

Historia Teorii Względności



Zbigniew Osiak

Era Einsteina

1905-1955

04

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

Era Einsteina 1905-1955

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: 978-83-272-4482-6

e-mail: zbigniew.osiak@gmail.com

“*Historia Teorii Względności – Era Einsteina 1905-1955*” jest czwartym 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: *Szczególne 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

Era Einsteina 1905-1955

dr Zbigniew Osiak

Portrety wykonała

Małgorzata Osiak

-
- Kalendarium
 - Notki biograficzne
 - Alfabetyczny indeks nazwisk
 - Chronologiczny indeks nazwisk

Kalendarium *

*Numeracja prac Einsteina pochodzi z:
Z. Osiak: *Giganci Teorii Względności*. Self Publishing (2012).

1905

Albert Einstein (1879-1955) sformułował 30 czerwca 1905 podstawy Szczególnej Teorii Względności. Poddał szczegółowej analizie pojęcie równoczesności. Podał przekształcenia współrzędnych przestrzennych i czasu, względem których wartość prędkości światła jest niezmiennikiem. Jako wnioski z tych przekształceń przedstawił wzory na kontrakcję długości, dylatację czasu i składanie prędkości. Wykazał, że równania Maxwella-Hertza są współzmiennicze względem badanych transformacji. W przypadku płaskiej fali elektromagnetycznej wyprowadził wzory na transformacje jej częstości (efekt Dopplera), kierunku propagacji (aberracja) i amplitudy. Otrzymał wzory na podłużną i poprzeczną masę oraz energię kinetyczną elektronu poruszającego się w polu elektromagnetycznym z małym przyspieszeniem.

[Praca 1]

30 czerwca 1905 uważany jest za datę powstania Szczególnej Teorii Względności.

1905

Henri Poincaré (1854-1912) niezależnie od Einsteina sformułował 23 lipca 1905 Szczególną Teorię Względności. Wprowadził urojoną współrzędną czasową ict . Zmodyfikował podane w 1904 przez Lorentza transformacje współrzędnych przestrzennych i czasu niezmienniczące postaci równań Maxwella. Zaproponował nazwy transformacje Lorentza i skrótowanie Lorentza. Pokazał, że transformacje Lorentza tworzą grupę, przedstawiając obrót w przestrzeni x, y, z, ict wokół środka nieruchomego układu współrzędnych. Przy okazji otrzymał relatywistyczną regułę składania prędkości. Badał niezmienniki tych transformacji.

Einstein i Poincaré niemal równocześnie sformułowali Szczególną Teorię Względności. Podstawowa różnica między ich pracami polegała na interpretacji wniosków wynikających z transformacji Lorentza.

Einstein uważał, że wskutek ruchu układu odniesienia deformacji ulegają czas i przestrzeń. Poincaré twierdził, że deformacje dotyczą ciał materialnych.

1905

Albert Einstein uzasadnił 27 września 1905 wzór $E = mc^2$. [Praca 2]

1905-1934

Dayton Clarence Miller (1866-1941) wielokrotnie powtarzał eksperyment Michelsona-Morleya z 1887 dotyczący unoszenia eteru.

1906, 1907

Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947) zaproponował (1906) nazwę [zasada względności] **teoria względności**. Podał (1906) trójwymiarowe relatywistyczne równania ruchu, wyrażenia dla funkcji Lagrange'a i Hamiltona oraz pędu cząstki. Stworzył (1907) podstawy relatywistycznej termodynamiki.

1907

Albert Einstein sformułował 4 grudnia 1907 zasadę równoważności, i wywnioskował z niej istnienie grawitacyjnego przesunięcia ku czerwieni oraz odchylenia promieni świetlnych w polu grawitacyjnym. Zaproponował rozszerzenie zasady względności na układy nieinercjalne. [Praca 8]

1907 i 1911

Max von Laue (1879-1960) wyprowadził 30 lipca 1907, w ramach STW w związku z doświadczeniem Fizeau, wzór Fresnela. Podał 30 kwietnia 1911 wzory na elektromagnetyczną energię i pęd elektronu, posługując się językiem STW.

1908

Hermann Minkowski (1864-1909) nadał STW elegancką czterowymiarową formę matematyczną.

1908

Minkowski wprowadził pojęcia takie, jak czterowymiarowa czasoprzestrzeń, linia świata, stożek świetlny, wektor przestrzenny oraz wektor czasowy. Przedstawił równania Maxwella oraz równania mechaniki punktu materialnego w czterowymiarowej postaci tensorowej. (Minkowski nie używał słowa tensor.) Prace Minkowskiego ułatwiły przejście od STW do OTW.

Albert Einstein i Jakob Johann Laub (1872-1962) badali równania Maxwella-Hertza oraz równania materiałowe w poruszającym się ośrodku. Podali wzory transformacyjne dla wielkości charakteryzujących pole elektromagnetyczne i jego źródła. [Prace: 9, 9A, 10, 11]

Alfred Heinrich Bucherer (1863-1927) wykonał dokładne pomiary dotyczące zależności relatywistycznej masy elektronu od wartości jego prędkości.

1908

Frederick Thomas Trouton (1863-1922) i Alexander Oliver Rankine (1881-1956) mierzyli opór miedzianego drutu ustawionego równoległe i prostopadle do kierunku ruchu Ziemi wokół Słońca. Oczekiwanych zmian oporu, będących wynikiem skrócenia FitzGerald-Lorentza, nie stwierdzono.

1909

Paul Ehrenfest (1880-1933) pierwszy zastosował przekształcenia Lorentza w przypadku sztywnej bryły.

Philipp Frank (1884-1966) zaproponował nazwę **przekształcenia Galileusza** dla transformacji $x' = x - Vt$, $y' = y$, $z' = z$, $t' = t$.

Gustav Herglotz (1881-1953) badał (1909,1911) ruch sztywnej bryły w ramach STW.

1909, 1910

Max Born (1882-1970) rozwinął relatywistyczną teorię bryły sztywnej.

1910

Wladimir Varićak (1865-1942) zbadał związek geometrii Łobaczewskiego ze Szczególną Teorią Względności.

Wladimir Sergius von Ignatowsky (1875-1942) przedstawił aksjomatyczne podejście do STW. Badał relatywistyczną teorię bryły sztywnej.

1911

Albert Einstein ponownie sformułował zasadę równoważności (dla ruchów jednostajnie przyspieszonych prostoliniowych) oraz rozszerzył zasadę względności na układy nieinercjalne. [Praca 14]

Wyprowadził (korzystając z zasady zachowania energii) wzór łączący częstotliwość ν_2 światła emitowanego przez źródło znajdujące się na wysokości h nad powierzchnią Ziemi z częstotliwością ν_1 światła docierającego do powierzchni Ziemi (gdzie przyjął energię potencjalną równą zero).

$$\nu_1 = \nu_2 \left(1 + \frac{\gamma h}{c^2} \right), \gamma \text{ oznacza przyspieszenie grawitacyjne.}$$

Z relacji tej wywnioskował, że **czas upływa wolniej w silniejszym polu grawitacyjnym**.

Obliczając kąt ugięcia promieni świetlnych przelatujących w pobliżu Słońca, otrzymał wartość dwukrotnie mniejszą od poprawnej.

Poprawną wartość tego kąta wyznaczył w 1915. [Praca 36]

1911

Ferencz Jüttner (1878-1958) badał relatywistyczną dynamikę gazów. Podał relatywistyczną modyfikację rozkładu Maxwella dla cząstek gazu doskonałego.

Philipp Frank (1884-1966) i Hermann Rothe (1882-1923) wyprowadzili transformacje Lorentza z faktu, że tworzą one grupę, nie zakładając stałości wartości prędkości światła.

1911, 1913

Paul Langevin (1872-1946) zwrócił uwagę (1911) na paradoks zegarów. Jako pierwszy wprowadził (1913) pojęcie defektu masy.

1912

Gustav Adolf Mie (1868-1957) opracował teorię grawitacji niespełniającą zasady równoważności.

1912

Friedrich Kottler (1886-1965) zapisał równania Maxwella w postaci ogólnie kowariantnej.

Ernst Lampa (1888-1986) sformułował hydrodynamikę relatywistyczną.

1912-1914, 1914, 1918

Gunnar Nordström (1881-1923) przedstawił (1912-1914) skalarną teorię pola grawitacyjnego, spełniającą zasadę równoważności. Zaproponował (1914) wykorzystanie pięciowymiarowej przestrzeni do unifikacji wektorowego pola elektromagnetycznego i skalarnego pola grawitacyjnego. Idea ta została ponownie niezależnie sformułowana (1921) przez Theodora Kaluzę (1885-1954). Nordström niezależnie od Reissnera podał, dwa lata później (1918), w ramach OTW rozwiązanie równań pola dla naładowanego elektrycznie źródła (metryka Reissnera-Nordströma).

1913

Albert Einstein [Praca 21] nakreślił program poszukiwań ogólnie kowariantnej teorii względności i teorii grawitacji. Po raz kolejny sformułował zasadę równoważności, wskazując na jej fundamentalne znaczenie w fizyce. Równoważność masy grawitacyjnej i inercyjnej, doświadczalnie potwierdzona przez Eötvösa, pozwala na postawienie hipotezy, że pole grawitacyjne (jednorodne w nieskończenie małej objętości) fizycznie można w pełni zamienić przyspieszonym układem odniesienia. Przypomniawszy, co wykazał w poprzednich pracach, że hipoteza równoważności prowadzi do wniosku, że **w stacjonarnym (statycznym) polu grawitacyjnym szybkość c zależy od współrzędnych przestrzennych**, przedstawiając miarę potencjału grawitacyjnego. Według Einsteina, w ogólnym przypadku pole grawitacyjne można scharakteryzować dziesięcioma czasoprzestrzennymi funkcjami będącymi składowymi kowariantnego tensora drugiego rzędu.

Składowe te są współczynnikami kwadratowej formy różniczkowej, interpretowanej jako kwadrat czterowymiarowej odległości między dwoma nieskończenie bliskimi punktami. Ogólna postać równań fizyki nie powinna zależeć od wyboru układu odniesienia. Przy próbie realizacji tego zadania Einstein (jak sam twierdził) napotkał pryncypialne trudności. **Nie znamy, względem jakiej grupy przekształceń powinny być kowariantne poszukiwane równania.** Jako przykład zapisał w postaci ogólnie kowariantnej równania Maxwella [wzory (23) i (24)]. Poszukiwania równań pola grawitacyjnego, których rozwiązaniem byłyby wielkości, zaczął od próby uogólnienia równania Poissona. Zaproponował, aby po obu stronach równań pola znajdowały się kowariantne tensory drugiego rzędu. Jednym z nich powinien być tensor energii-pędu. Podał jego postać dla przypadku równomiernie rozmieszczonych nieoddziałujących mas. Drugi z tych tensorów powinien zawierać pochodne drugiego rzędu ze składowych tensora metrycznego.

Wykazał [wzór (19)], że równania przedstawiające prawa zachowania powinny dotyczyć materii i pola grawitacyjnego razem wziętych. Współautor [Pracy 21] Marcell Grossmann (1878-1936) w znacznym stopniu przyczynił się do powstania OTW, rozwijając metody absolutnego rachunku różniczkowego i absolutnej geometrii różniczkowej. Metody te zapoczątkowali E. Christoffel (1869) oraz G. Ricci i T. Levi-Civita (1901). Wprowadził pojęcie tensora mieszanego. Skonstruował mieszany tensor krzywizny czwartego rzędu. Utworzył kowariantny tensor krzywizny drugiego rzędu.

1913

Erwin Finlay Freundlich (1885-1964), na prośbę Einsteina, dokonał dokładnych pomiarów szybkości zmian kąta precesji peryhelium Merkurego. Wyniki opublikował w 1913.

1913

Felix Joachim de Wisniewski (1890-1963) rozwinął mechanikę relatywistyczną w ujęciu Minkowskiego.

Czesław Białobrzeski (1878-1953) zwrócił uwagę na rolę ciśnienia promieniowania w procesie równowagi termodynamicznej gazowych gwiazd.

1913, 1922, 1923, 1924, 1925, 1928

Elie Joseph Cartan (1869-1951) rozwinął analizę na rozmaitościach różniczkowalnych. Badał globalne własności grup Liego. Opracował teorię zewnętrznych form różniczkowych. Odkrył (1913) spinory. Wprowadził (1922) tensor skręcenia. Zaproponował (1923-1925) modyfikację OTW, zwaną teorią Einsteina-Cartana. Przedstawił (1923/24) równania Maxwella w postaci ogólnie kowariantnej. Opracował (1928) metodę ruchomego repera.

1914

Johannes Droste (1886-1963), wychodząc z koncepcji Einsteina, że pole grawitacyjne ma charakter tensorowy, zaproponował w układzie współrzędnych kartezjańskich postać tensora metrycznego czasoprzestrzeni w przypadku punktowej masy źródłowej.

Albert Einstein i Adriaan Daniël Fokker (1887-1972) wykazali, że teoria Nordströma jest szczególnym przypadkiem teorii Einsteina-Grossmanna przy założeniu stałości wartości prędkości światła.

[Praca 25]

1914, 1915

Pieter Zeeman (1865-1943) badał (1914-1915) wartość prędkości światła w szybko poruszającym się ośrodku, potwierdzając istnienie członu Lorentza we współczynniku unoszenia Fresnela. Wykazał doświadczalnie, że wartość prędkości światła w gęstych ośrodkach zależy od długości fali.

1915

Albert Einstein podał 18 listopada 1915 przybliżone rozwiązanie równań pola w przypadku statycznego (a tym samym stacjonarnego) sferycznie symetrycznego pola grawitacyjnego w pustej przestrzeni, którego źródłem jest punktowa masa. Jakościowo i ilościowo wyjaśnił odchylenie promieni świetlnych w polu grawitacyjnym oraz anomalny obrót peryhelium Merkurego (i pozostałych planet). Obliczony dodatkowy kąt obrotu peryhelium Merkurego w ciągu stu lat wynosi 43”, co pozostaje w idealnej zgodności z pomiarami. [\[Praca 36\]](#)

David Hilbert (1862-1943) podał 20 listopada 1915 ogólnie kowariantne równania pola grawitacyjnego, wyprowadzając je z zasady wariacyjnej.

1915

Albert Einstein zaproponował 25 listopada 1915 poprawne ogólnie kowariantne równania pola grawitacyjnego oraz prawo zachowania pędu i energii dla materii i pola grawitacyjnego. [Praca 37]

25 listopada 1915 uważany jest za datę powstania Ogólnej Teorii Względności.

1916

Albert Einstein po raz pierwszy zastosował umowę sumacyjną oraz zaproponował nazwę Szczególna Teoria Względności 20 marca 1916. [Praca 38]

Albert Einstein zapisał równania Maxwella w postaci ogólnie kowariantnej. [Praca 40]

Albert Einstein sformułował 22 czerwca 1916 teorię fal grawitacyjnych. [Praca 41]

1916

Carl Schwarzschild (1873-1916) podał 13 stycznia pierwsze dokładne rozwiązanie równań Einsteina w przypadku statycznego (a tym samym stacjonarnego) sferycznie symetrycznego pola grawitacyjnego w pustej przestrzeni, którego źródłem jest punktowa masa. Znalazł rozwiązanie równań polowych Einsteina w przypadku kuli z nieściśliwej cieczy o stałej gęstości.

Johannes Droste (1886-1963) przedstawił 27 maja 1916 zewnętrzne rozwiązanie próżniowych równań polowych Einsteina dla punktowej masy źródłowej.

Hans Jacob Reissner (1874-1967) znalazł rozwiązanie próżniowych równań polowych dla naładowanego źródła. Analogiczne rozwiązanie niezależnie od Reissnera podał dwa lata później (1918) Gunnar Nordström (1881-1923) – metryka Reissnera-Nordströma.

1916

Théophile de Donder (1872-1957), w związku z przybliżonym rozwiązaniem równań polowych, podał interpretację dla przyjętych założeń – warunek de Dondera.

1916

Willem de Sitter (1872-1934) zapisał równania pola grawitacyjnego Einsteina w innej postaci. Uogólnił równanie Drosteego z 1914 opisujące pole grawitacyjne masy rozmieszczonej symetrycznie wokół środka układu współrzędnych.

Odkrył efekt geodezyjny (geodetyczny), nazywany też precesją geodezyjną, precesją de Sittera oraz efektem de Sittera.

Efekt geodezyjny został następnie dokładniej zbadany w 1919 i 1922 przez Jana Arnoldusa Schoutena (1883-1971) oraz w 1921 przez Adriaana Daniëla Fokkera (1887-1972).

1916, 1917

Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928) badał związek równań polowych Einsteina z równaniami ruchu.

1917

Albert Einstein zaproponował (8 lutego 1917) równanie pola grawitacyjnego z członem kosmologicznym i w oparciu o nie przedstawił w ramach OTW pierwszy model wszechświata. Praca ta dała początek kosmologii relatywistycznej. [Praca 44]

Willem de Sitter (1872-1934) znalazł (31 marca 1917) rozwiązanie równań pola z członem kosmologicznym opisujące wszechświat bez materii traktowany jako czasoprzestrzeń o stałej krzywiznie.

Moritz Schlick (1882-1936) jako pierwszy poddał Ogólną Teorię Względności analizie filozoficznej.

1917

Pieter Zeeman (1865-1943) potwierdził doświadczalnie z dużą dokładnością (10^{-7}) równość masy inercjalnej i grawitacyjnej.

1917, 1918

Felix Christian Klein (1849-1925) uprościł (1917) metodę wyprowadzania równań pola grawitacyjnego z zasady wariacyjnej. Badał (1918) prawo zachowania pędu i energii w OTW.

Hermann Claus Hugo Weyl (1885-1955) wykazał (1917), że znikanie dywergencji tensora energii-pędu wynika z zasady wariacyjnej. Podał (1917) rozwiązanie próżniowych równań pola statycznego o symetrii osiowej. Sformułował (1918) pierwszą jednolitą teorię pola bazującą na uogólnieniu geometrii Riemanna. Zdefiniował (1918) bardzo przydatny w OTW nowy kowariantny tensor czwartego rzędu, nazywany tensorem krzywizny konforemnej lub tensorem Weyla.

1917, 1918, 1937, 1950

Tullio Levi-Civita (1873-1941) – współtwórca absolutnego rachunku różniczkowego – wprowadził (1917) pojęcie przesunięcia równoległego. Znalazł (1918) statyczne rozwiązanie równań pola posiadającego symetrię osiową. Zajmował się (1937, 1950) relatywistycznym problemem wielu ciał.

1918

Albert Einstein opublikował drugą pracę o falach grawitacyjnych.

[Praca 49]

Amalie Emmy Noether (1882-1935) udowodniła twierdzenie o związku praw zachowania ze współzmienniczością równań ruchu względem ciągłych transformacji (twierdzenie Noether).

1918

Friedrich Kottler (1886-1965) otrzymał rozwiązanie Schwarzschilda bez próżniowych równań polowych Einsteina.

Ludwig Silberstein (1872-1948) uzasadnił, że teoria Einsteina prowadzi do absurdalnej konkluzji, którą Eddington nazwał paradoksem Silbersteina: *Jednorodne ciało może mieć tylko kształt kuli.*

Joseph Lense i Hans Thirring wykazali (1918), na podstawie równań Einsteina, że w polu wirującego źródła przyspieszenie Coriolisa zawiera dodatkowy człon powodujący wkład do precesji orbitalnego momentu pędu swobodnie orbitującej cząstki zależny od prędkości kątowej wirującego ciała źródłowego (precesja Lensego-Thirringa, efekt Lensego-Thirringa, efekt rotacyjny, sprzężenie momentów pędów spinowego i orbitalnego, wleczenie układów inercjalnych).

1918

Hans Adolf Bauer analizował składniki energii pola grawitacyjnego w OTW.

