaniu funkcji w szeregi potęgowe.
- Potencjał pola elektrycznego (grawitacyjnego), którego źródłem jest dowolny rozkład ładunków (mas), można przedstawić w postaci szeregu zawierającego człony: monopolowy, dipolowy, kwadrupolowy, oktupolowy itd.



niemiecki astronom i lekarz

1758 - Urodził się 11 października w Arbergen koło Bremy.

1781 - Ukończył Uniwersytet Getyński, gdzie studiował medycynę.

1840 - Zmarł 2 marca w Bremie.

Wyniki

- Sformułował (1826) paradoks fotometryczny zwany paradoksem Olbersa:

„Skoro Wszechświat jest statyczny, jednorodny oraz nieskończony w czasie i przestrzeni, to dlaczego niebo w nocy jest ciemne?”

Komentarz

- Paradoks ten został rozwiązany dopiero prawie sto lat później w ramach teorii rozszerzającego się Wszechświata Friedmana. Niebo w nocy jest ciemne, ponieważ widmo światła docierającego do nas z odległych gwiazd jest przesunięte ku czerwieni. Olbers próbował wytłumaczyć go, przyjmując, że materia międzygwiazdna pochłania zdążające ku Ziemi światło.

• H. W. M. Olbers: *Über die Durchsichtigkeit des Weltraums*. Berliner astronomisches Jahrbuch für das Jahr 1826.
O przezroczystości przestrzeni kosmicznej.



brytyjski fizyk i lekarz

1773 - Urodził się 13 czerwca w Milverton.

1792/99 - Studiował medycynę na uniwersytetach w Londynie, Edynburgu, Getyndze i Cambridge.

1794 - Został członkiem Royal Society w Londynie.

1801/03 - Był profesorem filozofii naturalnej w Royal Institution.

1829 - Zmarł 10 maja w Londynie.

Wyniki

- Jest jednym z twórców optyki falowej. W szczególności wykazał, że światło jest falą poprzeczną.
- Odkrył (1801) zjawisko interferencji światła.
- Sformułował (1807) prawo superpozycji fal. Prawo to zostało ponownie odkryte przez Fresnela w 1815.

Ciekawostki

- Nauczył się czytać w wieku 2 lat.
- Znał 14 języków.



niemiecki matematyk, fizyk i astronom

1777 - Urodził się 30 kwietnia w Brunszwiku.

- Ukończył Uniwersytet Getyński.

1799 - Doktoryzował się na uniwersytecie w Helmstedt, przedstawiając dowód tzw. podstawowego twierdzenia algebry.

1807 - Został profesorem astronomii i dyrektorem obserwatorium w Getyndze.

1855 - Zmarł 23 lutego w Getyndze.

Wyniki

- Wprowadził (1827) współrzędne krzywoliniowe.
- Z wielu dokonanych przez niego odkryć w dziedzinie matematyki i fizyki wymieńmy choćby powszechnie znane i stosowane „twierdzenie Gaussa” (1813) oraz „prawo Gaussa” (1839).

Ciekawostki

- Odkrył geometrię nieeuklidesową, ale nie opublikował wyników w obawie, że nie zostaną zaakceptowane.
- Gauss nazywany jest księciem matematyków.
- Na jego cześć jednostkę indukcji magnetycznej w układzie CGS nazywano gausem.

$$\text{Gs} = 10^{-4} \text{ T}$$

• C. F. Gauss: *Disquisitiones generales circa superficies curvas*. 1827 . *Ogólne badania krzywych powierzchni*.

• C. F. Gauss: *Allgemeine Lehrsätze in Beziehung auf die im verkehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung wirkenden Anziehungs- und Abstossung-Kräfte*. 1839.

Ogólne twierdzenia o siłach przyciągania i odpychania, działających odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości.

- Twierdzenie Gaussa (1813):

$$\oiint_S \mathbf{A} \cdot d\mathbf{S} = \iiint_V \operatorname{div} \mathbf{A} \, dV$$

Twierdzenie Gaussa umożliwia zamianę całek powierzchniowych na objętościowe.

- Elektryczne prawo Gaussa (1839):

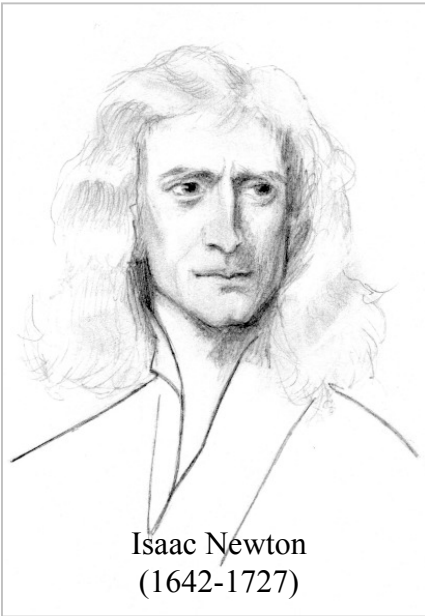
Strumień natężenia pola elektrycznego przenikający przez zamkniętą powierzchnię ograniczającą dany obszar jest proporcjonalny do ładunku elektrycznego zawartego w tym obszarze.

- Grawitacyjne prawo Gaussa (1839):

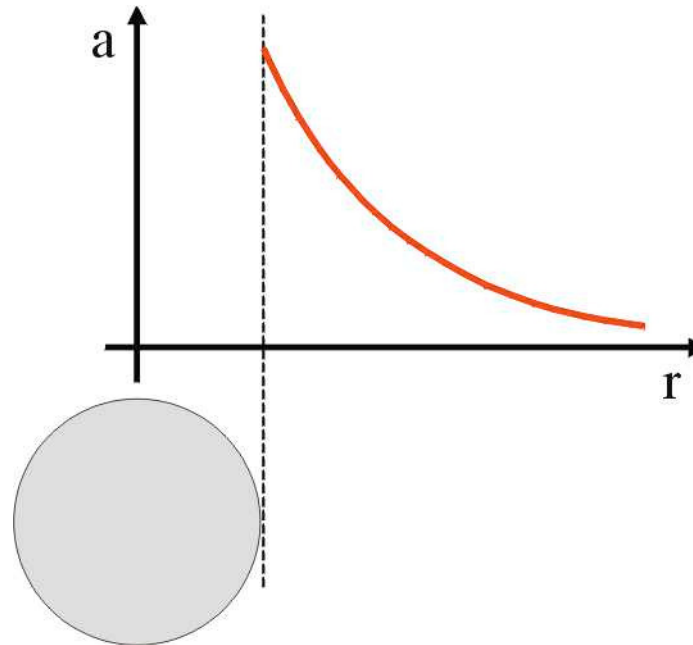
Strumień wektora natężenia pola grawitacyjnego przez powierzchnię zamkniętą jest proporcjonalny do sumy mas ciał otoczonych przez tę powierzchnię.

$$\Phi_E = \oiint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \iiint_V \operatorname{div} \mathbf{E} \, dV = -4\pi G \iiint_V \rho \, dV = -4\pi G \sum_i m_i = -4\pi GM$$

- Z prawa Gaussa wynika, że wewnątrz jednorodnej kuli bezwzględna wartość natężenia pola grawitacyjnego rośnie liniowo wraz z odległością od centrum, gdzie jest równa zero.
- Wewnątrz Ziemi przyciągani jesteśmy tylko przez część kuli ziemskiej znajdującą się pod nami. W konsekwencji najwięcej ważymy na powierzchni naszej planety, a dokładnie w jej środku bylibyśmy nieważcy.

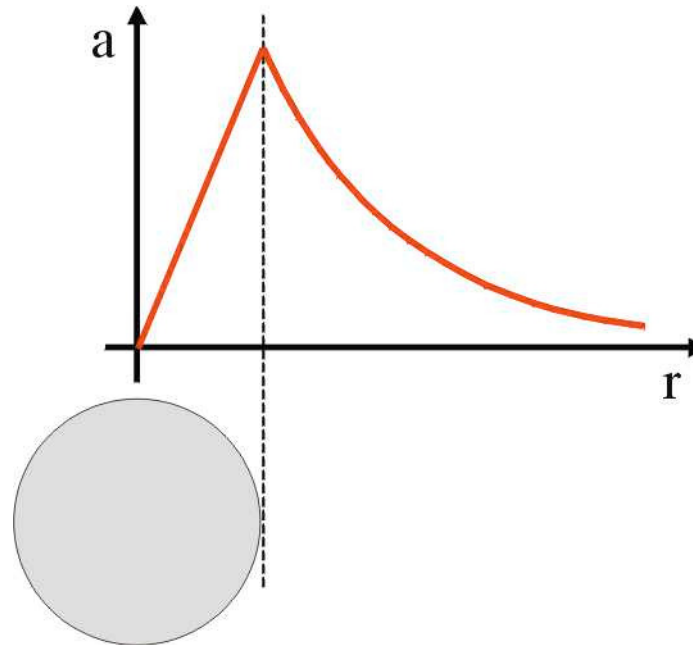


- Wartość przyspieszenia grawitacyjnego swobodnej cząstki **na zewnątrz** źródłowej masy, którą stanowi jednorodna kula, maleje odwrotnie do kwadratu odległości od centrum tej kuli.