1919

Albert Einstein po raz pierwszy wykorzystał (10 kwietnia 1919) równania pola grawitacyjnego w postaci zaproponowanej przez de Sittera w 1916. Wykazał, że znikanie tożsamościowe dywergencji lewej strony gwarantuje znikanie tożsamościowe dywergencji prawej strony równań pola, co można zapisać w postaci wyrażenia, które w granicznym przypadku szczególnej teorii względności przechodzi w równanie bilansu pędu i energii materii. [\[Praca 53\]](#)

Albert Einstein przedstawił uwagi o okresowych zmianach długości miesiąca księżycowego, dotychczas niewyjaśnionych w ramach mechaniki Newtona. [\[Praca 54\]](#)

1919

Sir Oliver Joseph Lodge (1851-1940) jako pierwszy zaproponował termin soczewka grawitacyjna. Zauważył, że pole grawitacyjne działa na wiązkę fal elektromagnetycznych jak soczewka o wielu ogniskach. Dla promieni, biegnących dalej od źródła pola grawitacyjnego, ogniskowa jest większa.

1919, 1930, 1946

Sir Arthur Stanley Eddington (1882-1944) kierował grupą przeprowadzającą 29 maja 1919 obserwacje zaćmienia Słońca, które potwierdziły przewidziane przez OTW odchylenie promieni świetlnych w polu grawitacyjnym. Udowodnił (1930), że kosmologiczne rozwiązanie Einsteina jest niestabilne. Stworzył (1946) rachunek falowo-tensorowy, próbując połączyć OTW z mechaniką kwantową.

1921

Theodor Franz Eduard Kaluza (1885-1954) sformułował pięciowymiarową jednolitą teorię pola grawitacyjnego i elektromagnetycznego. Teoria Kaluzy została rozwinięta w 1926 przez Oskara Kleina.

Erich Bessel-Hagen (1898-1946) rozszerzył metodę konstrukcji praw zachowania zaproponowaną przez Emmy Noether w 1918.

Wolfgang Pauli (1900-1958) opublikował 246 stronicową monografię na temat teorii względności, zamieszczając ją w Encyklopedii Nauk Matematycznych.

August Adalbert Kopff (1882-1960) badał problem obrotu w teorii względności.

1922

Paul Gruner (1869-1957) podał graficzny opis Szczególnej Teorii Względności w czterowymiarowej czasoprzestrzeni.

Rudolf Bach przedstawił statyczne rozwiązanie posiadające symetrię osiową.

1922, 1923

Marcel Louis Brillouin (1854-1948) badał osobliwości w próżniowym rozwiązaniu Schwarzschilda.

1922, 1924

Aleksandr Aleksandrowicz Friedman (1888-1925) znalazł (1922 oraz 1924) niestacjonarne rozwiązanie równań polowych Einsteina dla izotropowego i jednorodnego rozkładu masy, opisujące rozszerzający się wszechświat o zmiennej w czasie krzywiznie przestrzennej.

W 1929 roku teoria Friedmana została potwierdzona odkryciem ucieczki galaktyk przez Edwina Powella Hubble'a (1889-1953).

1923

George David Birkhoff (1884-1944) udowodnił, że rozwiązanie Schwarzschilda próżniowych równań polowych jest jedynym rozwiązaniem odpowiadającym centralnie symetrycznemu rozkładowi źródłowych mas.

1923-1925

Heinrich Wilhelm Brinkmann badał (1923-1925) przestrzenie Riemanna konforemne z przestrzeniami Einsteina.

1924

Constantin Carathéodory (1873-1950) sformułował aksjomatykę Szczególnej Teorii Względności.

1924

Maurice Lecat (1884-1951) podał bibliografię Teorii Względności zawierającą około 4000 pozycji.

1925

George Eugene Uhlenbeck (1900-1988) i Samuel Abraham Goudsmit (1902-1978) zaproponowali, że elektron posiada moment pędu (spin).

1925, 1927

Georges Lemaître (1894-1966) wykazał (1925), że w modelu de Sittera przestrzeń ulega ekspansji. Niezależnie od A. Friedmana podał pięć lat później (1927) rozwiązanie równań polowych Einsteina opisujące rozszerzający się wszechświat.

1926

Oscar Benjamin Klein (1894-1977) rozwinął pięciowymiarową teorię Kaluzy, unifikującą pola grawitacyjne i elektromagnetyczne, zapisując (28 kwietnia 1926) równanie Schrödingera w kowariantnej postaci w pięciowymiarowej przestrzeni Kaluzy (równanie Kleina).

Władimir Aleksandrowicz Fock (1898-1974), niezależnie od Oskara Kleina, zapisał (30 czerwca 1926) równanie Schrödingera w kowariantnej postaci w pięciowymiarowej przestrzeni Kaluzy dla cząstek o spinie równym zeru (bez spinu) – (równanie Kleina-Focka).

Harlow Shapley (1885-1972) i Adelaide Ames (????-1932) zaproponowali nazwę **gromada** dla skupiska jasnych spiralnych mgławic. Gromady składają się z mgławic, mgławice – z galaktyk, galaktyki – z gwiazd.

1926

Llewellyn Hilleth Thomas (1903-1992) wykazał, że podczas obiegu elektronu po orbicie wokół jądra, oś obrotu elektronu ulega precesji (precesja Thomasa).

1926, 1927

Carl T. Chase powtórzył (1926, 1927) doświadczenie Troutona-Noble'a, zwiększając dokładność pomiarów.

1926, 1927, 1929, 1930

Heinrich Mandel (ur. 1898) badał (1926, 1927, 1929) pięciowymiarową teorię Kaluzy unifikującą grawitację i elektromagnetyzm. Podał (1929, 1930) równanie Diraca w pięciowymiarowej przestrzeni Kaluzy.

1927

Albert Einstein analizował teorię Kaluzy. [Praca 83] [Praca 84]

Albert Einstein i Jakob Grommer (1881-1933) zainicjowali badania nad problemem równań ruchu w ogólnej teorii względności.

[Praca 85]

1928

Richard Chase Tolman (1881-1948) stworzył termodynamikę relatywistyczną.

Paul Adrien Maurice Dirac (1902-1984) podał relatywistyczne równanie falowe. Przewidział istnienie antyelektronu.

1928, 1929, 1933

Howard Percy Robertson (1903-1961) wykazał (1928) niezależnie od Lemaître, że w modelu de Sittera przestrzeń ulega ekspansji. Zapisał (1929) oba kosmologiczne rozwiązania Friedmana w postaci jednego wyrażenia, bywa ono nazywane metryką F-L-R-W (Friedmana-Lemaître'a-Robertsona-Walkera). Dokonał (1933) twórczego przeglądu osiągnięć kosmologii relatywistycznej w latach 1917-1932.

1929

Edwin Powell Hubble (1889-1953) odkrył oddalanie się (ucieczkę) galaktyk z radialną prędkością o wartości wprost proporcjonalnej do ich odległości od nas, porównując dopplerowskie przesunięcia ku czerwieni linii spektralnych światła pochodzącego z galaktyk i ich odległości. Obserwacje Hubble'a stały się podstawą teorii Wielkiego Wybuchu oraz potwierdzały poprawność rozwiązań Friedmana równań polowych Einsteina opisujących rozszerzający się wszechświat.

1929

Władimir Aleksandrowicz Fock (1898-1974) i Dymitr Dymitrowicz Iwanienko (1904-1994) uogólnili równanie Diraca na przypadek pola grawitacyjnego, opracowali teorię równoległego przeniesienia spinorów.

Erwin Freundlich (1885-1964), Harald von Klüber (1901-1978) i Albert von Brunn (1880-1940) dokonali na Sumatrze obserwacji zaćmienia Słońca 9 maja 1929. Zmierzona wartość kąta ugięcia była większa niż wynikająca z OTW Einsteina.

1930

Dymitr Dymitrowicz Iwanienko (1904-1994) i W. A. Ambarcumian rozwinęli teorię dyskretnej czasoprzestrzeni.

1930

Léon Rosenfeld (1904-1974) usiłował dokonać skwantowania grawitacji.

Banesh Hoffmann (1906-1986) badał rzutową teorię względności, poczynając od 1930.

1930-1932

Albert Einstein i Walter Mayer (1887-1948) podjęli (1930-1932) próbę stworzenia pięciowymiarowych teorii unifikujących grawitację i elektromagnetyzm.

1931

Edmund Taylor Whittaker (1873-1956) podał definicję odległości przestrzennej w zakrzywionej czasoprzestrzeni.

1931

Subrahmayan Chandrasekhar (1910-1995) wykazał, że białe karły są stabilne tylko wtedy, gdy ich masa jest mniejsza niż $1,822 \cdot 10^{30}$ kg, czyli 0,91 masy Słońca.

1931, 1932

Otto Hermann Leopold Heckmann (1901-1983) uogólnił (1931) kosmologiczne równania Friedmana i Lemaître. A następnie poddał (1932) je dokładnej analizie. Friedman przyjął tensor energii-pędu dla pyłu bezciśnieniowego, a Heckmann podobnie jak Lemaître – dla cieczy doskonałej.

1932

Lew Dawidowicz Landau (1908-1968) wyznaczył w przypadku relatywistycznym graniczną [nieprzekraczalną] masę gwiazdy, będącej kulą gazu Fermiego, gwarantującą jej stabilność. Masa graniczna wynosi $2,8 \cdot 10^{30}$ kg, czyli 1,5 masy Słońca.

1932

Roy J. Kennedy and Edward M. Thorndike powtórzyli doświadczenie Michelsona-Morleya, posługując się interferometrem o różnych długościach ramion.

Harlow Shapley (1885-1972) i Adelaide Ames (????-1932) opublikowali katalog jasności galaktyk.

Thomas Lewis (1856-1927) znalazł rozwiązanie równań polowych Einsteina dla osiowo symetrycznego pola grawitacyjnego.

Richard Chase Tolman (1881-1948) i Morgan Ward (1901-1963) zbadali oscylacyjny model wszechświata, w którym zachodzą procesy nieodwracalne.

1933

Fritz Zwicky (1898-1974), jako jeden z pierwszych, podał “dowody” obserwacyjne na istnienie ciemnej materii.

Leopold Infeld (1898-1968) i Bartel L. van der Waerden wykorzystali rachunek spinorowy do opisu oddziaływania pola grawitacyjnego na wirujące cząstki.

Arthur Geoffrey Walker (1909-2001) dokonał analizy pojęcia odległości przestrzennej w OTW.

Edward Arthur Milne (1896-1950) sformułował zasadę kosmologiczną: “Wszechświat jest taki sam, gdziekolwiek go obserwujemy”. Stworzył kinematyczną teorię względności.

1934

Wilhelm Heinrich Walter Baade (1893-1960) i Fritz Zwicky (1898-1974) wysunęli hipotezę, że supernowe mogą wytwarzać promieniowanie kosmiczne i gwiazdy neutronowe.

Sir William Hunter Mc Crea (1904-1998) i Edward Arthur Milne (1896-1950) wyprowadzili w ramach teorii Newtona równania Friedmana opisujące rozszerzający się wszechświat. Stworzyli podstawy kosmologii neonewtonowskiej.

Paweł Aleksiejewicz Czerenkow (1904-1990) odkrył promieniowanie, zwane promieniowaniem Czerenkowa, emitowane przez elektrony poruszające się w danym ośrodku z prędkością o wartości większej od wartości fazowej prędkości światła.

1934

David van Dantzig (1900-1959) przedstawił równania Maxwella w postaci ogólnie kowariantnej (metric-free electrodynamics).

Alexander Oliver Rankine (1881-1956) przeprowadził analizę błędów pomiarowych w doświadczeniu Eötvösa.

R. N. Sen badał stabilność modeli kosmologicznych.

1934, 1935, 1937

Arthur Geoffrey Walker (1909-2001) przyczynił się do rozwoju Kinematycznej Teorii Względności Milne'a.

1935

Albert Einstein i Nathan Rosen (1909-1995) analizowali problem cząstki w Ogólnej Teorii Względności. [\[Praca 113\]](#)

1935

Otto Halpern (1899-1982) udowodnił twierdzenie, że każda fala, opisywana symetrycznym tensorem energii-pędu drugiego rzędu, rozchodzi się z prędkością światła, pod warunkiem, że czterowymiarowa dywergencja oraz suma składowych diagonalnych tego tensora są równe zeru. Twierdzenie to zilustrował na przykładzie dwóch różnych wyrażen dla tensora energii-pędu pola elektromagnetycznego w ośrodku danych przez Minkowskiego i Abrahama.

1936

Albert Einstein i Nathan Rosen (1909-1995) dyskutowali problem dwóch ciał w Ogólnej Teorii Względności. [[Praca 114](#)]

Albert Einstein zwrócił uwagę na soczewko-podobne działanie gwiazdy przy odchyłaniu światła w polu grawitacyjnym. [[Praca 115](#)]

1936

Arthur Geoffrey Walker (1909-2001) niezależnie od H. P. Robertsona, ale siedem lat później, uogólnił wzory dotyczące metryki czasoprzestrzeni zawarte w obu kosmologicznych pracach Friedmana, zapisując je w postaci jednego wyrażenia, zwanego metryką Robertson-Walkera.

1937

Albert Einstein i Nathan Rosen (1909-1995) podali rozwiązanie równań pola dla cylindrycznych fal grawitacyjnych. [[Praca 116](#)]

Ilja Michajłowicz Frank (1908-1990) i Igor Jewgieniewicz Tamm (1895-1971) przedstawili teorię promieniowania Czerenkowa.

1937

Paul Adrien Maurice Dirac (1902-1984) sformułował hipotezę, że uniwersalne stałe fizyczne są funkcjami czasu. W szczególności stała grawitacji wg Diraca maleje odwrotnie proporcjonalnie do wieku wszechświata.

Myron Mathisson (1897-1940) analizował w ramach OTW równania ruchu cząstki posiadającej moment pędu (spin).

John Lighton Synge (1897-1995) rozwinął mechanikę relatywistyczną ośrodków ciągłych (relatywistyczną hydrodynamikę).

Fritz Zwicky (1898-1974) rozważał możliwość spełniania przez mgławice roli soczewek grawitacyjnych.

1937

Gawrił Adrianowicz Tichow (1875-1960) badał soczewkowanie grawitacyjne.

Howard Percy Robertson (1903-1961) podał relatywistyczny opis efektu Poyntinga (efekt Poyntinga-Robertsona).

1938

Albert Einstein, Leopold Infeld (1898-1968) i Banesh Hoffmann (1906-1986) opracowali aproksymacyjną metodę badania ruchu ciężkich ciał w ramach ogólnej teorii względności, nazywaną metodą EIH (Einsteina-Infelda-Hoffmanna). [\[Praca 117\]](#)

Albert Einstein i Peter Gabriel Bergmann (1915-2002) uogólnili pięciowymiarową teorię Kaluzy. [\[Praca 118\]](#)

1938

Fritz Zwicky (1898-1974) sugerował wykorzystanie wewnętrznego rozwiązania Schwarzschilda jako modelu kolapsującej gwiazdy neutronowej.

Herbert Eugene Ives (1882-1953) i C. R. Stilwell potwierdzili doświadczalnie relatywistyczny efekt Dopplera (eksperyment Ivesa-Stilwella).

1939

J. Robert Oppenheimer (1904-1967) i George Michael Volkoff (1914-2000) podali model sferycznie symetrycznej, statycznej gwiazdy neutronowej.

1939

J. Robert Oppenheimer (1904-1967) i Hartland Snyder (1913-1962) wykazali, wykorzystując równania polowe Einsteina, że po wyczerpaniu się wszystkich termojądrowych źródeł energii, dostatecznie masywna gwiazda powinna ciągle się kurczyć. Zjawisko to nazywane jest grawitacyjnym zapadaniem.

Richard Chase Tolman (1881-1948) podał pięć nowych statycznych rozwiązań równań polowych Einsteina dla kuli z cieczy.

Hans Albrecht Bethe (1906-2005) w maksymalnym stopniu wykorzystał prawo równoważności masy i energii do wyjaśnienia procesów energetycznych zachodzących w gwiazdach.

Gerald Maurice Clemence (1908-1974) dyskutował, poczynając od 1939, problemy związane z pomiarem czasu.

1939, 1941

Władimir Aleksandrowicz Fock (1898-1974), niezależnie od Einsteina i współpracowników, wyprowadził (1939) z równań pola przybliżone równania ruchu dla ciał rozciągniętych o symetrii sferycznej. Wyznaczył (1941) 10 całek ruchu środka masy dwóch ciał w OTW.

1940

Carl Henry Eckart (1902-1973) przedstawił relatywistyczną teorię prostych cieczy.

Philip Russell Wallace (1915-2006) badał relatywistyczne równania ruchu w elektrodynamice.

1946

Evgenij Michajłowicz Lifszic (1915-1985) sformułował (1946) teorię niestabilności w rozszerzającym się wszechświecie. Znalazł (1970-1972) wspólnie z Bielińskim i Chałatnikowem ogólne kosmologiczne rozwiązanie równań Einsteina z osobliwością w czasie.

1946, 1948

George Gamow (1904-1968) sformułował (1946) hipotezę, że wszechświat wiruje wokół środka jego masy. Był jednym z twórców teorii Wielkiego Wybuchu. Badał (1946) wczesne stadium ewolucji wszechświata. Przedstawił (1946, 1948) hipotezę o pochodzeniu pierwiastków oraz ich ilościowym rozkładzie. Postulował, że przed wielkim wybuchem wszechświat wypełniony był wysoko energetycznymi fotonami, a materia składała się z neutronów oraz z produktów ich rozpadu, czyli protonów, elektronów i antyneutrin.

1948

George Gamow (1904-1968) przewidział istnienie mikrofalowego promieniowania tła, szacując jego temperaturę na ok. 25 K.

1947

Hartland Snyder (1913-1962) przedstawił schemat relatywistycznego kwantowania czasoprzestrzeni.

Chen-Ning Yang (ur. 1922) podjął próbę skwantowania czasoprzestrzeni.

Jan Weyssenhoff (1889-1972) i Antoni Raabe (????-1942) opracowali teorię relatywistycznych cząstek i cieczy spinowych (Weyssenhoff fluid).

1947

[Ernst] Pascual Jordan (1902-1980) sformułował rzutową teorię względności.

Bronisław Edward Średniawa (ur. 1917) podał relatywistyczne równania ruchu swobodnej cząstki dipolowej i kwadrupolowej.

1947, 1949

Gerald Maurice Clemence (1908-1974) badał efekty relatywistyczne w ruchu planet.

1948

Georges Lemaître (1894-1966) zaproponował hipotezę dotyczącą kreacji wszechświata. Postulował istnienie korpuskularnego “promieniowania resztkowego”. Zwrócił uwagę na rolę niestabilności grawitacyjnej w powstaniu galaktyk i gromad galaktyk.

1948

Ralph Asher Alpher (1921-2007), jako pierwszy, sformułował w swojej dysertacji doktorskiej hipotezę dotyczącą powstania wszechświata w wyniku eksplozji. Hoyle nazwał żartobliwie ten pomysł teorią **Wielkiego Wybuchu**.

Ralph Asher Alpher (1921-2007) i Robert C. Herman (1914-1997) oszacowali obecną temperaturę mikrofalowego promieniowania tła na około 5 K.

Herman Bondi (1919-2005) i Thomas Gold (1920-2004) przedstawili model stanu stacjonarnego wszechświata oparty o idealną zasadę kosmologiczną, głoszącą, że własności wszechświata nie zależą od położenia obserwatora i od czasu dokonywania obserwacji, oraz założenie o ciągłym tworzeniu się materii (teoria Bondiego-Golda).

1948

Fred Hoyle (1915-2001) opracował wersję teorii stanu stacjonarnego wszechświata bazującą na modyfikacji równań polowych OTW. Modyfikacja ta polegała na dodaniu do lewej strony równań pola C-członu opisującego kreację materii, aby wytłumaczyć ekspansję. Zaproponował, w jednej z prowadzonych przez niego pogadank radioowych, żartobliwą nazwę **Wielki Wybuch** dla konkurencyjnej teorii.