- Z prawa Gaussa wynika, że **wewnątrz** jednorodnej kuli wartość przyspieszenia grawitacyjnego rośnie liniowo z odległością od centrum, gdzie jest równa zero.





francuski matematyk i fizyk teoretyk

1781 - Urodził się 21 czerwca w Pithiviers.

1798/1800 - Studiował w École Polytechnique w Paryżu.

- Doktoryzował się u Josepha Lagrange'a.

1806 - Został profesorem w École Polytechnique w Paryżu.

1809 - Został profesorem matematyki

na Uniwersytecie Paryskim.

1812 - Został członkiem Paryskiej Akademii Nauk.

1840 - Zmarł 25 kwietnia w Paryżu.

Wyniki

- Zastosował (1812) matematyczną teorię potencjału w elektrostatyce oraz rozszerzył ją (1813) w teorii grawitacji na przypadek wewnątrz źródłowych mas – równanie Poissona.
- Równanie Poissona niewątpliwie ułatwiło Einsteinowi znalezienie równań pola w ramach OTW. Równania Einsteina w przypadku słabego stacjonarnego pola w przybliżeniu nierelatywistycznym redukują się do równania Poissona.

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 4\pi G\rho$$

• Sinéon Denis Poisson: *Mémoire sur la distribution de l'Électricité a la surface des corps conducteurs*. Paris 1812.

[oraz] *Nouveau bulletin des sciences, par la société philomatique*. Paris. **3**, 55 (Avril 1813) 66-66.

Rozprawa o rozkładzie elektryczności na powierzchni przewodzących ciał.

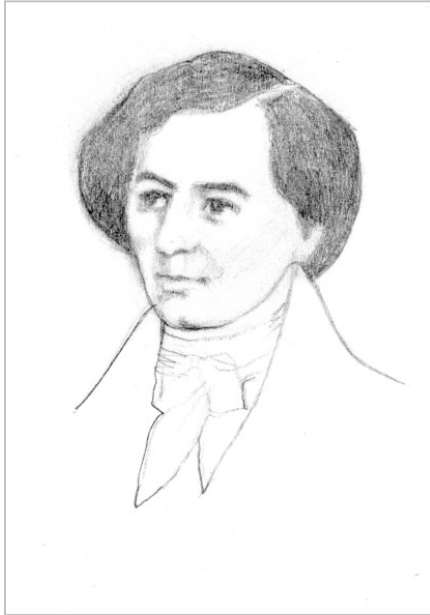
• Sinéon Denis Poisson: *Second Mémoire sur la distribution de l'electricité a la surface des corps conducteurs*.

Nouveau bulletin des sciences, par la société philomatique. Paris. **3**, 73 (Octobre 1813) 355-358.

• Sinéon Denis Poisson: *Remarques sur une équation qui se présente dans la théorie des attractions des sphéroides*.

Nouveau bulletin des sciences, par la société philomatique. Paris. **3**, 75 (Décembre 1813) 388-392.

Uwagi dotyczące pewnego równania, które pojawia się w teorii przyciągania sferoid.



francuski astronom i fizyk

1786 - Urodził się 26 lutego w Estagel koło Perpignan.

1803 - Ukończył École Polytechnique w Paryżu.

1809/30 - Był profesorem geometrii opisowej w École Polytechnique.

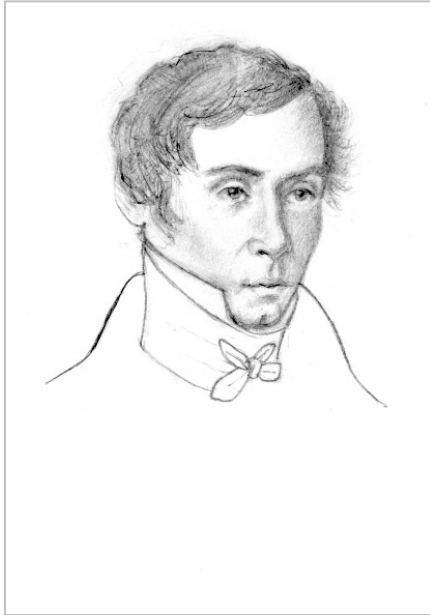
1813/46 - Był dyrektorem obserwatorium w Paryżu.

1830 - Został sekretarzem Akademii Nauk [Académie des Sciences].

1853 - Zmarł 2 października w Paryżu.

Wyniki

- Wykazał doświadczalnie, że światło jest falą poprzeczną.



francuski fizyk i inżynier

1788 - Urodził się 10 maja w Broglie.

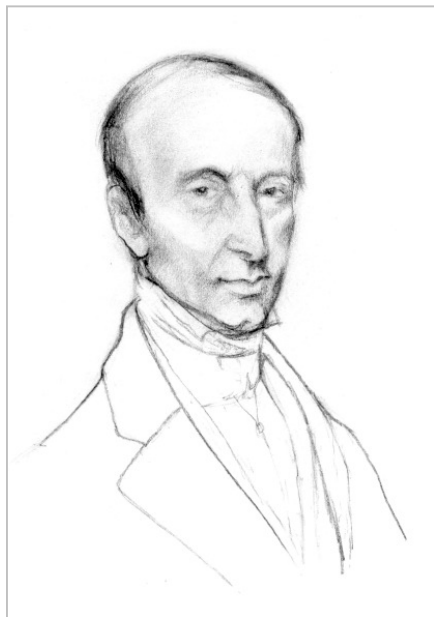
1804 - Ukończył École Polytechnique w Paryżu.

1823 - Został członkiem Académie des Sciences.

1827 - Zmarł 14 lipca w Ville-d'Avray.

Wyniki

- Podał (1818) wzór na prędkość światła w poruszającym się ośrodku zawierającym tzw. współczynnik unoszenia.
- Wykazał (1821), że światło jest falą poprzeczną.
- Odkrył (1822) i wyjaśnił (1822) polaryzację kołową oraz eliptyczną światła.
- Wy tłumaczył (1822) zjawisko skręcenia płaszczyzny polaryzacji.



francuski matematyk i fizyk

1789 - Urodził się w 21 sierpnia w Paryżu.

- Ukończył École Polytechnique.

1816 - Został profesorem mechaniki w École Polytechnique.

1830 - Udał się na wygnanie z Karolem X.

1833 - Karol X nadał mu tytuł Barona.

- Został profesorem matematyki w Turynie.

1838 - Powrócił do Francji.

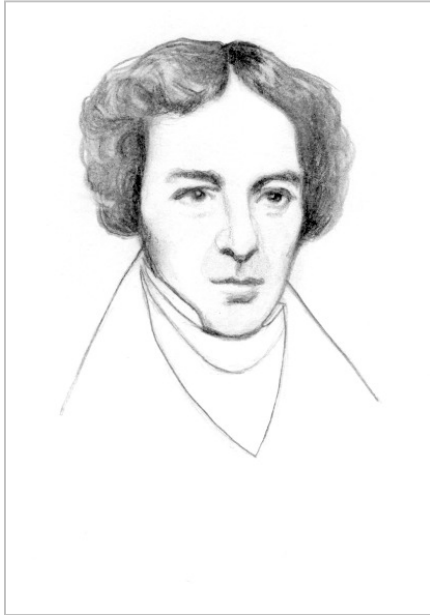
1857 - Zmarł 23 maja w Sceaux [w pobliżu Paryża].

Wyniki

- Wprowadził pojęcie tensora.
- Sformułował matematyczne podstawy teorii elastyczności.
- Zdefiniował tensory napięć i naprężeń.
- Podał równania ruchu dla ciał deformowalnych.

Ciekawostki

- Nazwa tensor została zaproponowana w 1900 przez Woldemara Voigta (1850-1919).
- Gregorio Ricci-Curbastro (1853-1925) i Tullio Levi-Civita (1873-1941), twórcy rachunku tensorowego (bezwzględnego rachunku różniczkowego), nazywali tensory układami (1901).
- Znajdowanie rozwiązania układu równań różniczkowych cząstkowych, spełniającego dane warunki początkowe i brzegowe, nazywa się problemem Cauchy'ego.



brytyjski [angielski] fizyk i chemik

1791 - Urodził się 22 września w Newington.