Hendrik Brugt Gerhard Casimir (1909-2000) przewidział zjawisko polegające na przyciąganiu się dwóch nienaładowanych zwierciadeł metalowych znajdujących się bardzo blisko siebie w próżni (efekt Casimira, siła Casimira). Siła ta została wyznaczona doświadczalnie 10 lat później. W ramach kwantowej grawitacji została sformułowana hipoteza, że grawitacja jest długo zasięgową siłą Casimira.

1948, 1952, 1955, 1958, 1959

Madge Gertrude Adam (1912-2001), poczynając od 1948, badała Einsteińskie przesunięcie grawitacyjne słonecznych linii widmowych, publikując wyniki w latach 1948, 1952, 1955, 1958 oraz 1959.

1949

Conrad Lee Longmire (1921-2010) badał wpływ efektów relatywistycznych na spektrum promieniowania beta.

Matthew Fontaine Maury Osborne (1917-2003) podał ograniczenia, jakie nakłada fizyka kwantowa na Ogólną Teorię Względności.

1949, 1952

Kurt Gödel (1906-1978) znalazł rozwiązania równań pola (z członem kosmologicznym różnym od zera) opisujące modele wszechświata o stałym promieniu przestrzennym, w którym materia wiruje wokół osi przechodzącej przez środek masy.

1950

Chushiro Hayashi (ur. 1920) wskazał na błędy w teorii α - β - γ .

1950, 1951

Hidekazu Nariai (ur. 1924) podał nowe rozwiązania równań polowych Einsteina.

1951

Abraham Haskel Taub (1911-1999) wykorzystał typy Bianchiego do klasyfikacji przestrzennie jednorodnych kosmologicznych rozwiązań równań pola grawitacyjnego Einsteina.

1952

Richard Paul Durbin, Howard Hunt Loar oraz William Westerfield Havens (1920-2004) potwierdzili doświadczalnie dylatację czasu, wyznaczając średni czas życia mezonów π^+ i π^- .

1953

Ralph Asher Alpher (1921-2007), James W. Follin i Robert C. Herman (1914-1997) opisali warunki fizyczne panujące we wczesnych etapach rozszerzającego się wszechświata.

Dennis William Sciama (1926-1999) sformułował teorię grawitacji bazującą na zasadzie Macha (Postać lokalnych praw fizyki jest następstwem stanu całego wszechświata.).

1954

Wilhelm Heinrich Walter Baade (1893-1960) i Rudolph Leo Bernhard Minkowski (1895-1976) dokonali optycznej identyfikacji radioźródeł, takich jak Cygnus A, Virgo A (M87), Perseus A (NGC 1275) oraz Centaurus A (NGC 5128).

David Marion Chase wyprowadził równania ruchu Lorentza dla naładowanej cząstki próbnej z równań pola Ogólnej Teorii Względności.

John Forbes Nash (ur. 1928) wykazał, że można izomerycznie zanurzyć n -wymiarową rozmaitość Riemanna w euklidesowej przestrzeni $(2n+1)$ wymiarowej.

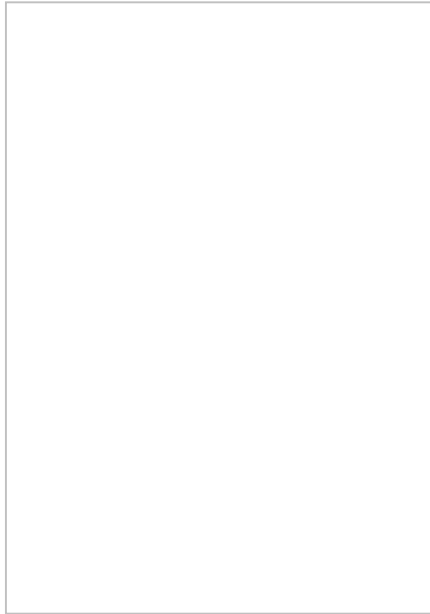
1954

Aleksiej Zinowiewicz Pietrow (1910-1972) pokazał, że istnieją trzy i tylko trzy rodzaje pól grawitacyjnych w próżni (trzy typy Pietrowa). Podział ten wynika z własności tensora krzywizny konforemnej Weyla. Sklasyfikował również pola grawitacyjne według grup ciągłych przekształceń Liego (grup ruchów, grup przekształceń konforemnych, grup przekształceń rzutowych).

Chen Ning Yang (ur. 1922) i Robert L. Mills (1927-1999) zainicjowali rozwój teorii z cechowaniem.

Notki biograficzne *

*Numeracja prac Einsteina pochodzi z:
Z. Osiak: *Giganci Teorii Względności*. Self Publishing (2012).



angielska astronom (solar astronomer)

1912 - Urodziła się 6 Marca koło Highbury (północny Londyn).

1931/35 - Studiowała w St Hugh's College w Oxfordzie.

1935 - Rozpoczęła pracę w Oxford University Observatory, zajmując się instalacją pierwszego teleskopu słonecznego.

1937 - Została asystentem badawczym w obserwatorium oraz asystentem (assistant tutor) w St Hugh's College.

2001 - Zmarła 25 sierpnia.

Wybrane wyniki

- Poczynając od 1948 badała einsteinowskie przesunięcie grawitacyjne słonecznych linii widmowych, publikując wyniki w latach 1948, 1952, 1955, 1958 oraz 1959.

Ciekawostki

- Madge Gertrude Adam była podczas studiów jedyną kobietą na roku.

•M. G. Adam: *Interferometric Measurements of Solar Wave-lengths and an investigation of the Einstein Gravitational Displacement*. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **108** (1948) 446-464.

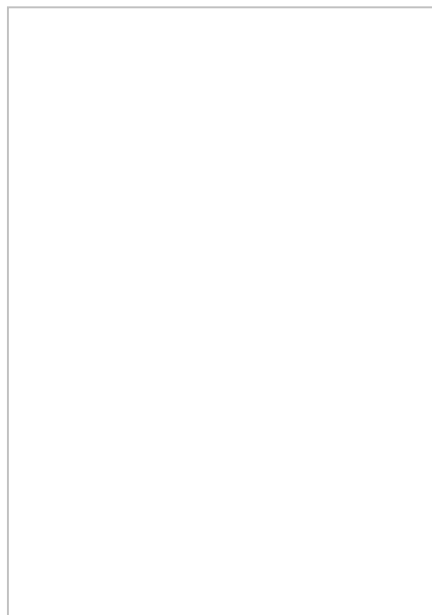
•M. G. Adam: *Interferometric measurements of wave-lengths. I. Development of the method of channels and its application at 5080 A and 6020 A*. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **112** (1952) 546-569.

•M. G. Adam: *Interferometric measurements of wave-lengths. II. Measurements at 6500 A and a general discussion of the solar red shift*. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **115** (1955) 405-421.

•M. G. Adam: *Interferometric measurements of wave-lengths. III. A note on observational technique in the method of circular channels*. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **115** (1955) 422-426.

•M. G. Adam, S. Nichols: *Interferometric measurements of wave-lengths. IV. The accuracy of measured wave-lengths*. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **118** (1958) 97-105.

•M. G. Adam: *Interferometric measurements of wave-lengths. V. The radial current interpretation of solar red shifts*. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **118** (1958) 106-116.



amerykański astronom

1893 - Urodził się 24 marca w Schröttinghausen w Westfalii.

- Studiował na uniwersytetach w Münster i Getyndze.

1919/31 - Pracował w Hamburskim Obserwatorium.

1921 - Doktoryzował się na Uniwersytecie

Getyńskim.

1931 - Wyjechał do Ameryki.

1931/58 - Pracował w obserwatoriach Mount Wilson i Palomar.

1958 - Przeszedł na emeryturę.

1960 - Zmarł 25 czerwca w Bad Salzuflen w Westfalii.

Wybrane wyniki

- Baade i Fritz Zwicky zaproponowali (1934) nazwy *common novae* oraz *super-novae*. Autorzy wysunęli hipotezę, że supernowe mogą wytwarzać promieniowanie kosmiczne i gwiazdy neutronowe.
- Baade i Rudolph Minkowski dokonali (1954) optycznej identyfikacji radio-źródeł takich, jak Cygnus A, Virgo A (M87), Perseus A (NGC 1275) oraz Centaurus A (NGC 5128).
- Badał (1958) problemy związane z wyznaczaniem odległości galaktyk.

• W. Baade and F. Zwicky: *On Super-novae*.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **20**, 5 (1934) 254-259.

• W. Baade and F. Zwicky: *Cosmic Rays from Super-novae*.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **20**, 5 (1934) 259-263.

• W. Baade and F. Zwicky: *Remarks on Super-Novae and Cosmic Rays*. Physical Review **46**, 1 (07/1934) 76-77.

• W. Baade and R. Minkowski: *Identification of the Radio Sources in Cassiopeia, Cygnus A, and Puppis A*.

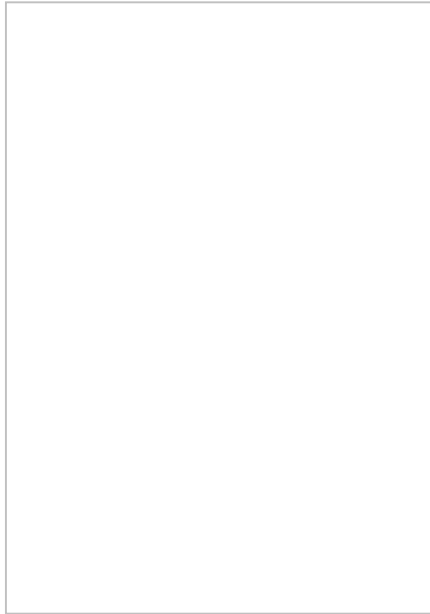
Astrophysical Journal **119** (1954) 206-214.

• W. Baade and R. Minkowski: *On the Identification of the Radio Sources*. Astrophysical Journal **119** (1954) 215-231.

• W. Baade: *Problems in the Determination of the Distances of Galaxies*. Astronomical Journal **63** (1958) 207-210.

Ciekawostki

- Baade odkrył asteroidy Hidalgo w 1920 oraz Icarus w 1948. Jako niemiecki emigrant był zwolniony w czasie wojny ze służby wojskowej. Umożliwiło mu to prowadzenie dokładnych obserwacji astronomicznych w zaciemnionym Los Angeles ze względu na groźbę nalotów.



amerykański matematyk

1908 - Urodził się 6 kwietnia w Berlinie.

- Studiował na uniwersytecie w Berlinie.

- Przeniósł się do Szwajcarii.

- Kontynuował studia na uniwersytecie w Zurychu.

1936 - Doktoryzował się na uniwersytecie w Zurychu.

- Wyemigrował do USA.

1937/46 - Pracował w Instytucie Studiów Zaawansowanych w Princeton.

- Otrzymał tytuł profesora uniwersytetu w Pittsburghu.

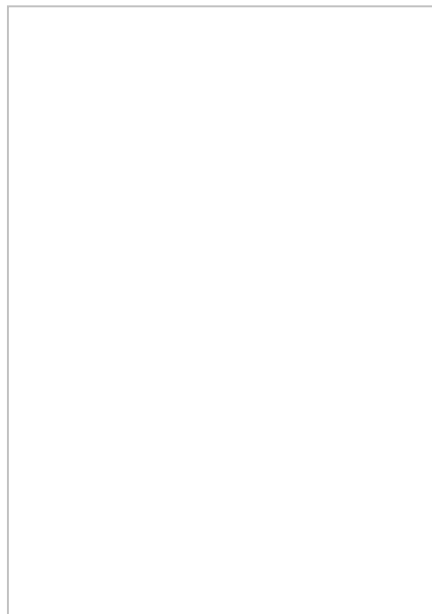
- Był profesorem fizyki matematycznej na Uniwersytecie Princeton.

1989 - Zmarł 20 lipca w Princeton.

Wybrane wyniki

- Opublikował wspólnie z Einsteinem dwie prace: o pięciowymiarowej reprezentacji grawitacji i elektryczności (1941) oraz o polach biwektorowych (1943).

- A. Einstein, V. Bargmann and P. Bergmann: *On Five-dimensional Representation of Gravitation and Electricity*. Theodore von Kármán Anniversary Volume, Pasadena, California Institute of Technology (1941) 212-225. [Praca 121]
O pięciowymiarowej reprezentacji grawitacji i elektryczności.
- A. Einstein, V. Bargmann: *Bivector Fields. I*. Annals of Mathematics **45** (1944) 1-14. [Praca 124]
Pola biwektorowe. I.



francuski fizyk teoretyk

1911 - Urodził się 6 listopada w Paryżu.

1943 - Doktoryzował się w Instytucie Henriego Poincarégo.

2007 - Zmarł 5 lutego w Poitiers.

Olivier Costa de Beauregard związany był z:

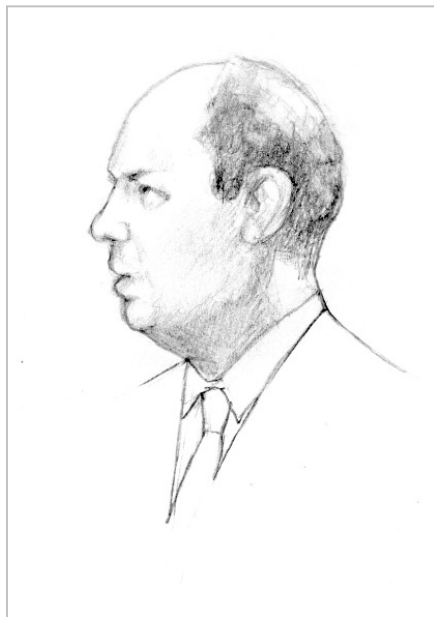
- Instytutem Henriego Poincarégo
- Uniwersytetem Paryskim VI-VII, gdzie był dyrektorem naukowym CNRS (Centre national de la recherche scientifique)
- Fundacją Louisa de Broglie'a

Wybrana tematyka badawcza

- Hydrodynamika relatywistyczna
- Termodynamika relatywistyczna
- Cząstki ze spinem w OTW
- Kwantyzacja grawitacji riemannowskiej

Ciekawostki

- Olivier Costa de Beauregard posiadał tytuł barona (markiza).



amerykański fizyk teoretyk

1915 - Urodził się 24 marca w Berlinie.

1936 - Doktoryzował się u P. Franka w Pradze.

1936/41 - Współpracował z Einsteinem w Instytucie Studiów Zaawansowanych w Princeton, zajmując się teorią Kaluzy.

1941/44 - Nauczał w Black Mountain College oraz w Lehigh University.

1944/47 - Związany był z Columbia University oraz Woods Hole Oceanographic Institution, prowadził tam badania na potrzeby wojska.

1947 - Rozpoczął pracę na Syracuse University, gdzie zainicjował studia nad kwantową teorią grawitacji.

1982 - Przeszedł na emeryturę.

2002 - Zmarł 19 października w Seattle.

Ciekawostki

- Tuż przed śmiercią dowiedział się, że otrzyma razem z Johnem Wheelerem Nagrodę Einsteina (2003) za pionierskie badania w OTW, dotyczące promieniowania grawitacyjnego, kwantowej grawitacji, czarnych dziur, symetrii w równaniach Einsteina oraz przewodzenie i dostarczanie inspiracji generacjom badaczy OTW.

Wybrane wyniki

- A. Einstein i P. Bergmann uogólnili (1938, 1941) pięciowymiarową teorię Kaluzy.

• A. Einstein, P. Bergmann: *Generalisation of Kaluza's Theory of Electricity*.

Annals of Mathematics **39** (1938) 683-701. [Praca 118]

Uogólnienie teorii elektryczności Kaluzy.

• A. Einstein, V. Bargmann, P. Bergmann: *On Five-dimensional Representation of Gravitation and Electricity*.

Theodore von Kármán Anniversary Volume, Pasadena, California Institute of Technology (1941) 212-225. [Praca 121]

O pięciowymiarowej reprezentacji grawitacji i elektryczności.

włoski fizyk

Profesor Bruno Bertotti pracuje w Departamencie Fizyki Jądrowej i Teoretycznej na uniwersytecie w Pawii.

Ciekawostki

- Bruno Bertotti jest głównym badaczem, odpowiedzialnym za detekcję fal grawitacyjnych w ramach misji Ulysses.

Wybrana tematyka badawcza

- Problem dwóch ciał w OTW
- Równania ruchu w polu grawitacyjnym i zasada Hamiltona
- Teoria pomiarów w OTW
- Detekcja fal grawitacyjnych
- Gwiazdy neutronowe i pulsary
- Silna zasada równoważności
- Testy OTW
- Misja Ulysses
- Teoria efektu Dopplera w poruszającym się ośrodku

Wybrane wyniki

- Podał (1959) rozwiązanie równań polowych Einsteina dla jednorodnego pola magnetycznego (metryka Bertottiego-Robinsona).
- B. Bertotti, L. Iess i P. Tortora przeprowadzili (2003) test OTW, w którym wykorzystali połączenie radiowe Ziemi ze statkiem kosmicznym Cassini. Pomiarów dokonano, gdy między Ziemią i Cassini znajdowało się Słońce. Odchylenie fal radiowych i zmianę ich częstotliwości przez Słońce na trasie Ziemia-Cassini-Ziemia zmierzono z dużą dokładnością. Wyniki potwierdziły przewidywania wynikające z OTW.

• B. Bertotti: *Structure of the Electromagnetic Field*.
Physical Review **115**, 3 (1 August 1959) 742-745.

• B. Bertotti: *Uniform Electromagnetic Field in the Theory of General Relativity*.
Physical Review **116**, 5 (1 December 1959) 1331-1333.

• B. Bertotti, L. Iess i P. Tortora: *A test of general relativity using radio links with the Cassini spacecraft*.
Nature **425**, 6956 (25 September 2003) 374-376.
Test ogólnej teorii względności wykorzystujący połączenie radiowe ze statkiem kosmicznym Cassini.

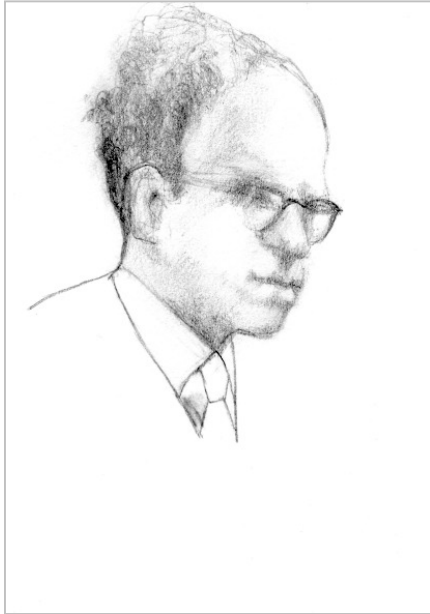
Tytuły wybranych prac, których autorem lub współautorem jest Bruno Bertotti

Artykuły

- *On the Two-Body Problem in General Relativity*. 1954.
- *Gravitational Motion and Hamilton's Principle*. 1956.
- *Structure of the Electromagnetic Field*. 1959.
- *Uniform Electromagnetic Field in the Theory of General Relativity*. 1959.
- *The Theory of Measurement in General Relativity*. 1962.
- *Rotating Neutron Stars and Pulsar Emission*. 1969.
- *Radio, Optical and X-Ray Emission from Pulsars*. 1970.
- *Detection of Gravitational Waves*. 1971.
- *Is the Solar System Gravitationally Closed?* 1973.
- *Sensitivity of the heterodyne gravitational wave detector*. 1976.
- *Effects of gravitational radiation upon electromagnetic waves in a dispersive medium*. 1977.
- *Relativistic effects on time scales and signal transmission*. 1979.
- *The prospects of detecting gravitational background radiation by Doppler tracking interplanetary spacecraft*. 1980.
- *New test of general relativity - Measurement of de Sitter geodetic precession rate for Lunar perigee*. 1987.
- *The strong equivalence principle*. 1990.
- *The gravitational wave experiment*. 1992.
- *Search for gravitational wave trains with the spacecraft ULYSSES*. 1995.
- *On the Theory of the Doppler Effect in a Moving Medium*. 1998.
- *Gravitational waves from coalescing binaries and doppler experiments*. 1999.
- *The Cassini gravitational wave experiment*. 2003.
- *A test of general relativity using radio links with the Cassini spacecraft*. 2003.