1824 - Został członkiem Royal Society.

1825 - Został dyrektorem laboratorium Royal Institution.

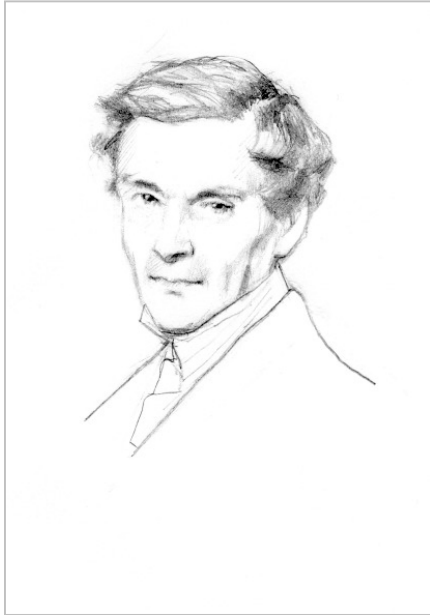
1867 - Zmarł 25 sierpnia w Hampton Court.

Wyniki

- Odkrył (1831) indukcję elektromagnetyczną.
- Wprowadził (1834) pojęcie linii sił.
- Zapoczątkował (1852) polowe podejście do opisu zjawisk elektrycznych i magnetycznych.

Ciekawostki

- Ojciec Faradaya był kowalem.
- Michael Faraday był samoukiem.
- Na jego cześć jednostkę pojemności elektrycznej w układzie SI nazwano faradem.



francuski fizyk i inżynier

1792 - Urodził się 21 maja w Paryżu.

- Ukończył École Polytechnique.

1816 - Został profesorem w École Polytechnique.

1836 - Został członkiem Paryskiej Akademii
Nauk.

1843 - Zmarł 19 września w Paryżu.

Wyniki

- Podał (1829) definicję pracy i energii kinetycznej.
- Odkrył (1835) siłę bezwładności działającą na poruszający się punkt w obracającym się układzie odniesienia – siła Coriolisa.

• G. G. Coriolis: *Du calcul de l'effet des machines, ou Considérations sur l'emploi des moteurs et sur leur évaluation : pour servir d'introduction à l'étude spéciale des machines.* 1829.

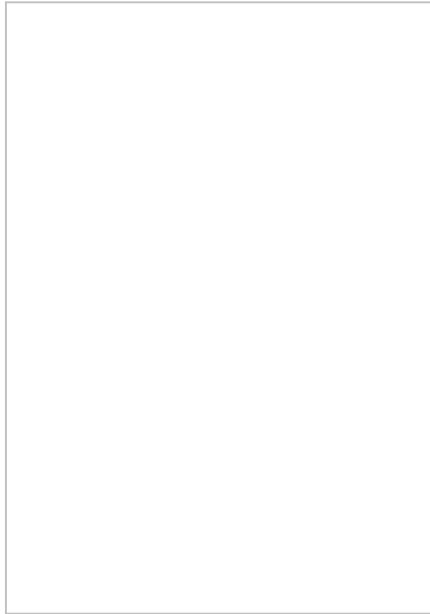
• G. G. Coriolis: *Sur les équations du mouvement relatif des systèmes de corps.* Journal de l'École Polytechnique 15 (1835) 144-154.

- Siła Coriolisa

Na ciało o masie m poruszające się z prędkością \mathbf{v} w układzie wirującym z prędkością kątową $\boldsymbol{\omega}$ działa siła Coriolisa

$$\mathbf{F}_C = 2m\mathbf{v} \times \boldsymbol{\omega}$$

- Z punktu widzenia obserwatora związanego z Ziemią siła Coriolisa powoduje między innymi następujące zjawiska:
 - Ciało spadające swobodnie zbacza ku wschodowi.
 - Ciało poruszające się na półkuli północnej w kierunku północnym zostaje odchylone ku wschodowi.
 - Satelita krążący w kierunku ruchu wirowego planety ma mniejszą prędkość niż krążący w kierunku przeciwnym.



brytyjski matematyk

1793 - Urodził się w lipcu w Sneindon koło Nottingham.

- Był samoukiem.

1833 - W wieku 40 lat rozpoczął studia w Caius College w Cambridge.

1839 - Podjął pracę jako Perse Fellow w Caius College.

1841 - Zmarł 31 maja w Sneindon koło Nottingham.

Ciekawostki

- Ojciec Greena był piekarzem w Nottingham.

Wyniki

- W pracy z 1828 rozwinął teorię potencjału elektrycznego, podał twierdzenie, łączące całkę objętościową i powierzchniową, nazywane twierdzeniem Greena.

Ciekawostki

- Praca Greena udostępniona była w subskrypcji [Nottingham Subscription Library] w ilości 51 egzemplarzy.

Została ponownie opublikowana w Crelle's Journal dzięki rekomendacji lorda Kelvina [po ukazaniu się w 1839 pracy Gaussa: „*Ogólne twierdzenia o siłach przyciągania i odpychania, działających odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości*”].

• George Green: *An Essay on the Application of Mathematical Analysis to the Theories of Electricity and Magnetism*. Nottingham 1828.
[79 stron] *Esej o zastosowaniu analizy matematycznej do elektryczności i magnetyzmu*.

• George Green: *An Essay on the Application of mathematical Analysis to the theories of Electricity and Magnetism*.
Journal für die reine und angewandte Mathematik **39** (1850) 73-89; **44** (1852) 356-374; **47** (1854) 161-271.
[Introductory notices by William Thomson]

- Twierdzenie Greena

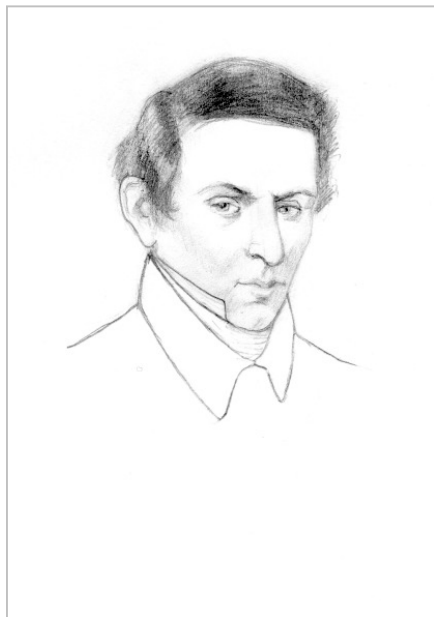
Twierdzenie Greena pozwala zamieniać całki objętościowe na powierzchniowe.

$$\iiint_V [\varphi \nabla^2 \varphi + (\nabla \varphi)^2] dV = \oiint_S \varphi \nabla \varphi \cdot d\mathbf{S}$$

$$\iiint_V \nabla^2 \varphi dV = \oiint_S \nabla \varphi \cdot d\mathbf{S}$$

$$\nabla \varphi = \text{grad} \varphi$$

$$\nabla^2 = \nabla \nabla = \Delta \quad \text{operator Laplace'a}$$



rosyjski matematyk

1793 - Urodził się 1 grudnia w miejscowości pod Niżnym Nowgorodem.

1811 - Ukończył Uniwersytet Kazański.

1814 - Został wykładowcą.

1816 - Został profesorem nadzwyczajnym.

1822 - Został profesorem zwyczajnym.

1820/25 - Był dziekanem Wydziału Matematyki

i Fizyki.

1825/35 - Był dyrektorem biblioteki.

- Był dyrektorem obserwatorium.

1827 - Został Rektorem Uniwersytetu Kazańskiego. Funkcje tę sprawował przez 19 lat.

1856 - Zmarł 24 lutego w Kazaniu.

Wyniki

- Jest jednym z twórców geometrii nieeuklidesowej, którą sformułował w 1826.

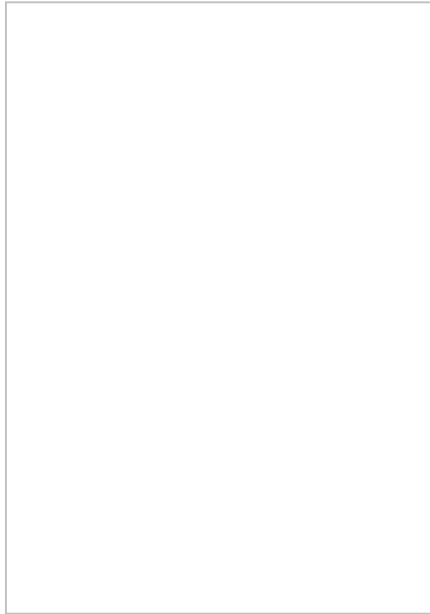
Ciekawostki

- Bliscy odkrycia geometrii nieeuklidesowej byli Giovanni Girolamo Saccheri (1667-1733) oraz Carl Friedrich Gauss (1777-1855). Saccheri usiłując udowodnić nie wprost postulat o równoległych, otrzymał według niego bardzo dziwne wyniki. Gauss wprawdzie odkrył geometrię nieeuklidesową, ale nie opublikował wyników w obawie, że nie zostaną zaakceptowane. Sześć lat po Łobaczewskim geometrię nieeuklidesową niezależnie sformułował János Bolyai (1802-1860).

• 23 lutego [12 lutego wg kalendarza juliańskiego] 1826 roku na posiedzeniu fizyczno-matematycznego fakultetu Uniwersytetu Kazańskiego Łobaczewski wygłosił wykład „*Krótkie wyłożenie podstaw geometrii z dokładnym dowodem twierdzenia o równoległych*”.

Ciekawostki

- Uniwersytet Kazański został założony 17 (5 według starego stylu) listopada 1804. Studiował tu i pracował rosyjski fizyk Aleksiej Zinowicz Pietrow (1910-1972).
- Kalendarz gregoriański wprowadzony w 1582 został przyjęty w Rosji w 1918. Daty narodzin i śmierci Łobaczewskiego przypadają wg kalendarza juliańskiego odpowiednio na 20 listopada 1793 i 13 lutego 1856, a wg kalendarza gregoriańskiego odpowiednio na 1 grudnia 1793 i 24 lutego 1856.
- W literaturze podawane są różne daty urodzin Łobaczewskiego: 11 października, 1 grudnia, 2 grudnia. Różnice te nie są wynikiem stosowania kalendarzy juliańskiego i gregoriańskiego.
- Wg angielskiego matematyka W. K. Clifforda (1845-1879) Łobaczewski jest Kopernikiem geometrii.



francuski inżynier, fizyk i matematyk

1795 - Urodził się 22 lipca w Tours.

1813/17 - Studiował w École Polytechnique.

1817/20 - Kontynuował studia w École des Mines w Paryżu.

1820 - Wyjechał do St Petersburga, gdzie przebywał przez dwanaście lat, będąc profesorem na uczelni wojskowej [Institut et Corps du Genie

des Voies de Communication].

1832 - Powrócił do Paryża i objął Katedrę Fizyki na École Polytechnique.

1843 - Został członkiem Académie des Sciences.

1844 - Rozpoczął pracę na Sorbonie, od 1851 kierował Katedrą Fizyki Matematycznej i Probabilistyki.

1870 - Zmarł 1 maja w Paryżu.

Wyniki

- Rozwinął (1859) teorię współrzędnych krzywoliniowych.

Słowniczek

współrzędne krzywoliniowe

curvilinear coordinates

coordonnées curvilignes

węgierski matematyk

1802 - Urodził się 15 grudnia w Koloszvár.

1818/22 - Studiował w Wiedniu.

1860 - Zmarł 27 stycznia w Marosvásárheyly.

Wyniki

- Niezależnie od Łobaczewskiego, ale sześć lat później, odkrył (1832) geometrię nieeuklidesową. Pionierską pracę opublikował w postaci dodatku do książki swego ojca Farkasa Bolyaia (1775-1856).

- J. Bolyai: *Appendix scientiam spatii absolute veram exhibens*. 1832.
Dodatek, w którym przedstawiona jest absolutnie prawdziwa nauka o przestrzeni.
Praca ta została zamieszczona jako dodatek do książki:
- W. Bolyai: *Tentamen in elementa matheseos, etc.* Maros-Vasarhely 1832.



austriacki fizyk, matematyk i astronom

1803 - Urodził się 29 listopada w Salzburgu.

1822/25 - Studiował na Politechnice Wiedeńskiej.

1840 - Został członkiem Königliche Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften w Pradze.

1841 - Został profesorem matematyki w Akademii Technicznej w Pradze.

1850 - Został profesorem fizyki doświadczalnej

na Uniwersytecie Wiedeńskim.

1853 - Zmarł 17 marca w Wenecji.

Wyniki

- 25 maja 1842 ogłosił, a w 1843 opublikował swoją najważniejszą pracę, w której teoretycznie uzasadnił wpływ ruchu źródła i obserwatora na częstotliwość fal.
- Bez znajomości optycznego zjawiska Dopplera niemożliwe byłoby odkrycie ucieczki galaktyk przez Hubble'a w 1929.

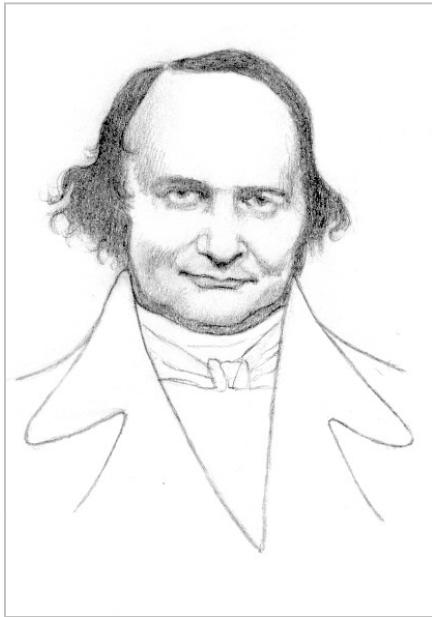
Ciekawostki

- Akustyczny efekt Dopplera został potwierdzony doświadczalnie po raz pierwszy w roku 1845 w Utrechcie przez Buysa-Ballota. Źródłem dźwięku był poruszający się pociąg z trębaczami.

- **Christophorus Henricus Diedericus Buys-Ballot (1817-1890)**

holenderski chemik i meteorolog

• J. Doppler: *Über das farbige Licht der Doppelsterne und einige andere Gestirne des Himmels*. 1843
O kolorowym świetle gwiazd podwójnych i niektórych innych ciał niebieskich.



niemiecki matematyk

1804 - Urodził się 10 grudnia w Poczdamie.

- Studiował, doktoryzował się (1825)
oraz habilitował się na Uniwersytecie Humboldta
w Berlinie.

- Rozpoczął pracę jako Privatdozent
w Berlinie.

1827 - Został profesorem nadzwyczajnym
na uniwersytecie w Królewcu.

1832 - Został profesorem zwyczajnym w Królewcu.

1836 - Został członkiem Akademii Nauk w Berlinie.

1849 - Otrzymał profesurę w Wiedniu.

1851 - Zmarł 18 lutego w Berlinie na ospę.

Wyniki

- Wprowadził (1841) wyznacznik funkcyjny – jacobian.
- Nadał równaniom ruchu nową postać (Równania Hamiltona-Jaco-biego).

Ciekawostki

- Jacobi zaproponował powszechnie używane oznaczenie dla operatora pochodnej cząstkowej.

$$\frac{\partial}{\partial x}$$

niemiecki fizyk

1804 - Urodził się 24 października w Wittenberdze.

- Studiował od 1822 fizykę na uniwersytecie w Halle.

1826 - Doktoryzował się.

1827 - Habilitował się.

1827/31 - Był profesorem nadzwyczajnym na uniwersytecie w Halle.

1831/37 - Był profesorem fizyki na uniwersytecie w Getyndze.

1837 - Zwolniono go z powodów politycznych.

1843 - Znalazł pracę na uniwersytecie w Lipsku.

1849 - Został profesorem fizyki w Getyndze.

1855/68 - Był dyrektorem obserwatorium astronomicznego w Getyndze.

1891 - Zmarł 23 czerwca w Getyndze.

Wyniki

- Zaproponował (1848) prawo oddziaływania poruszających się ładunków elektrycznych.

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi \epsilon_0 r^2} \left[1 - \frac{1}{c^2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 + \frac{2r}{c^2} \frac{d^2 r}{dt^2} \right]$$

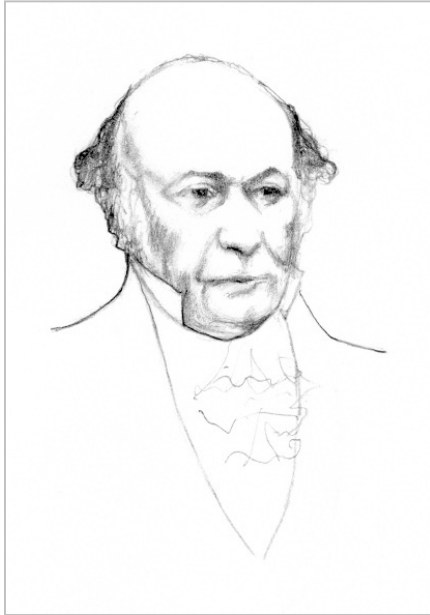
- Wilhelm Eduard Weber i Rudolf Kohlrausch (1809-1858) zmierzili (1856) wartość prędkości światła metodą pomiarów elektrycznych.