Książki

- *Contributed Papers: 10th International Conference on General Relativity and Gravitation: Padova, 4-9 July 1983*. 1983.
- *Physics of the Earth and the Solar System: Dynamics and Evolution, Space Navigation, Space-Time Structure*. 1990.



brytyjski kosmolog i matematyk
urodzony w Austrii

1919 - Urodził się 1 listopada w Wiedniu.
- Studiował matematykę w Trinity
College w Cambridge.

1943/49 oraz 1952/54 - Był pracownikiem
naukowym (fellow) w Trinity College
w Cambridge.

1947 - Otrzymał obywatelstwo brytyjskie.

1948/54 - Był wykładowcą matematyki na Uniwersytecie Cambridge.

1954/71 - Był profesorem matematyki w King's College w Londynie.

1971/84 - Był profesorem tytularnym.

1973 - Otrzymał tytuł szlachecki.

1985 - Przeszedł na emeryturę.

2005 - Zmarł 10 września w Cambridge.

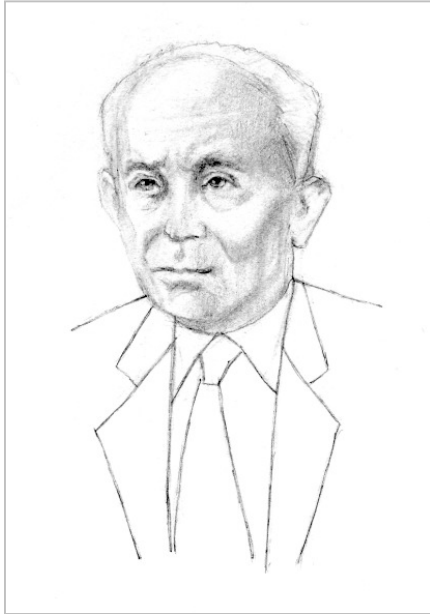
Wybrane wyniki

- H. Bondi i T. Gold zaproponowali (1948) model stanu stacjonarnego rozszerzającego się wszechświata oparty o idealną zasadę kosmologiczną, głoszącą, że własności wszechświata nie zależą od położenia obserwatora i od czasu dokonywania obserwacji, oraz założenie o ciągłym tworzeniu się materii (teoria Bondiego-Golda).
- Opublikował cykl 16 prac poświęconych falom grawitacyjnym.

Komentarz

- Hipotezę stanu stacjonarnego Bondiego-Golda możnaby nazwać teorią ciągle zachodzących Mikro Wybuchów. Została ona wyparta przez teorię jednego Wielkiego Wybuchu.

• H. Bondi and T. Gold: *The Steady-State Theory of the Expanding Universe*.
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **108** (1948) 252-270.
Teoria stanu stacjonarnego rozszerzającego się wszechświata.



niemiecko-brytyjski fizyk teoretyk
laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1954

1882 - Urodził się 11 grudnia we Wrocławiu.

1901/04 - Studiował na uniwersytetach
we Wrocławiu, Heidelbergu, Zurychu oraz
Getyndze.

1907 - Doktoryzował się na uniwersytecie
w Getyndze.

1912 - Na zaproszenie Michelsona wygłosił wykład o teorii
względności na uniwersytecie w Chicago.

1915 - Został profesorem nadzwyczajnym w Berlinie.

1921 - Został profesorem fizyki w Getyndze.

1933 - Osiedlił się w Wielkiej Brytanii.

1936 - Został profesorem filozofii naturalnej na uniwersytecie
w Edynburgu.

1953 - Przeszedł na emeryturę.

1954 - Powrócił do Niemiec.

1954 - Otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki “za fundamentalne badania w mechanice kwantowej, szczególnie za statystyczną interpretację funkcji falowej”.

1970 - Zmarł 5 stycznia w Getyndze.

Wybrane wyniki

- Rozwinął (1909-1910) relatywistyczną teorię bryły sztywnej.
- Jest autorem ciekawej książki o teorii względności.

Ciekawostki

- Max Born jest znany przede wszystkim jako autor statystycznej interpretacji funkcji falowej (1926).

• Max Born: *Die Theorie des starren Elektrons in der Kinematik des Relativitätsprinzips*.
Annalen der Physik **30**, 11 (1909) 1-56. [Dem Andenken Hermann Minkowskis gewidmet]
Teoria sztywnych elektronów w kinematyce relatywistycznej. [Pamięci Hermana Minkowskiego]

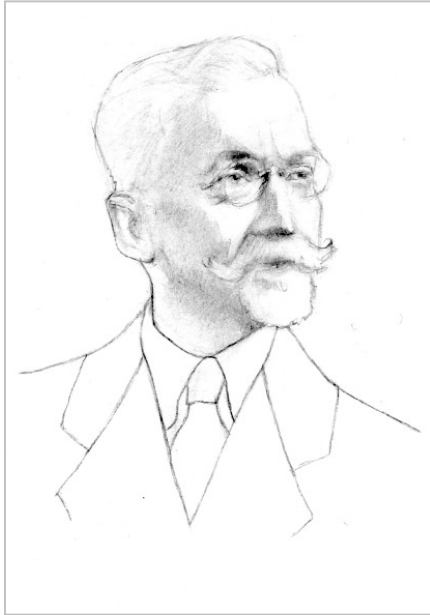
• Max Born: *Berichtigung zu der Arbeit: Die Theorie des starren Elektrons in der Kinematik des Relativitätsprinzips*.
Annalen der Physik **30**, 14 (1909) 840-840.

• M. Born: *Über die Definition des starren Körpers in der Kinematik des Relativitätsprinzips*.
Physikalische Zeitschrift **11**, 6 (15. März 1910) 233-234.

• M. Born: *Zur Kinematik des starren Körpers im System des Relativitätsprinzips*.
Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen [Mathematisch-Physikalische Klasse] (1910) 161-179.

• M. Born: *Die Relativitätstheorie Einsteins und ihre physikalischen Grundlagen*.
Julius Springer, Berlin 1920. [X + 242 strony, 129 ilustracji, portet Einsteina]
Teoria względności Einsteina i jej fizyczne podstawy.

• Max Born: *The statistical interpretation of quantum mechanics*.
Nobel Lecture, December 11, 1954.



francuski matematyk

1869 - Urodził się 9 kwietnia w Dolomieu.

- Ukończył École Normale Supérieure w Paryżu.

1894 - Doktoryzował się.

1894/1909 - Wykładał w:
Montpellier (1894/1903),
Lyonie (1896/1903),
Nancy (1903/09).

1909/40 - Był profesorem w Paryżu.

1931 - Został członkiem Francuskiej Akademii Nauk.

1951 - Zmarł 6 maja w Paryżu.

Wybrane wyniki

- Rozwinął analizę na rozmaitościach różniczkowalnych.
- Badał globalne własności grup Liego.
- Opracował teorię zewnętrznych form różniczkowych.
- Odkrył (1913) spinory.
- Wprowadził (1922) tensor skręcenia.
- Zaproponował (1923-1925) modyfikację OTW, zwaną teorią Einsteina-Cartana.
- Zapisał (1923/1924) równania Maxwella w postaci ogólnie kowariantnej (metric-free electrodynamics).
- Opracował (1928, 1935) metodę ruchomego repera.

- É. J. Cartan: *Les groupes projectifs qui ne laissent invariante aucune multiplicité plane.*
Bulletin de la Société Mathématique de France **41** (1913) 53-96.
- E. J. Cartan: *Sur une généralisation de la notion de courbure de Riemann et les espaces a torsion.*
Comptes Rendus [hebdomadaires des séances] de l'Académie des sciences, Paris **174** (1922) 593-595.
- É. J. Cartan: *Sur les variétés a connexion affine et la théorie de la relativité généralisée (premiere partie).*
Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure **40** (1923) 325-412.
- É. Cartan: *Sur les variétés a connexion affine et la théorie de la relativité généralisée (premiere partie) (suite).*
Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure **41** (1924) 1-25.
Strony 17-24 poświęcone są równaniom Maxwella.
- É. Cartan: *Sur les variétés a connexion affine et la théorie de la relativité généralisée (deuxieme partie).*
Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure **42** (1925) 17-88.
- É. J. Cartan: *Sur la représentation géométrique des systemes matériels non holonomes.*
Proc. Congr. Math. Bologna **4** (1928) 253-261.
- É. J. Cartan: *La méthode du repere mobile. La théorie des groupes continue et les espaces généralises.* Paris 1935.

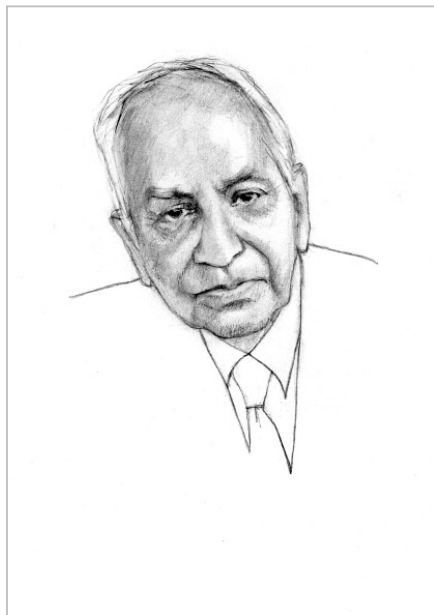
Słowniczek

metoda ruchomego repera
moving frames method
méthode du repère mobile
метод подвижного репера

tensor skręcenia
torsion tensor
tenseur de torsion

Ciekawostki

- Ojciec Cartana był kowalem.
- Syn Élie Josepha Cartana – Henri Paul Cartan (1904-2008) – był również matematykiem.
- Równania Maxwella w postaci ogólnie kowariantnej przedstawili niezależnie od siebie: Kottler w 1912, Einstein w 1913 [praca 21], a następnie w 1914 [praca 29] oraz w 1916 [praca 40], Cartan w 1923-1924 i van Dantzig w 1934.
- Élie Joseph Cartan został w 1923 pierwszym członkiem zagranicznym Polskiego Towarzystwa Matematycznego.



amerykański astrofizyk pochodzenia indyjskiego, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1983

1910 - Urodził się 19 października w Lahore.

1930 - Ukończył Presidency College w Madras.

1933 - Doktoryzował się na Uniwersytecie Cambridge.

1936 - Wyemigrował do Ameryki.

1953 - Otrzymał obywatelstwo amerykańskie.

1973 - Polskie Towarzystwo Fizyczne uhonorowało go Medalem Mariana Smoluchowskiego.

1983 - Otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki

“za teoretyczne badania procesów fizycznych ważnych dla struktury i ewolucji gwiazd”.

1986 - Przeszedł na emeryturę.

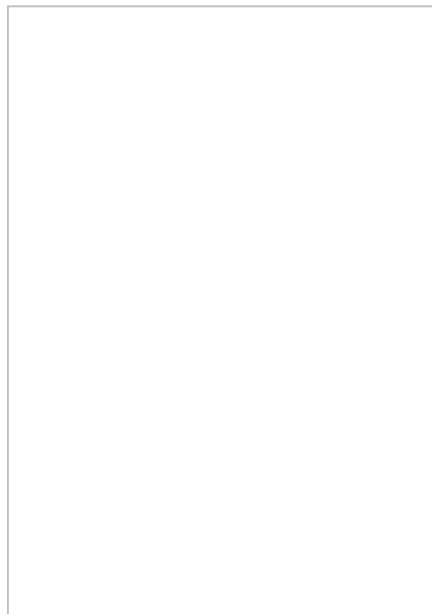
1995 - Zmarł 21 sierpnia w Chicago.

Wybrane wyniki

- Wykazał (1931), że białe karły są stabilne tylko wtedy, gdy ich masa jest mniejsza niż $1,822 \cdot 10^{30}$ kg, czyli 0,91 masy Słońca.
- Analizował metryki Schwarzschilda, Reissnera-Nordströma i Kerra.
- Opracował matematyczne metody badania czarnych dziur.
- Rozwinął teorię fal grawitacyjnych.
- W znacznym stopniu przyczynił się do wyjaśnienia problemów dotyczących budowy, struktury, stabilności i ewolucji gwiazd.

Ciekawostki

- Stryjem S. Chandrasekhara był sir Chandrasekhara Venkata Raman (1888-1970), fizyk indyjski, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1930.



amerykański astronom

1908 - Urodził się 16 sierpnia w Smithfield (Rhode Island).

1930 - Ukończył matematykę na Brown University w Providence (Rhode Island).

1930/1963 - Pracował w U. S. Naval Obserwatory w Waszyngtonie.

1952 - Został członkiem National Academy of

of Sciences.

1963 - Rozpoczął pracę na uniwersytecie w Yale.

1966 - Został profesorem astronomii.

1969/74 - Był redaktorem czasopisma Astronomical Journal.

1974 - Zmarł 22 listopada w Providence (Rhode Island).

Wybrane wyniki

- Dyskutował, poczynając od 1939, problemy związane z pomiarem czasu.
- Badał (1947, 1949) efekty relatywistyczne w ruchu planet.
- Analizował (1962) w ramach OTW odległości między planetami a Słońcem.

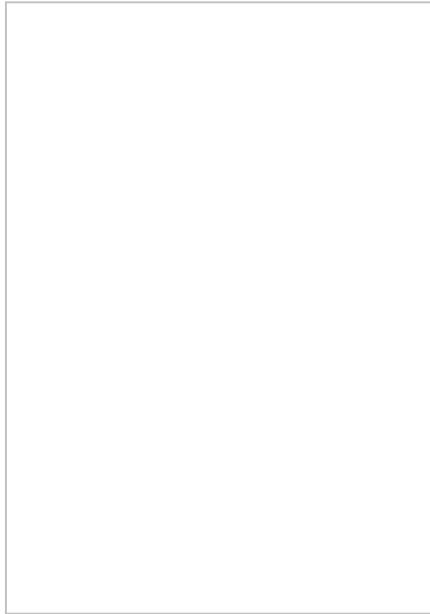
• G. M. Clemence, P. Sollenberger: *Lunar effects on clock corrections*.
Astronomical Journal **48**, 1107 (06/1939) 78-80.

• G. M. Clemence: *The Relativity Effect in Planetary Motions*.
Reviews of Modern Physics **19**, 4 (10/1947) 361-364.

• G. M. Clemence: *The Relativity Effect in Planetary Motions*.
Proceedings of the American Philosophical Society **93** (1949) 532-534.

• G. M. Clemence: *Planetary distances according to general relativity*.
Astronomical Journal **67** (08/1962) 379-381.

• G. M. Clemence: *Planetary distances according to general relativity*.
Astronomical Journal **67** (03/1962) 573-580.



holenderski matematyk

1900 - Urodził się 23 września w Rotterdamie.

- Studiował matematykę
na uniwersytecie w Amsterdamie.

1931 - Doktoryzował się w Groningen.

1938 - Został profesorem nadzwyczajnym
na Uniwersytecie Technicznym w Delfcie.

1940 - Został profesorem zwyczajnym.

1946 - Został profesorem na uniwersytecie w Amsterdamie.

1959 - Zmarł 22 lipca w Amsterdamie.

Wybrane wyniki

- Zapisał (1934) równania Maxwella w postaci ogólnie kowariantnej (metric-free electrodynamics).

Ciekawostki

- Równania Maxwella w postaci ogólnie kowariantnej przedstawili niezależnie od siebie: Kottler w 1912, Einstein w 1913 [praca 21], a następnie w 1914 [praca 29] oraz w 1916 [praca 40], Cartan w 1923-1924 i van Dantzig w 1934.

- D. van Dantzig: *The fundamental equations of electromagnetism, independent of metrical geometry*. Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society **30**, 4 (October 1934) 421-427.
- D. van. Dantzig: *Electromagnetism, independent of metrical geometry. 1. The foundations*. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **37**, 8 (1934) 521-525.
- D. van. Dantzig: *Electromagnetism, independent of metrical geometry. 2. Variational Principles and further generalization of the theory*. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **37**, 8 (1934) 526-531.
- D. van. Dantzig: *Electromagnetism, independent of metrical geometry. 3. Mass and motion*. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **37**, 9 (1934) 644-652.
- D. van. Dantzig: *Electromagnetism, independent of metrical geometry. 4. Momentum and energy: waves*. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **37**, 10 (1934) 825-836.
- D. van. Dantzig: *Electromagnetism, independent of metrical geometry. 5. Quantum-theoretical commutability-relations for light-waves*. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **39**, 1 (1936) 126-137.



brytyjski fizyk teoretyk,
laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1933

1902 - Urodził się 8 sierpnia w Bristolu.

1921 - Ukończył uniwersytet w Bristolu, gdzie studiował elektrotechnikę.

- Studiował matematykę w St. John's College w Cambridge.

1926 - Otrzymał stopień doktora w Cambridge.

1927/68 - Wykładał w Cambridge.

1930 - Został członkiem Towarzystwa Królewskiego.

1933 - Otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki

“za odkrycie nowych owocnych postaci teorii atomowej”.

1984 - Zmarł 20 października w Tallahassee.

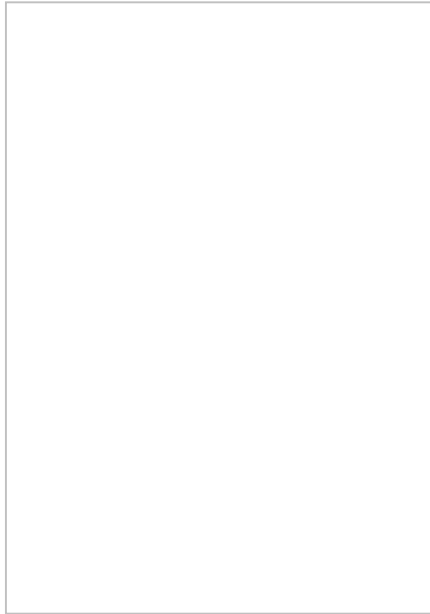
Wybrane wyniki

- Podał (1928) relatywistyczne równanie falowe. Przewidział istnienie antyelektronu.
- Sformułował (1937) hipotezę, że uniwersalne stałe fizyczne są funkcjami czasu. W szczególności stała grawitacji wg Diraca maleje odwrotnie proporcjonalnie do wieku wszechświata.
- Rozwinął (1970) teorię spinorów, wprowadzonych po raz pierwszy przez Cartana.

• P. A. M. Dirac: *The Quantum Theory of the Electron*.
Proceedings of the Royal Society of London A **117** (1928) 610-624.
[Communicated by R. H. Fowler, F.R.S. – Received January 2, 1928.]

• P. A. M. Dirac: *The Cosmological Constant*.
Nature **139** (02/1937) 323.

• P. A. M. Dirac: *Spinors in Hilbert space*.
Center for Theoretical Study. Miami 1970. [Maszynopis, 100 stron]



holenderski fizyk teoretyk i matematyk

1886 - Urodził się 28 maja w Grave.

1914/19 - Był nauczycielem matematyki w gimnazjum w Gorkum.

1916 - Doktoryzował się pod kierunkiem Lorentza w Lejdzie.

1930 - Został profesorem matematyki na Uniwersytecie Lejdejskim.

1963 - Zmarł 16 września w Leidzie.