Ciekawostki

- Na jego cześć jednostka strumienia magnetycznego w układzie SI została nazwana weberem.

• Wilhelm Weber: *Elektrodynamische Maassbestimmungen*. Annalen der Physik und Chemie **73**, 2 (1848) 193-240. [Patrz: strona 229.]

• Wilhelm Weber und R. Kohlrausch: *Ueber die Elektricitätsmenge, welche bei galvanischen Strömen durch den Querschnitt der Kette fliesst*. Annalen der Physik und Chemie **99**, 1 (1856) 10-25.



irlandzki matematyk i fizyk

1805 - Urodził się 4 sierpnia w Dublinie.

1823 - Ukończył Trinity College w Dublinie.

1827 - Został astronomem królewskim w Dunsink Observatory oraz profesorem astronomii w Trinity College.

1865 - Zmarł 2 września w Dunsink Observatory [koło Dublinia].

Wyniki

- Precyzyjnie sformułował (1834) zasadę najmniejszego działania.
- Zapisał (1834) równania ruchu w tzw. kanonicznej postaci – równania Hamiltona (funkcja Hamiltona, hamiltonian).
- Opracował (1843) algebrę kwaternionów.

• William Rowan Hamilton: *On a General Method in Dynamics; by which the Study of the Motions of all free Systems of attracting or repelling Points is reduced to the Search and Differentiation of one central Relation, or characteristic Function.*

Philosophical Transactions of the Royal Society (part II for 1834) 247-308.

• William Rowan Hamilton: *On a new species of imaginary quantities connected with a theory of quaternions.*

Proceedings of the Royal Irish Academy 2 (13 November 1843) 424-434.

niemiecki fizyk i matematyk

1809 - Urodził się 15 kwietnia w Szczecinie.

- Studiował teologię i filologię w Berlinie.

1840 - Doktoryzował się.

1877 - Zmarł 26 września w Szczecinie.

Wyniki

- Wprowadził (1862) pojęcie iloczynu skalarnego i wektorowego.
- Stworzył podstawy współczesnej analizy wektorowej.

Ciekawostki

- Grassmann zajmował się indianistyką.

• Hermann Günter Grassmann: *Die Ausdehnungslehre*. Leipzig 1862. *Nauka o rozciągłości*.

• Hermann Günter Grassmann: *Gesammelte Mathematische und Physikalische Werke*. Leipzig 1894-1911. [3 tomy w 6 częściach]

francuski astronom

1811 - Urodził się 11 marca w Saint-Lô (Francja).

1837 - Został wykładowcą astronomii w École Polytechnique.

1854/70 - Był dyrektorem Obserwatorium Paryskiego.

1877 - Zmarł 23 września w Paryżu.

Wyniki

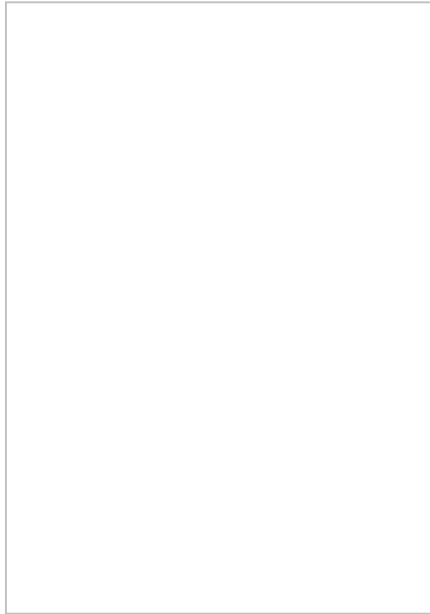
- Pierwszy zaobserwował w 1859, że peryhelium Merkurego przesuwają się o 574 sekundy kątowe na stulecie wskutek ruchu tej planety po rożecie eliptycznej, z czego 43 sekundy kątowe (38 sekund kątowych wg oryginalnej pracy) nie dają się wyjaśnić przez teorię Newtona.

Ciekawostki

- Le Verrier przypuszczał, że 43 sekundowa nadwyżka może być spowodowana przez hipotetyczną planetę Wulkan lub planetoidy krążące bliżej Słońca niż Merkury.
- Obrót orbity Merkurego został wyjaśniony w 1915 przez Einsteina w ramach OTW.

• Urbain Jean Joseph Le Verrier [Lettre de M. Le Verrier a M. Faye.]: *Sur la théorie de Mercure et sur le mouvement du périhélie de cette planète*. Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris **49** (1859) 379-383. [Séance du lundi 12 septembre 1859]

• U. J. Le Verrier: *Theorie du mouvement de Mercure*. Annales de l'Observatoire Imperial de Paris. T. 5. Mallet-Bachelier, Paris 1859. [195 stron]



niemiecki lekarz i fizyk

1814 - Urodził się 25 listopada w Heilbronn.

1878 - Zmarł na tuberkulozę 20 marca.

Wyniki

- Przedstawił (1842) hipotezę o równoważności pracy i ciepła.
- Sformułował (1845) zasadę zachowania energii.

Komentarz

Ta informacja może szokować, ale pojęcie energii pojawiło się w fizyce stosunkowo późno. Można tylko podziwiać intuicję Mayera, który jako lekarz okrętowy, podczas rejsu w tropiki, na podstawie obserwacji zmniejszonej różnicy w kolorze krwi żyłnej i tętniczej, leczonych przez niego marynarzy, sformułował fundamentalne prawo fizyki.

- Julius Robert von Mayer: *Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur*. Annalen der Chemie und Pharmazie **42** (1842) 233.
Spostrzeżenia o siłach w naturze nieożywionej.
- Julius Robert von Mayer: *Die organische Bewegung im Zusammenhang mit dem Stoffwechsel*. 1845.
Ruch organiczny w związku z przemianą materii.
- Julius Robert von Mayer: *Die Mechanik der Wärme*. Cotta, Stuttgart 1867.

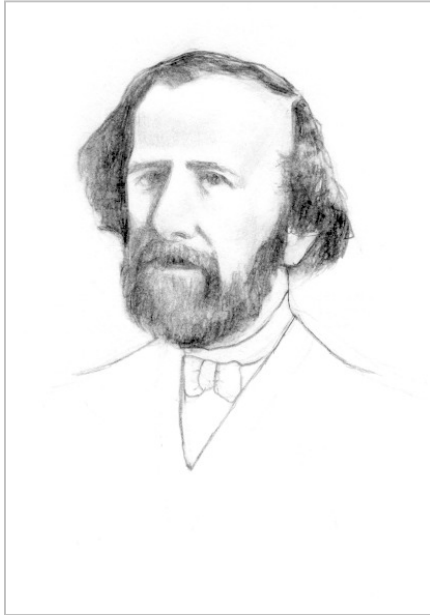
Ciekawostki

- Julius Robert von Mayer: *Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur*. Annalen der Chemie und Pharmazie **42** (1842) 233. *Spostrzeżenia o siłach w naturze nieożywionej*.

Praca ta nie została przyjęta do druku 16 czerwca 1841 przez redakcję Annalen der Physik und Chemie. Miała się ukazać pod tytułem *Ueber quantitative und qualitative Bestimmung der Kräfte (O ilościowej i jakościowej klasyfikacji sił)*.

- Julius Robert von Mayer: *Die organische Bewegung im Zusammenhang mit dem Stoffwechsel*. 1845. *Ruch organiczny w związku z przemianą materii*.

Praca ta w formie broszury została wydana na koszt autora.



francuski fizyk eksperymentator

1819 - Urodził się 23 września w Paryżu.

- Studiował medycynę w College Stanislas, a następnie optykę w College de France.

1860 - Został członkiem Académie des Sciences.

1878 - Został prezesem Bureau des Longitudes.

1896 - Zmarł 18 września w Venteuil.

Wyniki

- Jako pierwszy zmierzył (1849) wartość prędkości światła w laboratorium metodą „koła zębatego”.
- Wykazał (1850), że wartość prędkości światła w wodzie jest mniejsza niż w powietrzu. Potwierdzało to falową teorię światła.
- Pomiar wartości prędkości światła wykonane (1851) w spoczywającej i poruszającej się wodzie wskazywały, że klasyczny wzór na składanie prędkości nie jest prawdziwy w przypadku światła.

•H. Fizeau: *Sur une expérience relative a la vitesse de propagation de la lumiere.*

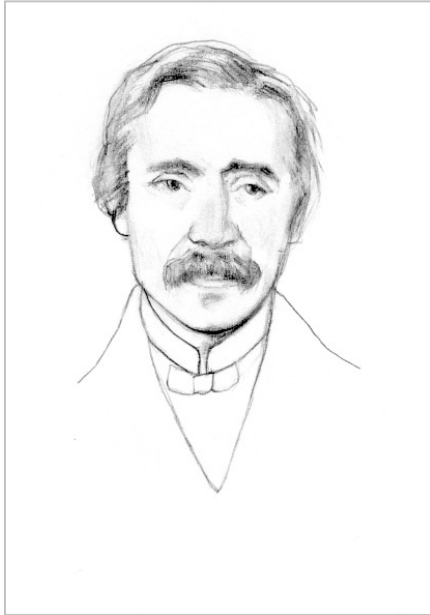
Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris **29** (1849) 90-92. [Séance du lundi 23 juillet 1849]

•H. Fizeau, Louis Bréguet: *Note sur l'expérience relative a la vitesse comparative de la lumiere dans l'air et dans l'eau.*

Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris **30** (1850) 562-563. [Séance du lundi 6 mai 1850]

•H. Fizeau: *Sur les hypotheses relatives a l'éther lumineux, et sur une expérience qui parait démontrer que le mouvement des corps change la vitesse avec laquelle la lumiere se propage dans leur intérieur.*

Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris **33** (1851) 349-355. [Séance du lundi 29 septembre 1851]



francuski fizyk eksperymentator

1819 - Urodził się 19 września w Paryżu.

1853 - Doktoryzował się.

1862 - Został członkiem Bureau des Longitudes.

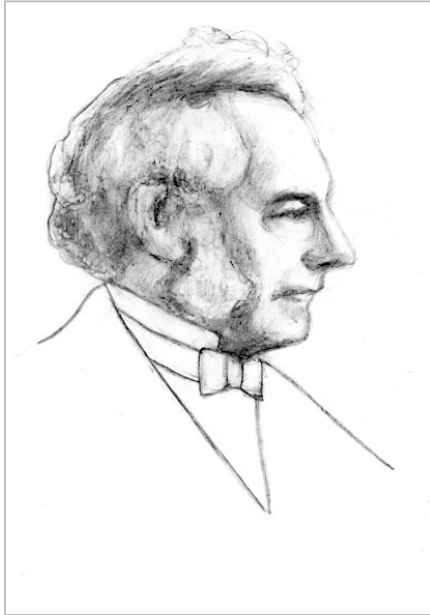
1865 - Został członkiem Académie des Sciences.

1868 - Zmarł 11 lutego w Paryżu.

Wyniki

- Zmierzył (1850) metodą obracającego się zwierciadła, że wartość prędkości światła w wodzie jest mniejsza niż w powietrzu. Potwierdziło to falową teorię światła.
- Za pomocą wahadła zawieszonego w Paryskim Obserwatorium Astronomicznym doświadczalnie wykazał (1851) istnienie wirowego ruchu Ziemi.

• L. Foucault: *Méthode générale pour mesurer la vitesse de la lumière dans l'air et les milieux transparents. Vitesses relatives de la lumière dans l'air et dans l'eau. Projet d'expérience sur la vitesse de propagation du calorique rayonnant.* Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris **30** (1850) 551-560. [Séance du lundi 6 mai 1850]



brytyjski matematyk i fizyk

1819 - Urodził się 13 sierpnia w Skreen (Irlandia).

1837/1841 - Studiował w Pembroke College w Cambridge.

1849 - Został profesorem w Cambridge.

1889 - Otrzymał tytuł szlachecki.

1903 - Zmarł 1 lutego w Cambridge (Anglia).

Wyniki

- Badał (1845) przepływ cieczy z uwzględnieniem tarcia wewnętrzne-
go. Podobne wyniki niezależnie uzyskali Navier, Poisson, oraz Saint-
Venant. Prace te okazały się przydatne przy konstrukcji tensora ener-
gii-pędu lepkiej cieczy.
- Sformułował twierdzenie umożliwiające zamianę całek powierzch-
niowych na krzywoliniowe (twierdzenie Stokesa).

- Twierdzenie Stokesa

Twierdzenie Stokesa umożliwia zamianę całek powierzchniowych na krzywoliniowe.

$$\iint_S \text{rot} \mathbf{A} \cdot d\mathbf{S} = \oint_l \mathbf{A} \cdot d\mathbf{l}$$

niemiecki fizjolog, fizyk i matematyk

1821 - Urodził się 31 sierpnia w Poczdamie.

1842 - Doktoryzował się na Uniwersytecie Berlińskim.

1894 - Zmarł 8 września w Charlottenburgu.

Wyniki

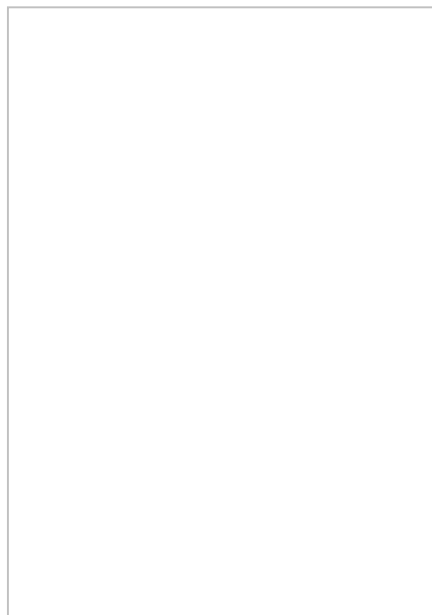
- Sformułował (1847) zasadę zachowania energii.
- Rozwinął (1867, 1868, 1869) geometrię nieeuklidesową.

• H. L. F. von Helmholtz: *Über die Erhaltung der Kraft*. (1847). *O zachowaniu siły*.

Sformułował zasadę zachowania energii. Helmholtz używał słowa siła w znaczeniu energia.

• H. Helmholtz: *Ueber die Thatsachen, die der Geometrie zum Grunde liegen*. Nachrichten von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts-Universität zu Göttingen No. 9 (Juni 3. 1868) 193-221.

• H. von Helmholtz: *Wissenschaftliche Abhandlungen II*. Leipzig 1883.



niemiecki matematyk

1823 - Urodził się 7 grudnia w Legnicy.

1841/45 - Studiował matematykę na uniwersytecie w Berlinie oraz w semestrze letnim 1843 w Bonn, następnie dwa semestry we Wrocławiu, i w semestrze zimowym 1845 znowu w Berlinie.

1845 - Doktoryzował się na Wydziale Filozofii

Uniwersytetu Berlińskiego.

1868 - Objął Katedrę Matematyki w Getyndze.

1891 - Zmarł 29 grudnia w Berlinie.

Wyniki

- Wprowadził (1866) bardzo użyteczną funkcję zwaną deltą Kroneckera.

$$\delta_v^\mu = \delta_\mu^v = \delta_{\mu v} = \delta^{\mu v} = \begin{cases} 1 \Leftrightarrow \mu = v \\ 0 \Leftrightarrow \mu \neq v \end{cases} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

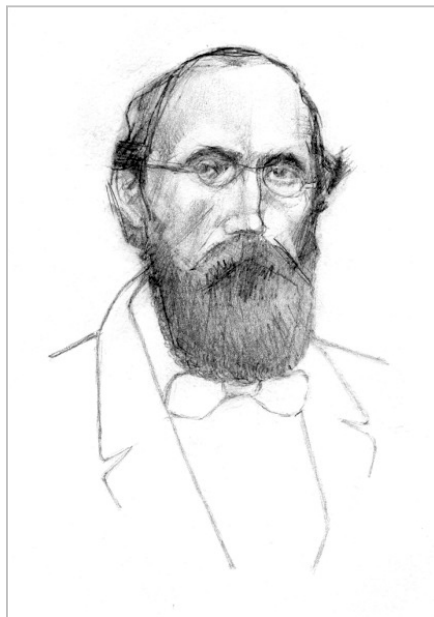
Twierdzenie

Delta Kroneckera jest tensorem drugiego rzędu

- mieszanym względem dowolnych transformacji,
- dwukrotnie kontrawariantnym oraz dwukrotnie kowariantnym tylko względem transformacji ortogonalnych.