Wybrane wyniki

- Wychodząc z koncepcji Einsteina, że pole grawitacyjne ma charakter tensorowy, zaproponował (30 grudnia 1914) w układzie współrzędnych kartezjańskich postać tensora metrycznego czasoprzestrzeni w przypadku punktowej masy źródłowej.
- Przedstawił 27 maja 1916 zewnętrzne rozwiązanie próżniowych równań polowych Einsteina dla punktowej masy źródłowej. Analogiczne rozwiązanie podał Karl Schwarzschild 13 stycznia 1916.

• J. Droste: *On the field of a single centre in Einstein's theory of gravitation.*

Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **17**, III (1914-1915) 998-1011.

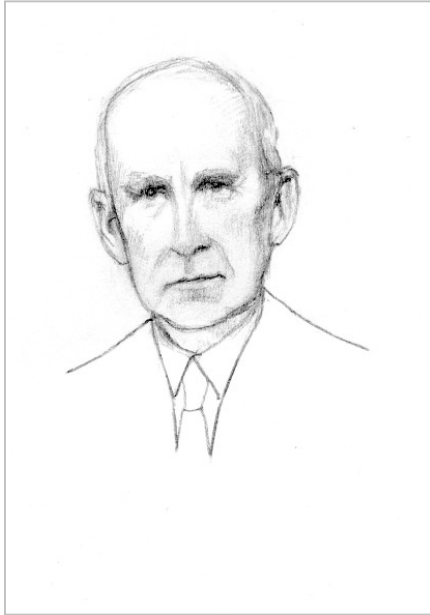
[Communicated by Prof. H. A. Lorentz in the meeting of December 30, 1914.]

O polu pojedynczego centrum w teorii grawitacji Einsteina.

• J. Droste: *The field of a single centre in Einstein's theory of gravitation, and the motion of a particle in that field.*

Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **19**, I (1917) 197-215.

[Communicated by Prof. H. A. Lorentz in the meeting of May 27, 1916.]



brytyjski astronom, astrofizyk, fizyk i matematyk

1882 - Urodził się 28 grudnia w Kendal.

1902 - Ukończył Owens College w Manchesterze.

1905 - Ukończył Uniwersytet Cambridge.

1912 - Został profesorem astronomii
w Cambridge.

1930 - Otrzymał tytuł szlachecki.

1944 - Zmarł 22 listopada w Cambridge.

Wybrane wyniki

- Przeprowadzone 29 maja 1919 pod jego kierunkiem obserwacje zaćmienia Słońca potwierdziły przewidziane przez OTW odchylenie promieni świetlnych w polu grawitacyjnym.
- Udowodnił (1930), że kosmologiczne rozwiązanie Einsteina jest niestabilne.
- Stworzył (1946) rachunek falowo-tensorowy, próbując połączyć OTW z mechaniką kwantową.

•A. S. Eddington, F.R.S.: *On the Instability of Einstein's Spherical World*.
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **90** (05/1930) 668-688.

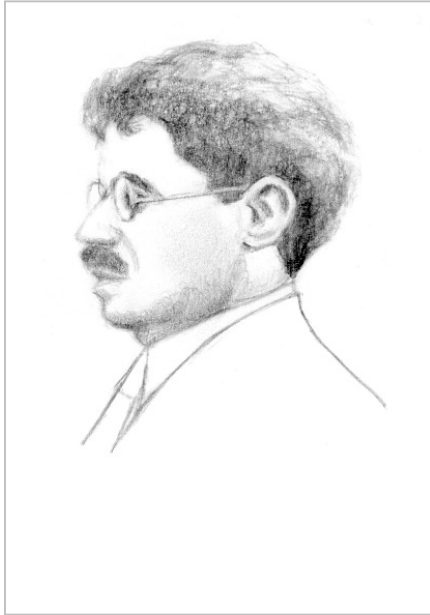
•A. S. Eddington: *Fundamental Theory*. Edited by Edmund T. Whittaker. Cambridge 1946.

Ciekawostki

- Praca o OTW Einsteina [Niemcy] dotarła do Eddingtona [Anglia] za pośrednictwem de Sittera [Holandia]. W toczącej się w Europie Pierwszej Wojnie Światowej [1914-1918] Anglia i Niemcy były wrogami. Holandia jako państwo neutralne utrzymywała stosunki z Anglią i Niemcami.
- Na prośbę Eddingtona, Walter Sydney Adams (1876-1956) wykrył i zmierzył (1925) przesunięcie ku czerwieni w liniach widmowych Syriusza B.

[Patrz:]

- W. S. Adams: *The Relativity Displacement of the Spectral Lines in the Companion of Sirius*.
The Observatory **48**, 618 (11/1925) 337-342.



holenderski fizyk teoretyk

1880 - Urodził się 18 stycznia w Wiedniu.

- Ukończył Uniwersytet Wiedeński.

1904 - Doktoryzował się na Uniwersytecie Wiedeńskim.

1907 - Wyjechał do St. Petersburga.

1912 - Otrzymał Katedrę Fizyki Teoretycznej w Leidzie.

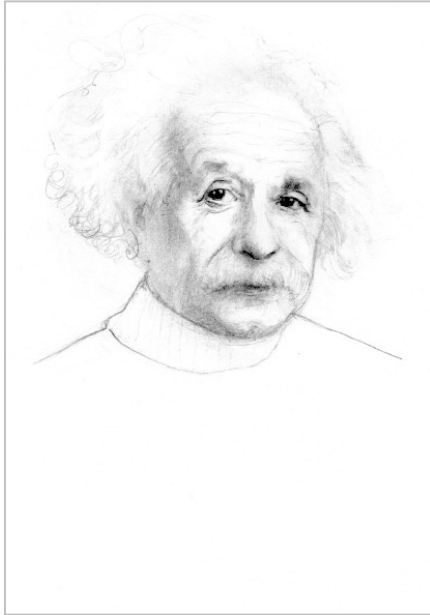
1933 - Zmarł 25 września w Amsterdamie, popełnił samobójstwo.

Wybrane wyniki

- Pierwszy zastosował (1909) przekształcenia Lorentza w przypadku bryły sztywnej.
- Sformułował (1909) paradoks bryły sztywnej, nazywany paradoksem Ehrenfesta.

Ciekawostki

- Paul Ehrenfest wprowadził (1933) pojęcie przejść fazowych drugiego rodzaju, które robią karierę również w OTW.



genialny fizyk teoretyk,
laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1921

1879 - Urodził się 14 marca w Ulm.

1900 - Ukończył politechnikę w Zurychu.

1905 - Doktoryzował się na uniwersytecie
w Zurychu.

1913 - Został członkiem Pruskiej Akademii Nauk.

1921 - Otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki

“za wkład do fizyki teoretycznej, a szczególnie za odkrycie prawa
zjawiska fotoelektrycznego”.

1933 - Wyemigrował do Ameryki.

1955 - Zmarł 18 kwietnia w Princeton.

Główne wyniki

- Sformułował 30 czerwca 1905 [praca 1] podstawy Szczególnej Teorii Względności.

• A. Einstein: *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*. Annalen der Physik **17**, 10 (1905) 891-921. [Eingegangen 30. Juni 1905.]

- Uzasadnił 27 września 1905 [praca 2] wzór dotyczący równoważności masy i energii.

• A. Einstein: *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?* Annalen der Physik **18**, 13 (1905) 639-641

$$E = mc^2$$

- Sformułował 4 grudnia 1907 [praca 8] zasadę równoważności i wnioskuje z niej istnienie grawitacyjnego przesunięcia ku czerwieni oraz odchylenia promieni świetlnych w polu grawitacyjnym.

• A. Einstein: *Über das Relativitätsprinzip und die aus demselben gezogenen Folgerungen*. Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik **4** (1907) 411-462.

- A. Einstein i J. Laub badali w 1908 [praca 9] równania Maxwella-Hertza oraz równania materiałowe w poruszającym się ośrodku. Podali wzory transformacyjne dla wielkości charakteryzujących pole elektromagnetyczne i jego źródła.

- A. Einstein und J. Laub: *Über die elektromagnetischen Grundgleichungen für bewegte Körper*. Annalen der Physik **26**, 8 (1908) 532-540.

- Jakościowo i ilościowo wyjaśnił 18 listopada 1915 [praca 36] wiekowy obrót peryhelium Merkurego (i pozostałych planet) oraz odchylenie promieni świetlnych w polu grawitacyjnym.

- A. Einstein: *Erklärung der Perihelbewegung der Merkur aus der allgemeinen Relativitätstheorie*. Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften **2**, 47 (1915) 831-839.

- Zapropował 25 listopada 1915 [praca 37] poprawne ogólnie kowariantne równania pola grawitacyjnego.

- A. Einstein: *Die Feldgleichungen der Gravitation*. Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften **2**, 48 (1915) 844-847. [Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse vom 25. November 1915]

$$R_{\alpha\beta} = -\kappa \left(T_{\alpha\beta} - \frac{1}{2} g_{\alpha\beta} T \right), \quad T = g^{\mu\nu} T_{\mu\nu}$$

• Zapisał 3 lutego 1916 [praca 40] równania Maxwella w postaci ogólnej kowariantnej, wcześniej uczynił to również w 1913 [praca 21] oraz 1914 [praca 29].

• A. Einstein: *Eine neue formale Deutung der Maxwellschen Feldgleichungen der Elektrodynamik*. Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften **1**, 7 (1916) 184-188. [Gesamtsitzung vom 3. Februar 1916]

• A. Einstein, M. Grossmann: *Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation*. Zeitschrift für Mathematik und Physik **62**, 3 (1913) 225-261.

• A. Einstein: *Die formale Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie*. Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften **2**, 41 (1914) 1030-1085. [Gesamtsitzung vom 19. November 1914 - Mitth. der physikalisch-mathematischen Classe vom 29. October 1914]

• Sformułował 22 czerwca 1916 [praca 41] teorię fal grawitacyjnych.

• A. Einstein: *Näherungsweise Integration der Feldgleichungen der Gravitation*. Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften **1**, 32 (1916) 688-696. [Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse vom 22. Juni 1916]

• zaproponował 8 lutego 1917 [praca 44] równanie pola grawitacyjnego z członem kosmologicznym i w oparciu o nie przedstawił w ramach OTW pierwszy model wszechświata. Praca ta dała początek kosmologii relatywistycznej.

• A. Einstein: *Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie*. Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften **1**, 6 (1917) 142-152. [Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse vom 8. Februar 1917]

Ciekawostki

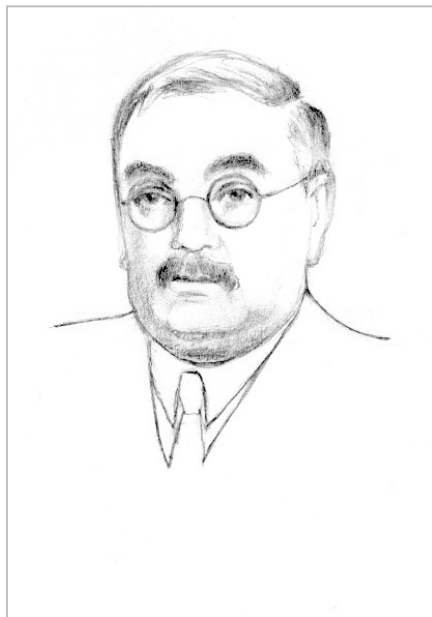
- Einstein po raz pierwszy zastosował umowę sumacyjną, oraz zaproponował nazwę Szczególna Teoria Względności 20 marca 1916 [[praca 38](#)].
- A. Einstein: *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie*. Annalen der Physik **49** (1916) 769-822.
- Powszechnie obecnie stosowaną postać równań pola grawitacyjnego

$$R_{\alpha\beta} - \frac{1}{2} g_{\alpha\beta} R = -\kappa T_{\alpha\beta}, \quad R = g^{\mu\nu} R_{\mu\nu}$$

po raz pierwszy podał 24 czerwca 1916 W. de Sitter, zauważając, że

$$R = \kappa T$$

- W. de Sitter: *De planetenbeweging en de beweging van de maan volgens de theorie van Einstein*. Verslag [van de gewone vergaderingen der wis-en natuurkundige afdeeling] der Koninklijke Akademie van Wetenschappen [te Amsterdam] **25**, 2 (24 Juni 1916) 232-245.



[Фок, Владимир Александрович]

[Fock, Vladimir Alexandrovich]

radziecki fizyk teoretyk

1898 - Urodził się 22 grudnia w Petersburgu.

1922 - Ukończył Uniwersytet Piotrogrodzki.

1924/36 - Pracował w Leningradzkim Instytucie Fizyko-Technicznym.

1928/1941 - Pracował w Państwowym Instytucie

Optyki.

1930/1933 - Był profesorem w Instytucie Politechnicznym w Leningradzie.

1932 - Został profesorem na Uniwersytecie Leningradzkim.

1932 - Został członkiem korespondentem Akademii Nauk ZSRR.

1934/1941 - Pracował w Instytucie Fizyki AN ZSRR.

1939 - Został członkiem rzeczywistym AN ZSRR.

1954/64 - Pracował w Instytucie Problemów Fizycznych AN ZSRR.

1974 - Zmarł 27 grudnia Petersburgu.

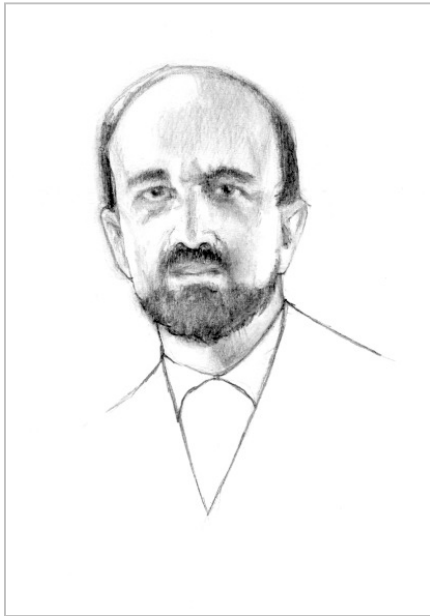
Wybrane wyniki

- Niezależnie od Oskara Kleina zapisał 30 czerwca 1926 równanie Schrödingera w kowariantnej postaci w pięciowymiarowej przestrzeni Kaluzy dla cząstek o spinie równym zeru (bez spinu) – (równanie Kleina-Focka).
- W. A. Fock i D. D. Iwanienko opracowali (1929) teorię równoległego przeniesienia spinorów.
- W. A. Fock i D. D. Iwanienko uogólnili (1929) równanie Diraca na przypadek pola grawitacyjnego.
- Niezależnie od Einsteina i współpracowników wyprowadził (1939) z równań polowych Einsteina przybliżone równania ruchu dla ciał rozciągniętych o symetrii sferycznej.
- Wyznaczył (1941) 10 całek ruchu środka masy dwóch ciał w OTW.
- Otrzymał (1956) z równań polowych Einsteina równania ruchu dla rotujących ciał z uwzględnieniem ich wewnętrznej struktury.

- V. A. Fock: *Über die invariante Form der Wellen- und der Bewegungs-gleichungen für einen geladenen Massenpunkt.*
Zeitschrift für Physik **39**, 2/3 (1926) 226-232.
[Eingegangen am am 30. Juli 1926.]
On the invariant form of the wave equation and the equations of motion for a charged point mass.
- V. Fock et D. Ivanenko: *Geometrie quantique lineare et deplacement parallele.*
Comptes Rendus [hebdomadaires des séances] de l'Académie des sciences, Paris **188** (1929) 1470-1472.
Quantum linear geometry and parallele displacement.
- V. A. Fock, D. Iwanenko: *Über eine mögliche geometrische Deutung der relativistischen Quantentheorie.*
Zeitschrift für Physik **54**, 11-12 (05/1929) 798-802.
On a possible geometric interpretation of relativistic quantum theory.
- В. А. Фок: *О движении конечных масс в общей теории относительности.*
Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики **9**, 4 (1939) 375-410.
On motion of finite masses in general relativity.
- В. А. Фок: *Об интегралах движения центра двух конечных масс в общей теории относительности.*
Доклады АН СССР **32**, 1 (1941) 28-30.
On integrals of motion of the center of two finite masses in general relativity.
- В. А. Фок: *Уравнения движения системы тяжелых масс с учетом их внутренней структуры и вращения.*
УФН **59**, 1 (1956) 67-69.
[Изложение доклада на сессии Отделения физико-математических наук АН СССР, посвященной 50-летию теории относительности 1 декабря 1956 г.]
Equations of motion of gravitational masses accounting their internal structure and rotation. Summary of report.

Ciekawostki

- Opublikował ponad 200 prac, poświęconych głównie teorii względności i mechanice kwantowej.
- W zakresie mechaniki kwantowej między innymi powszechnie znane są:
 - Przestrzeń Focka (Fock space), (пространство Фока)
 - Metoda Hartree-Focka (Hartree-Fock method), (метод Хартри-Фока)
 - Symetria dynamiczna (динамическая симметрия)
 - Równanie Kleina-Focka (уравнение Клейна -Фока)
 - Metoda funkcjonałów Focka (метод функционалов Фока)
 - Samouzgodnione pole Focka (самосогласованное поле Фока)
 - Metoda czasu własnego Focka (метод собственного времени Фока)



holenderski fizyk teoretyk i kompozytor

1887 - Urodził się 17 sierpnia w Buitenzorg (Bogor), Java.

1913 - Doktoryzował się na uniwersytecie w Lejdzie pod kierunkiem Lorentza.

1917/18 - Pracował na uniwersytecie w Lejdzie.

1923/27 - Był profesorem politechniki w Delfcie.

1928/55 - Był profesorem uniwersytetu w Lejdzie.

- Został członkiem Holenderskiej Akademii Nauk.

1972 - Zmarł 24 września w Beekbergen koło Apeldoorn.

Wybrane wyniki

- Wykazał w 1914 wspólnie z Einsteinem, że teoria Nordströma jest szczególnym przypadkiem teorii Einsteina-Grossmanna przy założeniu stałości wartości prędkości światła.

• A. Einstein, A. D. Fokker: *Die Nordströmsche Gravitationstheorie vom Standpunkt des absoluten Differentialkalküls.*

Annalen der Physik **44**, 10 (1914) 321-328. [Praca 25]

Teoria grawitacji Nordströma z punktu widzenia absolutnego rachunku różniczkowego

- Dokładniej zbadał w 1921 precesję geodezyjną opisaną po raz pierwszy w 1916 przez de Sittera.

• A. D. Fokker: *The geodesic precession: a consequence of Einsteins's theory of gravitation.*

Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **23**, I (1921) 729-738.

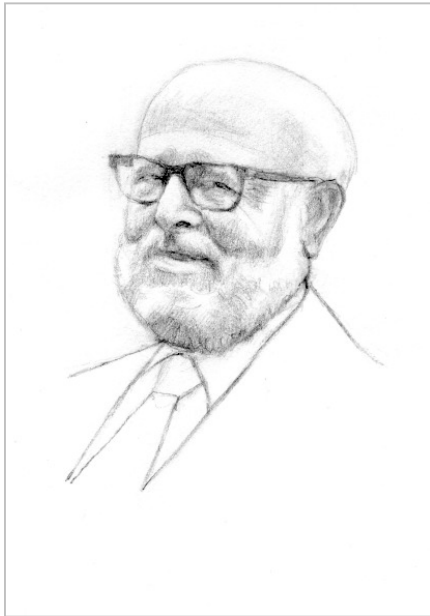
[Communicated by Prof. H. A. Lorentz in the meeting of October 30, 1920.]

Precesja geodezyjna: konsekwencja teorii grawitacji Einsteina.

Ciekawostki

- Adriaan Daniël Fokker był również kompozytorem tworzącym w 31-tonowej skali muzycznej.

• Adriaan Daniël Fokker selected musical compositions (1948-1972). Edited by Rudolf Rasch. [ISBN 90-70907-11-9 (cloth)]



amerykański fizyk

laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1983

1911 - Urodził się 9 sierpnia w Pittsburghu (Pensylwania).

1933 - Ukończył studia na Uniwersytecie Stanowym Ohio.

1936 - Doktoryzował się w Kalifornijskim Instytucie Technologii.

1946 - Został profesorem fizyki.

1983 - Otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki

“za teoretyczne i doświadczalne badania reakcji jądrowych ważnych dla powstania pierwiastków chemicznych we wszechświecie”.

1995 - Zmarł 14 marca w Pasadenie (California).

Wybrane wyniki

- Jest jednym z twórców astrofizyki jądrowej oraz współautorem teorii syntezy pierwiastków w gwiazdach opublikowanej w 1957.

Ciekawostki

- Komitet Nagrody Nobla pominął Hoyle'a, gdy nagradzano Fowlera w 1983 za wkład do pracy zespołu B²FH.

• E. Margaret Burbidge, G. R. Burbidge, William A. Fowler, F. Hoyle: *Synthesis of the Elements in Stars*.
Reviews of Modern Physics **29** (1957) 547-650.
Synteza pierwiastków w gwiazdach.
Praca ta bywa nazywana artykułem B²FH.
Istnieje polski przekład, opublikowany w ???

austriacki fizyk teoretyk, matematyk i filozof

1884 - Urodził się 20 marca w Wiedniu.

1907 - Doktoryzował się z fizyki na uniwersytecie w Wiedniu pod kierunkiem Ludwiga Boltzmann.

1912/1938 - Był profesorem fizyki teoretycznej na Niemieckim Uniwersytecie w Pradze z polecenia Einsteina.

1938 - Wyemigrował do Stanów Zjednoczonych.

1966 - Zmarł 21 lipca w Cambridge (Massachusetts).

Wybrane wyniki

- Philipp Frank i Hermann Rothe wyprowadzili (1911) transformacje Lorentza z faktu, że tworzą one grupę, nie zakładając stałości wartości prędkości światła.

• Philipp Frank und Hermann Rothe: *Über die Transformation der Raumzeitkoordinaten von ruhenden auf bewegte Systeme*.
Annalen der Physik **34**, 5 (1911) 825-855.

Ciekawostki

- Zaproponował (1908) nazwę przekształcenia Galileusza dla transformacji

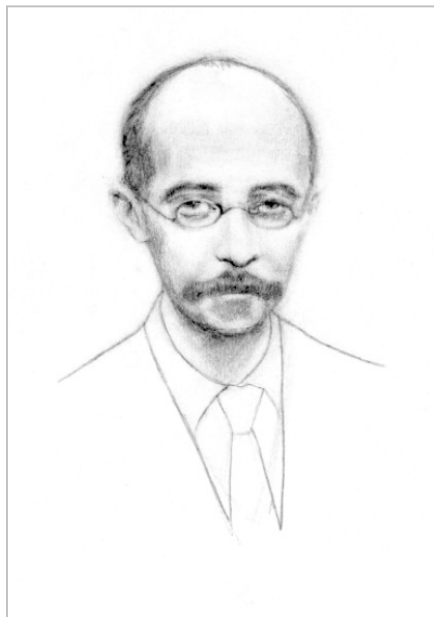
$$x' = x - Vt$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = t$$

• Philipp Frank: *Das Relativitätsprinzip der Mechanik und die Gleichungen für die elektromagnetischen Vorgänge in bewegten Körpern*.
Annalen der Physik **332**, 14 (1908) 897-902.



[Фридман, Александр Александрович]

[Friedman, Aleksandr Aleksandrovich]

[Friedmann, Aleksandr Aleksandrovich]

rosyjski matematyk i fizyk

1888 - Urodził się 16 czerwca w St. Petersburgu.

1906/10 - Studiował matematykę
na Uniwersytecie Petersburskim.

1920 - Został profesorem Uniwersytetu

Petersburskiego.

1922 - Opublikował pierwszą pracę kosmologiczną.

1924 - Opublikował drugą pracę kosmologiczną.

1925 - Zmarł 16 września w St. Petersburgu na dur brzuszny.

Wybrane wyniki

- Znalazł (1922 oraz 1924) niestacjonarne rozwiązania równań polowych Einsteina dla jednorodnego rozkładu masy opisujące rozszerzający się wszechświat o zmiennej w czasie krzywiznie przestrzeni.
- W 1929 jego teoria została potwierdzona odkryciem przez Hubble'a ucieczki galaktyk.

• A. Friedman [in Petersburg]: *Über die Krümmung des Raumes*.
Zeitschrift für Physik **10**, 6 (1922) 377-386.
O krzywiznie przestrzeni.

• A. Friedmann [in Petersburg]: *Über die Möglichkeit einer Welt mit konstanter negativer Krümmung des Raumes*.
Zeitschrift für Physik **21**, 5 (1924) 326-332.
O możliwości świata o stałej ujemnej krzywiznie.

Prawo Hubble'a

- W 1929, czyli cztery lata po śmierci Friedmana, Edwin Powell Hubble odkrył oddalanie się (ucieczkę) galaktyk z prędkością o wartości wprost proporcjonalnej do ich odległości od nas, porównując dopplerowskie przesunięcia ku czerwieni linii spektralnych światła pochodzącego z galaktyk i ich odległości.
- Fakt ten można interpretować jako rozszerzanie się przestrzeni dla wszystkich obserwatorów spoczywających względem otaczającej ich jednorodnie rozmieszczonej w skali wszechświata materii. Ekspansji ulega przestrzeń, wskutek czego obserwujemy pozorną ucieczkę galaktyk. Obserwacje Hubble'a potwierdzały poprawność rozwiązań Friedmana równań pola Einsteina opisujących rozszerzający się wszechświat oraz stały się podstawą teorii Wielkiego Wybuchu.

• E. P. Hubble: *A Relation Between Distance and Radial Velocity Among Extra-galactic Nebulae*.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **15**, 3 (March 15, 1929) 168-173.

Związek między odległością i prędkością radialną mgławic pozagalaktycznych.

Ciekawostki

- W 1905, jeszcze jako uczeń Drugiego Gimnazjum w Petersburgu, opublikował w *Mathematische Annalen* (wspólnie z Jakowem Tarmkinem – przyjacielem z ławy szkolnej) pracę naukową z matematyki.
- W swoim dorobku naukowym na czterdzieści osiem prac zaledwie cztery Friedman poświęcił Ogólnej Teorii Względności. Praca “O krzywiznie przestrzeni” zajmuje czołowe miejsce na liście osiągnięć fizyki teoretycznej.
- Jak nazywał się nasz bohater?
Фридман – wg oryginalnej pisowni
Fridman – wg powszechnie przyjętej transkrypcji
Friedman – wg pracy z 1922
Fiedmann – wg pracy z 1924
- Obie prace kosmologiczne przetłumaczył z języka rosyjskiego na niemiecki Władimir Aleksandrowicz Fock.

•Abbé Georges Édouard Lemaître uzyskał w 1927 wyniki analogiczne jak Friedman w pracy z 1922. Howard Percy Robertson zapisał w 1929 oba kosmologiczne rozwiązania Friedmana w postaci jednego wyrażenia. Podobny rezultat otrzymał (1937) Arthur Geoffrey Walker. Rozwiązania równań pola Einsteina, opisujące rozszerzający się wszechświat, zaczęto nazywać metryką Friedmana-Lemaître'a-Robertsona-Walkera. W publikacjach z zakresu kosmologii pojawił się skrót: metryka F-L-R-W.

Na marginesie warto odnotować, że wielcy fizycy nie czytają prac swoich kolegów. Mogą zatem więcej czasu poświęcić na niezależne twórcze myślenie, pozostawiając historykom nauki dociekania dotyczące pierwszeństwa dokonania danego odkrycia.

•G. E. Lemaître: *Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques*. Annales de la Société Scientifique de Bruxelles A **47** (1927) 29-39.

Jednorodny wszechświat o stałej masie i rosnącym promieniu, wyjaśniający prędkość radialną mgławic pozagalaktycznych.

•H. P. Robertson: *On the Foundations of Relativistic Cosmology*.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **15**, 11 (11/1929) 822-829.

•A. G. Walker: *On Milne's Theory of World-structure*. Proceedings of London Mathematical Society [Second Series] **42** (1937) 90-127.

[Read 18 June, 1936.] [Strona 121, wzór (90)]

- William Hunter Mc Crea i Edward Arthur Milne wyprowadzili w 1934 w ramach teorii Newtona równania Friedmana opisujące rozszerzający się wszechświat.
- Jednym ze studentów Friedmana był George Gamow.
- W literaturze podawane są różne daty urodzin Friedmana. Wynika to z błędnego przeliczania dat z kalendarza juliańskiego na gregoriański. Kalendarz gregoriański wprowadzony w 1582, dopiero w 1918 został przyjęty w Rosji, czyli trzydzieści lat po narodzinach Friedmana, które przypadają wg kalendarzy juliańskiego i gregoriańskiego odpowiednio na 4 czerwca 1888 i 16 czerwca 1888.
- Jego rodzice byli muzykami, ojciec – kompozytorem, matka – pianistką.



amerykański matematyk
pochodzenia austriackiego

1906 - Urodził się 28 kwietnia w Brünn (dzisiejsze Brno).

- Ukończył Uniwersytet Wiedeński.

1929 - Otrzymał na Uniwersytecie Wiedeńskim stopień doktora na podstawie pracy zawierającej dowód, że logika pierwszego rzędu jest zupełna.

Promotorem był Hans Hahn.

1940 - Wyemigrował do Ameryki.

1949 i 1952 - Opublikował prace o wirującym wszechświecie.

1953/1976 - Był profesorem w Instytucie Studiów Zaawansowanych w Princeton.

1976 - Przeszedł na emeryturę.

1978 - Zmarł 14 stycznia w Princeton.

Wybrane wyniki

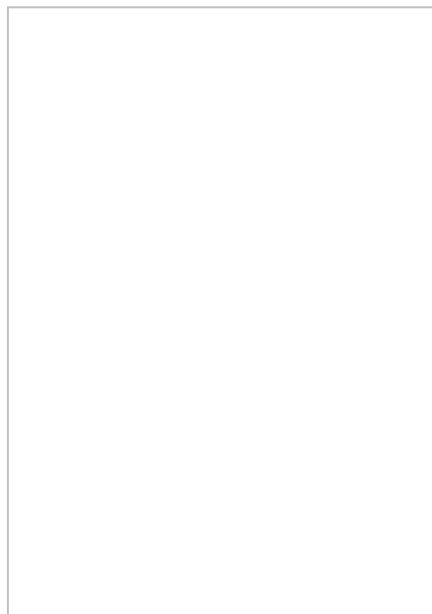
- Znalazł (1949 i 1952) rozwiązania równań pola (z członem kosmologicznym różnym od zera) opisujące modele wszechświata o stałym promieniu przestrzennym, w którym materia wiruje wokół osi przechodzącej przez środek masy.

Ciekawostki

- Kurt Gödel chorował na depresję, był hipochondrykiem.

• Kurt Gödel: *An Example of a New Type of Cosmological Solutions of Einstein's Field Equations of Gravitation*.
Reviews of Modern Physics **21**, 3 (July, 1949) 447-450.

• Kurt Gödel: *Rotating Universes in General Relativity Theory*.
Proceedings of the International Congress of Mathematicians.
Edited by L. M. Graves et al.. Cambridge, Mass. **1** (1952) 175-181.



amerykański astronom

1920 - Urodził się 22 maja 1920 w Wiedniu.

1942 - Ukończył Trinity College w Cambridge.

1948/52 - Wykładał fizykę w Cambridge.

- Był głównym asystentem astronoma królewskiego w Królewskim Obserwatorium w Greenwich.

1956 - Wyemigrował do Ameryki.

1959 - Był dyrektorem ośrodka badań radiofizycznych i kosmicznych w Cornell.

1971/86 - Był profesorem astronomii w Cornell.

2004 - Zmarł 22 czerwca w Ithace (New York).

Wybrane wyniki

- Jest współtwórcą hipotezy Stanu Stacjonarnego rozszerzającego się wszechświata (teoria Bondiego-Golda, 1948). Hipoteza ta opiera się na idealnej zasadzie kosmologicznej, głoszącej, że własności wszechświata nie zależą od położenia obserwatora i od czasu dokonywania obserwacji, oraz na założeniu o ciągłym tworzeniu się materii.
- Pierwszy sugerował (1968), że pulsary są wirującymi gwiazdami neutronowymi.

Komentarz

- Hipotezę Stanu Stacjonarnego Bondiego-Golda można by nazwać teorią ciągle zachodzących Mikro Wybuchów. Została ona wyparta przez teorię jednego Wielkiego Wybuchu.

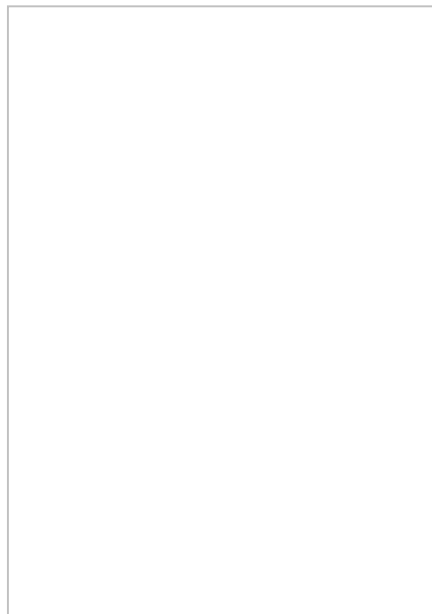
• H. Bondi and T. Gold: *The Steady-State Theory of the Expanding Universe*.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **108** (1948) 252-270.

Teoria stanu stacjonarnego rozszerzającego się wszechświata.

• T. Gold: *Rotating Neutron Stars as the Origin of the Pulsating Radio Sources*.

Nature **218** (05/1968) 731.



matematyk

1889 - Urodził się w Brześciu Litewskim.

1914 - Doktoryzował się z matematyki na Uniwersytecie Getyńskim u Davida Hilberta.

1915/28 - Pracował pod kierunkiem Alberta Einsteina.

1928 - Powrócił do ZSRR i rozpoczął pracę jako profesor Białoruskiego Narodowego Uniwersytetu

w Mińsku.

1931 - Rozpoczął równocześnie pracę w Fizyko-Technicznym Instytucie Akademii Nauk BSRR.

1933 - Zmarł.

Wybrane wyniki

- A. Einstein i J. Grommer zainicjowali (1927) badania nad problemem równań ruchu w ogólnej teorii względności.

Ciekawostki

- Pracę na Białoruskim Uniwersytecie Grommer otrzymał dzięki wstawiennictwu Einsteina u A. F. Ioffe'go.

• A. Einstein, J. Grommer: *Allgemeine Relativitätstheorie und Bewegungsgesetz*.

Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften [Physikalisch-mathematische Klasse] 1 (1927) 2-13. [Praca 85]

Ogólna teoria względności i równania ruchu.



szwajcarski matematyk

1878 - Urodził się 9 kwietnia w Budapeszcie.

- Studiował matematykę na politechnice w Zurychu.

1902 - Doktoryzował się na uniwersytecie w Zurychu.

1907 - Został profesorem w Eidgenössische Technische Hochschule w Zurychu.

Wykładał geometrię opisową.

1936 - Zmarł 7 września w Zurychu na stwardnienie rozsiane.

Wybrane wyniki

- W znacznym stopniu przyczynił się (1913) do powstania OTW, rozwijając metody rachunku tensorowego, które zapoczątkowali Christoffel (1869), Ricci i Levi-Civita (1901).
- Wprowadził pojęcie tensora mieszanego.
- Skonstruował mieszany tensor krzywizny czwartego rzędu.
- Utworzył kowariantny tensor krzywizny drugiego rzędu.
- Innowacją, która się nie przyjęła, było zrezygnowanie z pisania indeksów kowariantnych na dole, a kontrawariantnych na górze. Tensory kowariantne, kontrawariantne oraz mieszane oznaczane były literami odpowiednio łacińskimi, greckimi oraz gotyckimi.

Ciekawostki

- Ku czci Marcela Grossmanna odbywają się międzynarodowe spotkania naukowe:

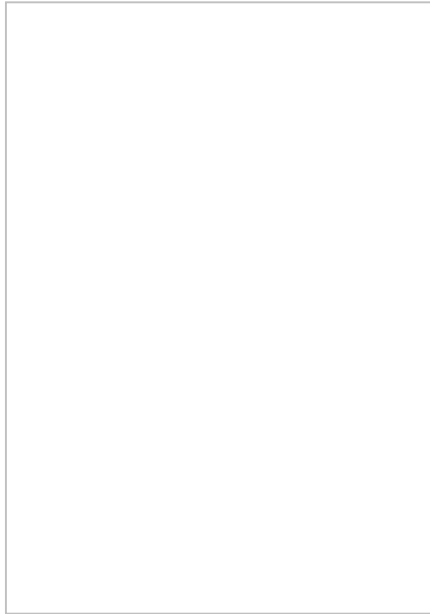
Marcel Grossmann Meeting on Recent Developments in Theoretical and Experimental General Relativity, Gravitation and Relativistic Field Theories. Pierwsze spotkanie miało miejsce w Triescie w 1975, a dziesiąte w Rio de Janeiro w 2003. Szczegółowe informacje można znaleźć na stronie internetowej:

- Ten Marcel Grossmann Meeting on General Relativity – Rio de Janeiro, July 20-26, 2003

<http://www.cbpf.br/mg10/WelcomeNew.html>

Na stronie tej przedstawiona jest historia spotkań:

Trieste MG1 (1975) and MG2 (1979), Shanghai MG3 (1982), Rome MG4 (1985), Perth MG5 (1988), Kyoto MG6 (1991), Stanford MG7 (1994), Jerusalem MG8 (1997) and Rome MG9 (2000).



niemiecki astronom

1901 - Urodził się 23 czerwca w Rhineland.

- Studiował matematykę, fizykę
i astronomię na uniwersytecie w Bonn.

1925 - Doktoryzował się w Bonn.

1925/27 - Pracował w Bońskim Obserwatorium.

1927/41 - Pracował na Uniwersytecie Getyńskim
oraz w Getyńskim Obserwatorium.

1941/62 - Był profesorem astronomii na uniwersytecie w Hamburgu
oraz dyrektorem Hamburskiego Obserwatorium.

1983 - Zmarł 13 maja w Ratzbonie (Regensburg).

Wybrane wyniki

- Uogólnił (1931) kosmologiczne równania Friedmanna i Lemaître. A następnie poddał (1932) je dokładnej analizie. Friedman przyjął tensor energii-pędu dla pyłu bezciśnieniowego, a Heckmann podobnie jak Lemaître – dla cieczy doskonałej.
- Sformułował (1961) hipotezę o możliwości wpływu rotacji wszechświata na jego ekspansję.

• O. Heckmann: *Über die Metrik des sich ausdehnenden Universums.*

Nachrichten [von der Königlich Gesellschaft der Wissenschaften zu] Göttingen [Mathematisch-physikalische Klasse] (1931) 126-130.
[Vorgelegt von H. Weyl in der Sitzung vom 24. Juli 1931.]

• Otto Heckmann: *Über die Metrik des sich ausdehnenden Universums.*

Veröffentlichungen der Universitaets-Sternwarte zu Goettingen **2**, 17 (06/1931) 126-131

• O. Heckmann: *Die Ausdehnung der Welt in ihrer Abhängigkeit von der Zeit.*

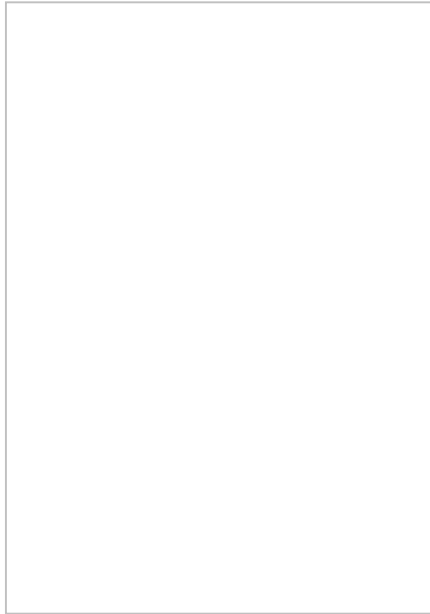
Nachrichten [von der Königlich Gesellschaft der Wissenschaften zu] Göttingen [Mathematisch-physikalische Klasse] (1932) 97-106.
[Vorgelegt von H. Kienle in der Sitzung vom 26. Februar 1932.]