• *Leopold Kroneckers Werke*. Herausgegeben auf Veranlassung der Kgl. Preuss. Akademie der Wissenschaften von K. Hensel. (1895-)
[4 tomy]

• Z. Osiak: *Ogólna Teoria Względności*. Self Publishing (2012). ISBN: 978-83-272-3515-2 [Patrz: strona 160]



niemiecki matematyk i fizyk teoretyk

1826 - Urodził się w 17 września w Breselenz koło Dannenbergu.

1846/50 - Studiował na uniwersytetach w Hanowerze, Lüneburgu, Getyndze oraz Berlinie.

1852 - Doktoryzował się.

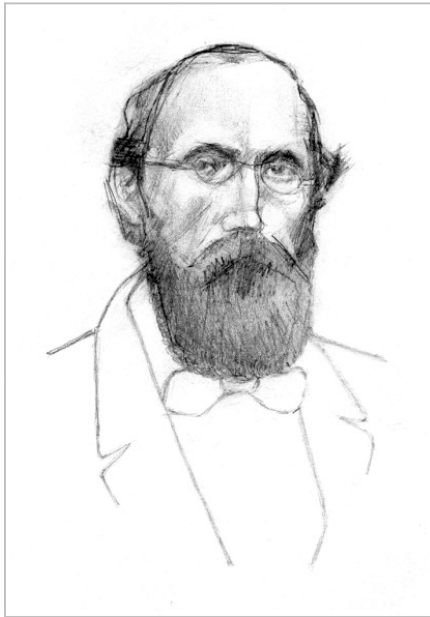
1854 - Wygłosił słynny wykład habilitacyjny.

1854/56 - Pracował jako Privatdozent w Getyndze.

1857 - Został profesorem nadzwyczajnym w Getyndze.

1859 - Został profesorem zwyczajnym w Getyndze.

1859 - Otrzymał godność członka korespondenta Akademii Berlińskiej.



1862 - W lipcu chorował na zapalenie opłucnej.
- Wiele miesięcy spędził we Włoszech
w celu poprawy stanu swego zdrowia.
1866 - Zmarł 20 lipca w Selaska nad jeziorem
Laggo-Maggiore.

Wyniki

- Wprowadził (1854) pojęcie n-wymiarowej zakrzywionej przestrzeni z zadaną lokalnie metryką w postaci kwadratowej formy różniczkowej.

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$$

- Praca Riemanna została opublikowana dopiero dwa lata po jego śmierci.

- G. F. Riemann: *Über die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen*. O hipotezach, które leżą u podstaw geometrii.

Jest to wykład inauguracyjny poprzedzający objęcie stanowiska prywatnego docenta (wykład habilitacyjny), wygłoszony 10 czerwca 1854 roku w Getyndze.

- B. Riemann: *Ueber die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen*.

(Mitgetheilt durch R. Dedekind) Abhandlungen der Königlich Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen **13** (1868) 133-152.

- Istnieje polski przekład z objaśnieniami Wł. Gosiewskiego, dokonany przez S. Dicksteina:

O hipotezach, które służą za podstawę geometrii. Pamiętnik Towarzystwa Nauk Ścisłych w Paryżu **9** (1877) 1-26.

[Przedstawiono na posiedzeniu Towarzystwa Nauk Ścisłych 5 września 1874.]

- Przekład ten razem z przypisami zamieszczono również w:

Prace matematyczno-fizyczne **32** (1922) Rozprawa 113-127. Przypisy 128-143.

Od Pitagorasa do Riemanna

- Poniżej podaliśmy kolejne uogólnienia twierdzenia Pitagorasa, czyli drogę od $c^2 = a^2 + b^2$ do $ds^2 = g_{\mu\nu}dx^\mu dx^\nu$.

$$s^2 = x^2 + y^2$$

$$s^2 = x^2 + y^2 + z^2$$

$$(\Delta s)^2 = (\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta z)^2$$

$$(ds)^2 = dx^1 dx^1 + dx^2 dx^2 + dx^3 dx^3 + dx^4 dx^4$$

$$(ds)^2 = g_{11} dx^1 dx^1 + g_{22} dx^2 dx^2 + g_{33} dx^3 dx^3 + g_{44} dx^4 dx^4$$

$$\begin{aligned} (ds)^2 = & g_{11} dx^1 dx^1 + g_{12} dx^1 dx^2 + g_{13} dx^1 dx^3 + g_{14} dx^1 dx^4 + \\ & g_{21} dx^2 dx^1 + g_{22} dx^2 dx^2 + g_{23} dx^2 dx^3 + g_{24} dx^2 dx^4 + \\ & g_{31} dx^3 dx^1 + g_{32} dx^3 dx^2 + g_{33} dx^3 dx^3 + g_{34} dx^3 dx^4 + \\ & g_{41} dx^4 dx^1 + g_{42} dx^4 dx^2 + g_{43} dx^4 dx^3 + g_{44} dx^4 dx^4 \end{aligned}$$

Ciekawostki

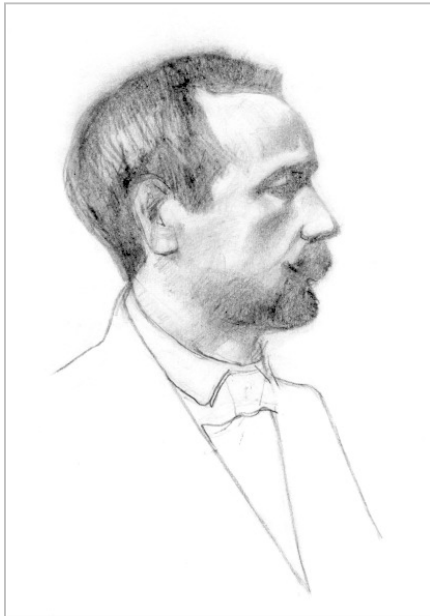
- W Ogólnej Teorii Względności zakłada się, że gęstość energii wszelkiej postaci określa lokalnie metrykę czasoprzestrzeni.
- Zacytujmy wizjonerskie słowa tłumacza Samuela Dicksteina (1851-1939), pochodzące z 1877, zamieszczone w przedmowie do polskiego przekładu wykładu habilitacyjnego Riemanna. [Zachowano oryginalną pisownię.]

„Praca wielkiego matematyka niemieckiego, której polski przekład dajemy, należy bez wątpienia do prac pierwszorzędnych w nauce znaczenia. W niej bowiem nie tylko wyświecone są zasady, na których opiera się geometria, ale wypowiedziane zostały głębokie myśli, mogące się stać z czasem zarodkiem wielkich odkryć w nauce.”

A oto inny fragment tej przedmowy. [Zachowano oryginalną pisownię.]

„Że krzywizna naszej przestrzeni jest stałą i wszędzie równą zeru, jest to hipoteza, na której opiera się cała geometrya Euklidesa, a którą zawdzięczamy doświadczeniu, co aż do czasów Riemanna pozostało niewyjaśnioném, i pierwszorzędne nawet umysły bez potrzeby siliły się na wyprowadzenie XI go postulatu Euklidesa z innych pewników wziętych za podstawę geometryi. Bezowocny skutek tych zabiegów przyniósł pośrednio wielką korzyść nauce; albowiem matematycy, straciwszy nadzieję dowiedzenia wspomnianego postulatu, pomyślili o utworzeniu takiej geometryi, która przyjmując za podstawę wszystkie pozostałe pewniki, jest zupełnie niezależną od pewnika o liniach równoległych. W ten sposób powstała geometrya urojona Łobaczewskiego, absolutna Bolaya, nie-Euklidesowa Beltramięgo.”

„Dopiero Riemann w sposób stanowczy rozstrzyga to ważne pytanie: z jego badań wynika wprost, że postulat Euklidesa, lub każdy inny pewnik, który przyjąć trzeba dla zbudowania teorii linii równoległych, jest wprost wynikiem hipotezy, że krzywizna przestrzeni jest wszędzie zerem i dla tego dowieść się nie da.”



niemiecki matematyk

1829 - Urodził się 10 listopada w Montjoie [obecnie Monschau] w pobliżu Aachen.

- Studiował na uniwersytecie w Berlinie.

1856 - Doktoryzował się na uniwersytecie w Berlinie.

1862 - Został profesorem na politechnice

w Zurychu.

1872 - Został profesorem na Gewerbsakademie w Berlinie.

1872/1892 - Był profesorem na uniwersytecie w Strasburgu.

1900 - Zmarł 15 marca w Strasburgu.

Wyniki

- Wprowadził (1869) trójwskaźnikowe symbole zwane obecnie symbolami Christffela pierwszego i drugiego rodzaju, zaproponował również czterowskaźnikowe symbole znane jako składowe kowariantnego tensora krzywizny Riemanna-Christoffela czwartego rzędu.
- Wprowadził wielkości nazywane obecnie tensorami kowariantnymi i operację różniczkowania kowariantnego (1868 i 1869). Christoffel nie używał nazwy tensor.