• O. Heckmann: *Die Ausdehnung der Welt in ihrer Abhängigkeit von der Zeit.*

Veröffentlichungen der Universitaets-Sternwarte zu Goettingen **2**, 23 (1932) 180-190.

• Otto Heckmann: *On the Possible Influence of a General Rotation on the Expansion of the Universe.*

Astronomical Journal **66**, 10 (12/1961) 599-603.



niemiecki fizyk teoretyk i matematyk

1881 - Urodził się w Wallern
(obecnie Volary, Czechy).

- Studiował matematykę i astronomię
w Wiedniu, Monachium oraz Getyndze.

1902 - Doktoryzował się.

1925 - Został profesorem w Getyndze.

1946 - Z powodu choroby musiał zrezygnować

z dalszej pracy.

1953 - Zmarł 22 marca w Getyndze.

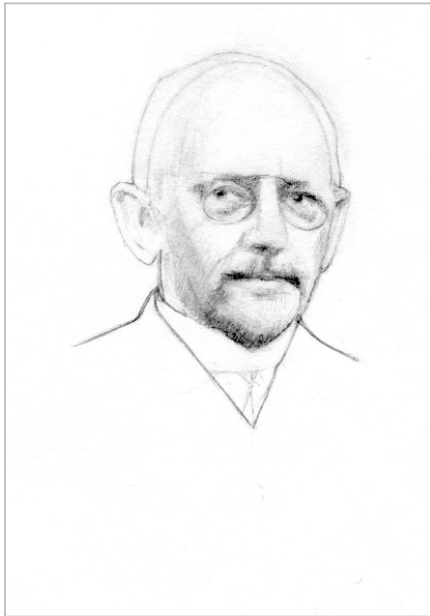
Wybrane wyniki

- Badał (1909, 1911) ruch sztywnej bryły w ramach STW.

• G. Herglotz: *Bewegung "starrer" Körper und Relativitätstheorie*.
Zeitschrift **10**, 25 (15. Dezember 1909) 997-997.

• G. Herglotz: *Über den vom Standpunkt des Relativitätsprinzips aus als starr zu bezeichnenden Körper*.
Annalen der Physik **336**, 2 (1909) 393-415.

• G. Herglotz: *Über die Mechanik des deformierbaren Körpers vom Standpunkte der Relativitätstheorie*.
Annalen der Physik **341**, 13 (1911) 493-533.



niemiecki matematyk

1862 - Urodził się 23 stycznia w Królewcu.

1880/84 - Studiował na Uniwersytecie Królewieckim oraz w drugim semestrze w Heidelbergu.

1885 - Doktoryzował się na Uniwersytecie Królewieckim.

1885 - Przebywał w Lipsku i Paryżu.

1886 - Rozpoczął pracę jako Privatdozent w Królewcu.

1892 - Został profesorem nadzwyczajnym w Królewcu.

1893 - Został profesorem zwyczajnym w Królewcu.

1895 - Otrzymał katedrę matematyki na Uniwersytecie Getyńskim.

1925 - Zachorował na anemię złośliwą.

1930 - Przeszedł na emeryturę.

1943 - Zmarł 14 lutego w Getyndze.

Wybrane wyniki

- Podał (1915) ogólnie kowariantne równania pola grawitacyjnego, wyprowadzając je z zasady wariacyjnej.

$$K_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} K = -\frac{1}{\sqrt{g}} \frac{\partial \sqrt{g} L}{\partial g^{\mu\nu}}$$

• D. Hilbert: *Die Grundlagen der Physik. (Erste Mitteilung.)*

Nachrichten [von der Königlich Gesellschaft der Wissenschaften zu] Göttingen [Mathematisch-physikalische Klasse] (1915) 395-407.
[Vorgelegt in der Sitzung vom 20. November 1915.]

Ciekawostki

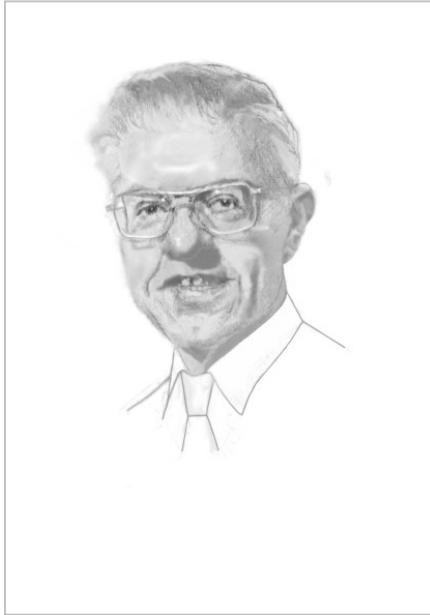
- Praca zawierająca ogólnie kowariantne równania pola grawitacyjnego została przedstawiona przez Hilberta na posiedzeniu Królewskiego Towarzystwa Naukowego w Getyndze 20 listopada 1915.
- Pięć dni później na posiedzeniu Królewskiej Pruskiej Akademii Nauk w Berlinie Einstein również zaproponował poprawne równania pola.

• D. Hilbert: *Die Grundlagen der Physik. (Erste Mitteilung.)*

Nachrichten [von der Königlich Gesellschaft der Wissenschaften zu] Göttingen [Mathematisch-physikalische Klasse] (1915) 395-407.
[Vorgelegt in der Sitzung vom 20. November 1915.]

• A. Einstein: *Die Feldgleichungen der Gravitation.*

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften **2**, 48 (1915) 844-847.
[Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse vom 25. November 1915]



brytyjski astronom

1915 - Urodził się 24 czerwca w Bingley (Yorkshire).

1936 - Ukończył St. John's College w Cambridge, gdzie studiował matematykę i fizykę teoretyczną.

1939 - Został członkiem St. John's College w Cambridge. Jednak z powodu wybuchu wojny jego kariera naukowa została przerwana.

1945 - Powrócił do pracy w Cambridge początkowo jako wykładowca matematyki, a od 1958 jako Plumian Professor of Astronomy.

- Przebywał w Princeton University, California Institute of Technology (Caltech), Mt. Wilson and Palomar Observatories.

1957 - Został członkiem Royal Society.

1967/73 - Był dyrektorem, założonego przez siebie Instytutu Astronomii Teoretycznej w Cambridge.

1972 - Otrzymał tytuł szlachecki.

2001 - Zmarł 20 sierpnia w Bournemouth.

Wybrane wyniki

- Podał inną wersję teorii stanu stacjonarnego wszechświata bazującą na modyfikacji równań polowych OTW. Modyfikacja ta polegała na dodaniu do lewej strony równań polowych C-członu opisującego kreację materii, aby wytłumaczyć ekspansję.

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} + C_{\mu\nu} = -\kappa T_{\mu\nu}.$$

Jednym z rozwiązań równań Hoyle'a jest

$$ds^2 = c^2 dt^2 - \left(dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta^2 d\phi^2 \right) e^{\frac{2ct}{a}}.$$

Ponieważ

$$\left(R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} \right)_{; \nu} = 0,$$

mamy

$$-\kappa T_{\mu\nu ; \nu} = C_{\mu\nu ; \nu} \neq 0.$$

• F. Hoyle: *A New Model for Expanding Universe*. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **108** (1948) 372-382.
Nowy model rozszerzającego się wszechświata.

Dla dodatniego a metryka opisuje rozszerzający się wszechświat, co spowodowane jest przez ciągłą kreację materii. Wszechświat stale się rozszerza – ponieważ wszędzie w nim kreowana jest materia.

- We współpracy z E. M. Burbidge, G. R. Burbidge i W. A. Fowlerem wyjaśnił (1957) jak powstają pierwiastki we wnętrzach gwiazd.

• E. Margaret Burbidge, G. R. Burbidge, William A. Fowler, F. Hoyle: *Synthesis of the Elements in Stars*.
Reviews of Modern Physics **29** (1957) 547-650.
Synteza pierwiastków w gwiazdach.
Praca ta bywa nazywana artykułem B²FH.

Ciekawostki

- Zaproponował (1950), w jednej z prowadzonych przez niego pogadek radiowych, żartobliwą nazwę – **Wielki Wybuch** – dla konkurencyjnej teorii.

- Według: J. Gribbin: *Encyklopedia Kosmosu*. Amber, Warszawa 1998. Strona 41.

”Każdą teorię zawierającą równania, z których wynika istnienie osobliwości, Hoyle uważał za błędną i sugerował, że zapadanie się materii w stronę osobliwości jest zatrzymywane i wycofywane przy bardzo dużych gęstościach przez antygravitacyjne działanie C-pól.”

Cytaty

“Kosmologia Wielkiego Wybuchu stanowi przypadek religijnego fundamentalizmu, podobnie jak czarne dziury, co może tłumaczyć dlaczego te dziwaczne stany (twory) umysłu rozpanoszyły się tak powszechnie w ciągu ostatniego ćwierćwiecza. W naturze fundamentalizmu leży, że zawiera on silny element irracjonalności i że nie da się powiązać, w weryfikowalny, praktyczny sposób, ze światem dnia codziennego. Dla wiary fundamentalistycznej niezbędne jest także istnienie guru, których wypowiedzi są szeroko rozpowszechniane i przemyśliwane bez końca – bez końca dlatego, że nie zawierają żadnej istotnej treści; wieczność zajęłoby wydestylowanie z nich choćby kropelki sensu. Kosmologia Wielkiego Wybuchu mówi o epoce, do której nie można dotrzeć za pomocą żadnej formy badań astronomicznych, i przez ponad dwa dziesięciolecia nie dała ani jednej prognozy, która by się sprawdziła.”

•F. Hoyle: *Mój dom kędy wieją wiatry. Stronice z życia kosmologa. (autobiografia)*. Prószyński i S-ka, Warszawa 2001. Str. 461-462.

[Przełożył Marek Krośniak.]



amerykański astronom i kosmolog

1889 - Urodził się 20 listopada w Marshfield (Missouri).

1910 - Ukończył uniwersytet w Chicago, gdzie studiował matematykę i astronomię.

1917 - Doktoryzował się.

1919 - Rozpoczął pracę w Mount Wilson Observatory w Pasadenie.

1953 - Zmarł 28 września w San Marino (California).

Ciekawostki

- Edwin Powell Hubble początkowo zamierzał zostać prawnikiem.

Wybrane wyniki

- Odkrył (1929) oddalanie się (ucieczkę) galaktyk z radialną prędkością o wartości wprost proporcjonalnej do ich odległości od nas, porównując dopplerowskie przesunięcia ku czerwieni linii spektralnych światła pochodzącego z galaktyk i ich odległości.

Komentarz

- Fakt ten można interpretować jako rozszerzanie się przestrzeni dla wszystkich obserwatorów spoczywających względem otaczającej ich jednorodnie rozmieszczonej w skali wszechświata materii. Ekspansji ulega przestrzeń, wskutek czego obserwujemy pozorną ucieczkę galaktyk. Obserwacje Hubble'a potwierdzały poprawność rozwiązań Friedmana równań polowych Einsteina opisujących rozszerzający się wszechświat oraz stały się podstawą teorii Wielkiego Wybuchu.

• E. P. Hubble: *A Relation Between Distance and Radial Velocity Among Extra-galactic Nebulae*.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **15**, 3 (March 15, 1929) 168-173.

Związek między odległością i prędkością radialną mgławic pozagalaktycznych.

fizyk teoretyk

1909 - Doktoryzował się
na Justus-Liebig-Universität Gießen na podstawie
pracy *Diffraction und Reflexion, abgeleitet aus
den Maxwell'schen Gleichungen.*

Wybrane wyniki

- Przedstawił (1910) aksjomatyczne podejście do STW.
- Badał (1910) relatywistyczną teorię bryły sztywnej.

• W. von Ignatowsky: *Einige allgemeine Bemerkungen zum Relativitätsprinzip*.
Physikalische Zeitschrift **11**, 21/22 (1910) 972-975.

• W. von Ignatowsky: *Der starre Körper und das Relativitätsprinzip*.
Annalen der Physik **33**, 13 (1910) 607-630.



polSKI fizyk teoretyk

1898 - Urodził się 20 sierpnia w Krakowie.

1916/21 - Studiował na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie.

1923 - Studiował także w Berlinie.

- Doktoryzował się na Uniwersytecie Jagiellońskim u profesora W. Natansona.

1929/36 - Był starszym asystentem

na Uniwersytecie Lwowskim.

1933/34 - Przebywał na stypendium w Cambridge.

1936/38 - Pracował w Instytucie Studiów Zaawansowanych w Princeton, gdzie współpracował z Einsteinem.

1938/50 - Był profesorem na Uniwersytecie w Toronto.

1950 - Został profesorem Uniwersytetu Warszawskiego.

1968 - Zmarł 15 stycznia w Warszawie.

Wybrane wyniki

- Opublikował ponad sto prac naukowych i dziesięć książek.
- Leopold Infeld i Bartel L. van der Waerden wykorzystali (1933) rachunek spinorowy do opisu oddziaływania pola grawitacyjnego na wirujące cząstki.
- Albert Einstein, Leopold Infeld i Banesh Hoffmann opracowali (1938) aproksymacyjną metodę badania ruchu ciężkich ciał w ramach ogólnej teorii względności nazywaną metodą EIH (Einsteina-Infelda-Hoffmanna).
- Jest autorem wielu prac o problemie ruchu w OTW.
- Badał promieniowanie grawitacyjne i strukturę jego źródeł.

• L. Infeld und Bartel L. van der Waerden: *Die Wellengleichung des Elektrons in der allgemeinen Relativitätstheorie*. Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften [Physikalisch-mathematische Klasse] **9** (1933) 380-401.

• A. Einstein, L. Infeld, B. Hoffmann: *Gravitational Equations and Problems of Motion*. Annals of Mathematics **39** (January 1938) 65-100. [Praca 117] [Received 16 June 1937]

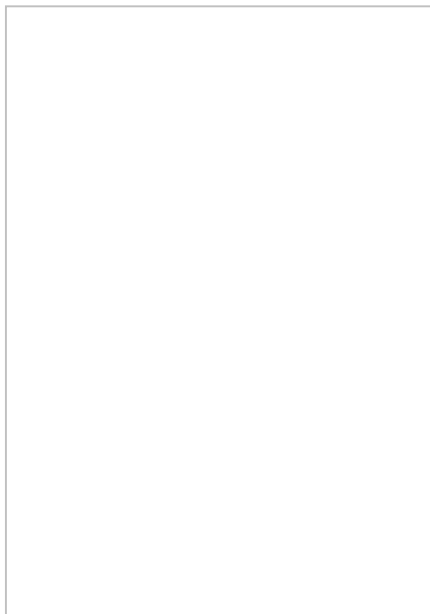
Ciekawostki

W książce *Szkice z przeszłości* Infeld przytacza zagadkę, którą zadał mu kiedyś Kapica:

Pies ma patelnię metalową przywiązaną do ogona. Gdy pies biegnie, patelnia ta uderza o bruk. Pytanie: z jaką prędkością musi biec pies, aby nie słyszeć uderzeń patelni?

Odpowiedź:

Pies powinien biec z prędkością większą niż prędkość dźwięku w powietrzu (330 metrów na sekundę) lub pozostawać w spoczynku. Pierwsza propozycja jest oczywiście nierealna.



[Иваненко, Дмитрий Дмитриевич]
[Ivanenko, Dmitri D.] [Iwanenko, D. D.]
radziecki fizyk teoretyk

1904 - Urodził się 29 lipca w Połtawie.

1927 - Ukończył Uniwersytet Leningradzki.

1943 - Został profesorem Uniwersytetu
Moskiewskiego.

1994 - Zmarł 30 grudnia w Moskwie.

Wybrane wyniki

- W. A. Fock i D. D. Iwanienko uogólnili (1929) równanie Diraca na przypadek pola grawitacyjnego.
- W. A. Fock i D. D. Iwanienko opracowali (1929) teorię równoległego przeniesienia spinorów.
- Badał (1983) teorię grawitacji z cechowaniem uwzględniającą krzywiznę i skręcenie.

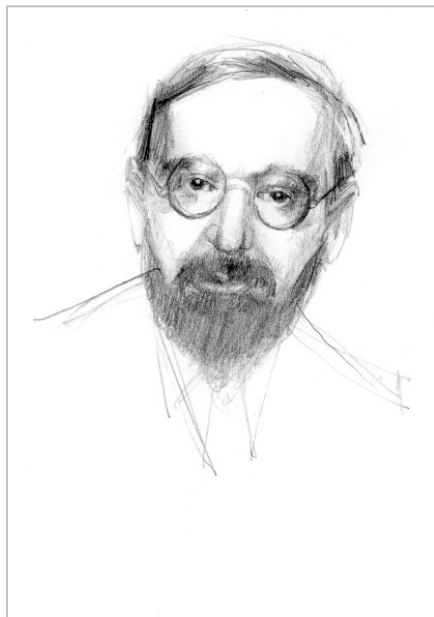
Ciekawostki

- Zaproponował (1932), że składnikami jąder są protony i neutrony.

• V. A. Fock, D. Iwanenko: *Über eine mögliche geometrische Deutung der relativistischen Quantentheorie*. Zeitschrift für Physik **54**, 11-12, (05/1929) 798-802.

• V. Fock et D. Iwanenko: *Geometrie quantique lineare et déplacement parallele*. Comptes Rendus [hebdomadaires des séances] de l'Académie des sciences, Paris **188** (1929) 1470-1472.

• D. Iwanenko, G. Sardanashvily: *The gauge treatment of gravity*. Physics Reports **94**, 1 (01/1983) 1-45.



niemiecki fizyk teoretyk

1885 - Urodził się 9 listopada w Raciborzu.

- Studiował matematykę
na Uniwersytecie Królewieckim.

1909 - Doktoryzował się.

1909/29 - Pracował jako Privatdozent
w Królewcu.

1929 - Został profesorem na uniwersytecie

w Kilonii.

1935 - Został profesorem zwyczajnym na Uniwersytecie Getyńskim.

1954 - Zmarł 19 stycznia w Getyndze.

Wybrane wyniki

- Sformułował (1921) w ramach OTW pięciowymiarową jednolitą teorię pola grawitacyjnego i elektromagnetycznego.
- Einstein początkowo odniósł się sceptycznie do tej koncepcji. Później poświęcił temu pomysłowi wiele prac.

Ciekawostki

- Privatdozent otrzymywał $5xy$ złotych marek na semestr, gdzie x oznacza liczbę godzin wykładów w tygodniu, a y – liczbę studentów.

• Th. Kaluza: *Zum Unitätsproblem der Physik*.
Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften **2** (1921) 966-972.
[Vorgelegt vom Hrn. Einstein am 8. Dezember 1921.]



szwedzki fizyk teoretyk

1894 - Urodził się 15 września w Sztokholmie.

1921 - Doktoryzował się na Uniwersytecie Sztokholmskim.

1923/25 - Przebywał w Ann Arbor (Michigan).

1926 - Był docentem na Uniwersytecie Lund.

1927/28 - Pracował w Instytucie Fizyki Teoretycznej w Kopenhadze.

1930/62 - Był profesorem Uniwersytetu Sztokholmskiego.

1945 - Został członkiem Szwedzkiej Akademii Nauk.