• E. B. Christoffel: *Allgemeine Theorie der geodätischen Dreiecke.*

Mathematische Abhandlungen der Königlich Akademie der Wissenschaften zu Berlin (1868) 119-176.

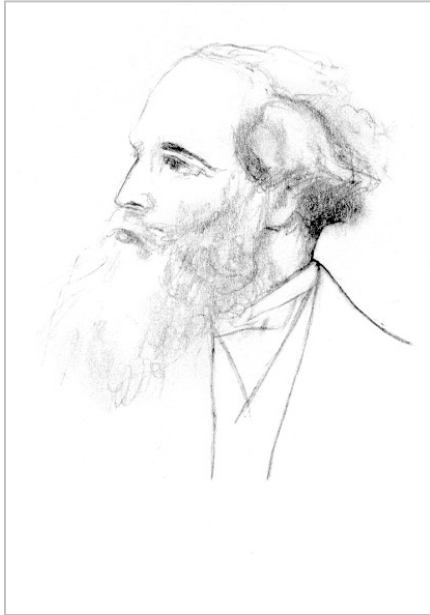
• E. B. Christoffel: *Über die Transformation ganzer homogener Differentialausdrücke.*

Monatsberichte der Kgl. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin (1869) 1-6.

• E. B. Christoffel: *Über die Transformation der homogenen Differentialausdrücke zweiten Grades.*

Journal für die reine und angewandte Mathematik [Crelle's Journal] **70** (1869) 46-70

O przekształceniach jednorodnych form różniczkowych drugiego stopnia..



szkocki fizyk teoretyk

1831 - Urodził się 13 czerwca w Edynburgu.

1847/1850 - Studiował fizykę na uniwersytecie w Edynburgu.

1850/1854 - Po przeniesieniu się do Cambridge studiował w Petershouse College i w Trinity College.

1871 - Został profesorem fizyki eksperymentalnej w Cambridge.

1879 - Zmarł na raka żołądka 5 listopada w Cambridge.

Wyniki

- Wprowadził (1861) pojęcie prądu przesunięcia.
- Podał określenie pola elektromagnetycznego, przedstawił zbiór dwudziestu równań opisujących pole elektromagnetyczne, przewidział istnienie fal elektromagnetycznych, sformułował koncepcję o elektromagnetycznej naturze światła (1865).
- Opublikował (1873) *Traktat o elektryczności i magnetyzmie*.

• J. Clerk Maxwell: *On Physical Lines of Force*.

The [London, Edinburgh and Dublin] Philosophical Magazine and Journal of Science (1861).

O fizycznych liniach sił.

• J. Clerk Maxwell: *A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field*.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London **155** (1865) 459-512. [Read December 8, 1864.]

Dynamiczna teoria pola elektromagnetycznego.

• J. Clerk Maxwell: *A Treatise on Electricity and Magnetism*.

Clarendon Press, Oxford 1873. [2 tomy]

Ciekawostki

- Przypisywane Maxwellowi równania miały zupełnie inną postać matematyczną. Powód był prosty. W czasie gdy Maxwell pracował nad elektrodynamiką, Hermann Günter Grassmann (1809-1877) dopiero tworzył podstawy współczesnej analizy wektorowej.
- Olivier Heaviside (1850-1925) jako pierwszy zapisał (1892) równania Maxwella, używając operatorów rotacji i dywergencji.

$$\text{rot}\mathbf{E} = -\frac{\partial\mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\text{div}\mathbf{B} = 0$$

$$\text{rot}\mathbf{H} = \mathbf{j} + \frac{\partial\mathbf{D}}{\partial t}$$

$$\text{div}\mathbf{D} = \rho$$

- W obu pracach z 1890 Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) przedstawił te same równania w postaci rozwiniętej.

Alfabetyczny indeks nazwisk

Alembert, Jean Le Rond d' (1717-1783)	42
Arago, Dominique François Jean (1786-1853)	65
Bolyai, Janos (1802-1860)	84
Bradley, James (1693-1762)	35
Cauchy, Baron Augustin Louis (1789-1857)	69
Christoffel, Elwin Bruno (1829-1900)	119
Coriolis, Gaspard Gustave de (1792-1843)	73
Doppler, Christian Johann (1803-1853)	86
Euler, Leonhard (1707-1783)	40
Faraday, Michael (1791-1867)	71
Fizeau, Armaund Hippolyte Louis (1819-1896)	101
Foucault, Jean Bernard Leon (1819-1868)	103
Fresnel, Augustin Jean (1788-1827)	67
Gauss, Carl Friedrich (1777-1855)	56
Grassmann, Hermann Günter (1809-1877)	94
Green, George (1793-1841)	76

Hamilton, Sir William Rowan (1805-1865)	92
Helmholtz, Herman Ludwig Ferdinand von (1821-1894)	108
Jacobi, Carl Gustav Jacob (1804-1851)	88
Kronecker, Leopold (1823-1891)	110
Lagrange, Joseph Louis de (1736-1813)	44
Lamé, Gabriel (1795-1870)	82
Laplace, Marquise Pierre Simon de (1749-1827)	48
Legendre, Adrien Marie (1752-1833)	50
Leibniz, Gotfried Wilhelm (1646-1716)	31
Łobaczewski, Nikołaj Iwanowicz (1793-1856)	79
Maupertuis, Pierre-Louis Moreau de (1698-1759)	38
Maxwell, James Clerk (1831-1879)	121
Mayer, Julius Robert von (1814-1878)	98
Newton, Sir Isaac (1643-1727)	27
Olbers, Heinrich Wilhelm Mathias (1758-1840)	52
Poisson, Siméon Denis (1781-1840)	63

Riemann, Georg Friedrich Bernhard (1826-1866)	112
Römer, Ole (Olaus) Christiansen (1644-1710)	29
Saccheri, Giovanni Girolamo (1667-1733)	33
Stokes, Sir George Gabriel (1819-1903)	105
Verrier, Urbain Jean Joseph Le (1811-1877)	96
Weber, Wilhelm Eduard (1804-1891)	90
Young, Tomas (1773-1829)	54

Chronologiczny indeks nazwisk

Newton, Sir Isaac (1643-1727)	27
Römer, Ole (Olaus) Christiansen (1644-1710)	29
Leibniz, Gotfried Wilhelm (1646-1716)	31
Saccheri, Giovanni Girolamo (1667-1733)	33
Bradley, James (1693-1762)	35
Maupertuis, Pierre-Louis Moreau de (1698-1759)	38
Euler, Leonhard (1707-1783)	40
Alembert, Jean Le Rond d' (1717-1783)	42
Lagrange, Joseph Louis de (1736-1813)	44
Laplace, Marquise Pierre Simon de (1749-1827)	48
Legendre, Adrien Marie (1752-1833)	50
Olbers, Heinrich Wilhelm Mathias (1758-1840)	52
Young, Tomas (1773-1829)	54
Gauss, Carl Friedrich (1777-1855)	56
Poisson, Siméon Denis (1781-1840)	63
Arago, Dominique François Jean (1786-1853)	65

-
- Fresnel, Augustin Jean (1788-1827) 67
Cauchy, Baron Augustin Louis (1789-1857) 69
Faraday, Michael (1791-1867) 71
Coriolis, Gaspard Gustave de (1792-1843) 73
Green, George (1793-1841) 76
Łobaczewski, Nikołaj Iwanowicz (1793-1856) 79
Lamé, Gabriel (1795-1870) 82
Bolyai, Janos (1802-1860) 84
Doppler, Christian Johann (1803-1853) 86
Jacobi, Carl Gustav Jacob (1804-1851) 88
Weber, Wilhelm Eduard (1804-1891) 90
Hamilton, Sir William Rowan (1805-1865) 92
Grassmann, Hermann Günter (1809-1877) 94
Verrier, Urbain Jean Joseph Le (1811-1877) 96
Mayer, Julius Robert von (1814-1878) 98
Fizeau, Armaund Hippolyte Louis (1819-1896) 101

Foucault, Jean Bernard Leon (1819-1868)	103
Stokes, Sir George Gabriel (1819-1903)	105
Helmholtz, Herman Ludwig Ferdinand von (1821-1894)	108
Kronecker, Leopold (1823-1891)	110
Riemann, Georg Friedrich Bernhard (1826-1866)	112
Christoffel, Elwin Bruno (1829-1900)	119
Maxwell, James Clerk (1831-1879)	121

Historia Teorii Względności



Zbigniew Osiak

**Od Newtona
do Maxwella**

02