1977 - Zmarł 5 lutego w Sztokholmie.

Wybrane wyniki

- Rozwinął pięciowymiarową teorię Kaluzy, unifikującą pola grawitacyjne i elektromagnetyczne, zapisując 28 kwietnia 1926 równanie Schrödingera w kowariantnej postaci w pięciowymiarowej przestrzeni Kaluzy (równanie Kleina).

Pytania

- Jak się mają prace Kleina, Mandela i Focka względem pracy Kaluzy?
- Jak się mają względem siebie prace Kleina, Mandela i Focka?

•Oskar Klein: *Quantentheorie und fünfdimensionale Relativitätstheorie*.
Zeitschrift für Physik **37**, 12 (1926) 895-906.
[Eingegangen am 28. April 1926.] [Abgeschlossen am 10. Juli 1926.]

austriacki fizyk teoretyk

1886 - Urodził się 10 grudnia w Wiedniu.

- Pracował jako *Privatdozent*
na Uniwersytecie Wiedeńskim.

1923 - Został profesorem na Uniwersytecie
Wiedeńskim.

1938 - Wyemigrował do USA. Osiedlił się
w Rochester (New York).

1965 - Zmarł 11 maja w Rochester.

Wybrane wyniki

- Przedstawił (1912) równania Maxwella w postaci ogólnie kowarian-nej (metric-free electrodynamics).
- Otrzymał (1918) rozwiązanie Schwarzschilda bez próżniowych rów-nań polowych Einsteina.

• Friedrich Kottler:

Über die Raumzeitlinien der Minkowskischen Welt.

Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften **121** (1912) 1659-1759.

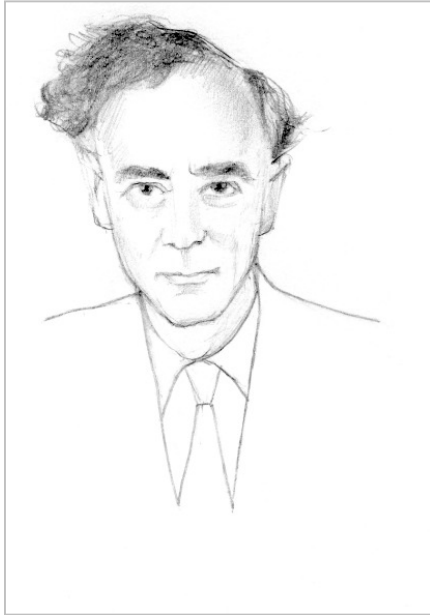
• Friedrich Kottler:

Über die physikalischen Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie.

Annalen der Physik **361/56,14** (1918) 401-461.

Ciekawostki

- Równania Maxwella w postaci ogólnie kowariantnej przedstawili niezależnie od siebie: Kottler w 1912, Einstein w 1913 [praca 21], a następnie w 1914 [praca 29] oraz w 1916 [praca 40], Cartan w 1923-1924 i van Dantzig w 1934.



[Ландау, Лев Давыдович]

[Landau, Lev Davidovich]

radziecki fizyk teoretyk,
laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1960

1908 - Urodził się 22 stycznia w Baku.

1922/24 - Studiował na uniwersytecie w Baku.

1924/27 - Studiował na uniwersytecie
w Leningradzie.

1927 - Rozpoczął pracę w Leningradzkim Instytucie
Fizyko-Technicznym.

1929 - Został wysłany na półtoraroczny naukowy staż zagraniczny.
Pracował w Danii, Anglii i Szwajcarii.

1934 - Otrzymał stopień doktora nauk fizycznych i matematycznych
bez przedstawiania dysertacji.

1935 - Został mianowany profesorem Uniwersytetu Charkowskiego.

1937 - Został kierownikiem działu fizyki teoretycznej w Instytucie Problemów Fizycznych w Moskwie.

1943 - Został profesorem Uniwersytetu Moskiewskiego.

1946 - Został członkiem rzeczywistym Akademii Nauk ZSRR.

1962 - Uległ 7 stycznia poważnemu wypadkowi samochodowemu na trasie z Moskwy do Dubnej. Dopiero po 59 dobach odzyskał przytomność. Przez sześć lat podtrzymywany był przy życiu.

1962 - Otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki

“za pionierskie teorie skondensowanej materii, szczególnie ciekłego helu”.

1968 - Zmarł 1 kwietnia w Moskwie.

Wybrane wyniki

- Jest współautorem dziesięciotomowego kursu fizyki teoretycznej, w tym tomu poświęconego STW i OTW.
- Wyznaczył (1932) w przypadku relatywistycznym graniczną (nieprzekraczalną) masę gwiazdy, będącej kulą gazu Fermiego, gwarantującą jej stabilność. Masa graniczna wynosi $2,8 \cdot 10^{30}$ kg, czyli 1,4 masy Słońca.
- Landau i Lifszic wyprowadzili (1948) tzw. wzór kwadrupolowy na moc energii wysyłanej w postaci fal grawitacyjnych przez poruszające się ciała [będące emiterami].

• L. D. Landau: *К теории звезд.*

Physikalische Zeitschrift der Sowjetunion **1**, 2 (1932) 285-288.

O teorii gwiazd.

• Л. Ландау и Г. Лифшиц: *Теория поля.* Москва-Ленинград 1948.

Istnieje polski przekład:

• L. Landau, E. Lifszic: *Teoria pola.* PWN, Warszawa 1958.

Ciekawostki

Według: *Памяти Ландау (к 80-летию со дня рождения)*.

КВАНТ 8 (1988) 2-7.

- Koledzy nazywali Landau[a] po prostu Dau.

- Powiadał:

“Całkować nauczyłem się gdy miałem trzynaście lat, a czasu, kiedy nie umiałem różniczkować, nie pamiętam.”

- Często, czytając artykuł, odszukiwał tylko wynik, po czym dochodził do niego sam i, z reguły, szybciej niż autor.

- Władał po mistrzowsku techniką obliczeń, uznawał tylko “realną” matematykę – tę, która potrzebna jest fizykom. Stałym obiektem jego żartów były twierdzenia o istnieniu.

- Współpracownikom, którzy chcieli dokładnie opowiedzieć o swoich dociekaniach, powiadał:

“Jak to zrobiłeś – fakt twojej biografii.”

Interesował go tylko wynik i jego interpretacja.

Ciekawostki

Według: Е. М. Лифшиц: *Лев Давидович Ландау (1908-1968)*. [w:] Л. Д. Ландау: *Собрание трудов*. Наука, Москва 1969. [Drugi tom, strony 427-447]

- Pracował wszędzie i dużo (nigdy przy stole), a zwykle w pozycji półleżącej na kanapie.

Lubił żartować ze swego nazwiska, odwołując się do języka francuskiego:

Landau = L'âne Dau = osioł Dau

- Na drzwiach jego gabinetu widniał umieszczony przez niego napis:

“L. Landau. Ostrożnie – gryzą!”

- Fizyków klasyfikował w pięciostopniowej skali logarytmicznej:

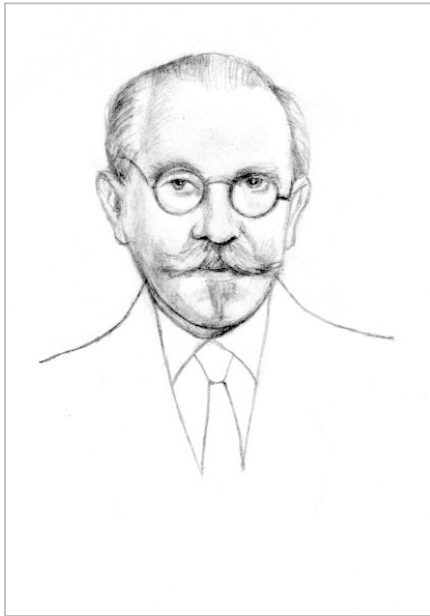
fizyk klasy pierwszej osiągnął 10 razy więcej niż fizyk klasy drugiej, 100 razy więcej niż fizyk klasy trzeciej, 1000 razy więcej niż fizyk klasy czwartej.

Można to ująć w postaci wzoru:

$$\text{numer klasy} = \log_{10} \left[\frac{\text{idealny wkład w rozwój fizyki}}{\text{faktyczny wkład w rozwój fizyki}} \right]$$

Do klasy zerowej należałby uczony bezwzględnie genialny, który wniósł w rozwój fizyki maksymalnie możliwy [idealny] wkład. Do klasy piątej Landau zaliczał wszystkie “patologie”, Newtonowi przypisał klasę 0, Einsteinowi – klasę 0,5 a Bohrowi, Heisenbergowi, Schrödingerowi i Dirackowi – klasę 1. Siebie samego początkowo skromnie zaliczył do klasy 2,5 a później – do klasy 2.

- Jego stałe naukowe kontakty z wieloma uczniami i kolegami były dla Lwa Dawidowicza także źródłem informacji. Oryginalna cecha stylu jego pracy polegała na tym, że od dawna – jeszcze z okresu charkowskiego – prawie nie czytał sam artykułów oraz książek. Tym niemniej zawsze orientował się we wszystkich nowinkach w fizyce. Wiedzę czerpał z licznych dyskusji podczas wykładów na prowadzonym przez niego seminarium.



francuski fizyk

1872 - Urodził się 23 stycznia w Paryżu.

1891/93 - Studiował na Sorbonie.

- Studiował w École Normale Supérieure.

1897 - Przebywał w Laboratorium Cavendisha w Cambridge u J. J. Thomsona.

1902 - Doktoryzował się na Sorbonie.

1902 - Rozpoczął pracę w Collège de France.

1906 - Został profesorem w École Municipale de Physique et Chimie oraz w École Nationale Supérieure des Jeunes Filles.

1909 - Został profesorem w Collège de France.

1934 - Został członkiem Académie des Sciences.

1946 - Zmarł 19 grudnia w Paryżu.

Wyniki

- Zwrócił uwagę (1911) na paradoks zegarów.
- Jako pierwszy wprowadził (1913) pojęcie defektu masy.

• P. Langevin: *L'évolution de l'espace et du temps*.
Scientia **10** (1911) 31. [oraz] Physique (1911) 265.
Ewolucja przestrzeni i czasu.

• P. Langevin: *L'inertie de l'énergie et ses conséquences*.
Journal de physique **3** (1913) 553. [oraz] Physique (1913) 345.
Inercja energii i jej konsekwencje.

niemiecko-argentyński fizyk

1872 - Urodził się 7 lutego w Rzeszowie (Polska).

- Studiował na uniwersytetach
w Krakowie, Wiedniu i Getyndze.

1906 - Doktoryzował się u Wiena w Würzburgu
(Niemcy).

- Był profesorem fizyki w La Plata
(Argentyna).

1962 - Zmarł 22 kwietnia we Fryburgu (Szwajcaria).

Wybrane wyniki

- Einstein i Laub badali (1908) równania Maxwella-Hertza oraz równania materiałowe w poruszającym się ośrodku. Podali wzory transformacyjne dla wielkości charakteryzujących pole elektromagnetyczne i jego źródła.

Ciekawostki

- Jakob Johann Laub był pierwszym współpracownikiem Einsteina.
- W 1939 był ambasadorem Argentyny w Warszawie.

• A. Einstein und J. Laub: *Über die elektromagnetischen Grundgleichungen für bewegte Körper*.
Annalen der Physik **26**, 8 (1908) 532-540. [Praca 9]
O podstawowych elektrodynamicznych równaniach poruszającego się ciała.

• A. Einstein und J. Laub: *Über die im elektromagnetischen Felde auf ruhende Körper ausgeübten ponderomotorischen Kräfte*.
Annalen der Physik **26**, 8 (1908) 541-550. [Praca 11]
O ponderomotorycznych siłach, działających w polu elektromagnetycznym na spoczywające ciała.

• A. Einstein und J. Laub: *Berichtigung zur Abhandlung: Über die elektromagnetischen Grundgleichungen für bewegte Körper*.
Annalen der Physik **27**, 1 (1908) 232-232. [Praca 9A]

• A. Einstein und J. Laub: *Bemerkungen zu unserer Arbeit "Über die elektromagnetischen Grundgleichungen für bewegte Körper"*.
Annalen der Physik **28** (1909) 445-447. [Praca 10]
Uwagi do naszej pracy "O podstawowych elektrodynamicznych równaniach poruszającego się ciała".



niemiecki fizyk teoretyk
laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1914

1879 - Urodził się 9 października w Pfaffendorf.

1898/1903 - Studiował na uniwersytetach
w Strasburgu, Getyndze, Monachium i Berlinie.

1903 - Doktoryzował się na Uniwersytecie
Berlińskim pod kierunkiem Max[a] Planck[a].

1903/1905 - Przebywał w Getyndze.

1905/1909 - Był asystentem Maxa Plancka.

W semestrze zimowym 1905/1906 wysłuchał jego wykładów
na temat szczególnej teorii względności.

1909 - Rozpoczął pracę jako *Privatdozent* na Uniwersytecie
Monachijskim.

1912 - Został profesorem nadzwyczajnym na Uniwersytecie
Zurychskim.

1914 - Został profesorem zwyczajnym na Uniwersytecie Frankfurckim.

1914 - Otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki

“za odkrycie dyfrakcji promieni X w kryształach”.

1919/43 - Był profesorem na Uniwersytecie Berlińskim.

1946/51 - Był dyrektorem Instytutu Maxa Plancka w Getyndze i profesorem tytularnym tamtejszego uniwersytetu.

1951 - Wybrano go na dyrektora Instytutu Chemii Fizycznej w Berlinie-Dahlem.

1958 - Przeszedł na emeryturę.

1960 - Zmarł 24 kwietnia w Berlinie.

Wybrane wyniki

- Wyprowadził (30 lipca 1907), w ramach STW w związku z doświadczeniem Fizeau, wzór Fresnela.
- Podał (30 kwietnia 1911) wzory na elektromagnetyczną energię oraz pęd elektronu, posługując się językiem STW.

• M. von Laue: *Die Mitführung des Lichtes durch bewegte Körper nach dem Relativitätsprinzip*.
Annalen der Physik **23**, 10 (1907) 989-990.

• M. Laue: *Zur Dynamik der Relativitätstheorie*.
Annalen der Physik **35**, 8 (1911) 524-542.



belgijski astrofizyk i kosmolog

1894 - Urodził się 17 lipca w Charleroi (Belgia).

1920 - Ukończył uniwersytet w Louvain.

1920 - Wstąpił do seminarium w Malines.

1923 - Przyjął święcenia kapłańskie.

1927 - Doktoryzował się w Massachusetts

Institute of Technology na podstawie pracy

“The Gravitational Field in a Fluid Sphere of

Uniform Invariant Density, According to the Theory of Relativity”.

1927 - Został profesorem uniwersytetu w Louvain.

1966 - Zmarł 20 czerwca w Louvain.

Wybrane wyniki

- Wykazał (1925), że w modelu de Sittera przestrzeń ulega ekspansji.
- Niezależnie od A. Friedmana podał pięć lat później (1927) rozwiązanie równań pola Einsteina opisujące rozszerzający się wszechświat.
- Jest jednym z twórców (1948) Teorii Wielkiego Wybuchu.
- Postulował (1948) istnienie korpuskularnego “promieniowania reszkowego”.
- Zwrócił uwagę (1948) na rolę niestabilności grawitacyjnej w powstaniu galaktyk i gromad galaktyk.

• G. E. Lemaître: *Note on de Sitter's Universe*.

Journal of Mathematics and Physics (MIT) **4** (1925).

• G. E. Lemaître: *Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques*. Annales de la Société Scientifique de Bruxelles A **47** (1927) 29-39.

Jednorodny wszechświat o stałej masie i rosnącym promieniu, wyjaśniający prędkość radialną mgławic pozagalaktycznych.

• G. Lemaître: *L'hypothèse de l'atome primitif*.

Rev. d. Quest. Scientifiques (1948) 321-339.

Hipoteza pierwotnego atomu.

Lemaître zaproponował, że wszechświat mógł się zacząć od rozpadu „pierwotnego atomu”. Ta dość mglista hipoteza została później skonkretyzowana przez innych uczonych.

• G. Lemaître: *Instability in the Expanding Universe and Its Astronomical Implications*.

Pont. Acad. Scien.: Scripta Varia **16** (1948) 475-486.

Niestabilność w rozszerzającym się wszechświecie i jej astronomiczne konsekwencje.

Ciekawostki

- Georges Henri Joseph Édouard Lemaître podpisywał swoje prace, jako:

Georges Henri Lemaître

Georges Édouard Lemaître

Georges Lemaître

Abbé Georges Lemaître

Słowniczek

Abbé – opat, duchowny, ksiądz

austriacki fizyk i matematyk

1890 - Urodził się 28 października w Wiedniu.

1914 - Doktoryzował się na Uniwersytecie Wiedeńskim.

- Został profesorem zwyczajnym matematyki i mechaniki analitycznej w Technischen Hochschule w Monachium.

1985 - Zmarł 28 grudnia w Monachium.

Wybrane wyniki

- Joseph Lense i Hans Thirring wykazali (1918), na podstawie równań Einsteina, że w polu wirującego źródła przyspieszenie Coriolisa zawiera dodatkowy człon, **zależny** od prędkości kątowej wirującego ciała źródłowego, powodujący wkład do precesji **orbitalnego** momentu pędu swobodnie orbitującej cząstki (precesja Lensego-Thirringa, efekt Lensego-Thirringa, efekt rotacyjny, wleczenie układów inercjalnych).

Wskazówka

- Szukaj w internecie pod hasłem: Lense-Thirring effect.

• J. Lense und H. Thirring: *Über den Einfluß der Eigenrotation der Zentralkörper auf die Bewegung der Planeten und Monde nach der Einsteinschen Gravitationstheorie*. Physikalische Zeitschrift **19**, 8 (15. April 1918) 156-163.

Istnieje angielski przekład (B. Mashhoon, F. W. Hehl and D. S. Theiss):

• Josef Lense and Hans Thirring: *On the Influence of the Proper Rotation of Central Bodies on the Motions of Planets and Moons According to Einstein's Theory of Gravitation*. General Relativity and Gravitation **16**, 8 (1984) 727-741.

Angielskie nazwy i określenia efektu Lensego-Thirringa

- Lense-Thirring effect
- Precession of the orbital plane of an orbiting body around a rotating mass
- Spin-orbital angular momentum coupling of the gravitational interaction
- Dragging of inertial frames – nazwa zaproponowana przez Einsteina



włoski matematyk

1873 - Urodził się 29 marca w Padwie.

1890/1894 - Studiował matematykę na uniwersytecie w Padwie, gdzie profesorem był Gregorio Ricci-Curbastro.

- Doktoryzował się u Ricci-Curbastra.

1897/1918 - Wykładał mechanikę racjonalną na uniwersytecie w Padwie.

1918 - Został profesorem analizy matematycznej w Rzymie.

1920 - Został profesorem mechaniki racjonalnej w Rzymie.

1938 - Faszystowskie władze pozbawiły go prawa do nauczania.

1941 - Zmarł 20 grudnia w Rzymie.

Wybrane wyniki

- Jest (1901) współtwórcą absolutnego rachunku różniczkowego.
- Wprowadził (1917) pojęcie przesunięcia równoległego.
- Znalazł (1919) statyczne rozwiązanie równań pola posiadającego symetrię osiową.
- Zajmował się (1937, 1950) relatywistycznym problemem wielu ciał.

• G. Ricci et T. Levi-Civita: *Méthodes de calcul différentiel absolu et leurs applications.*

Mathematische Annalen **54** (1901) 125-201.

Istnieje polski przekład:

• G. Ricci i T. Levi-Civita: *Metody rachunku różniczkowego bezwzględnego i ich zastosowania.*

Prace matematyczno-fizyczne **12** (1901) 11-94. [Przełożył S. D.]

• T. Levi-Civita: *Nozione di parallelismo in una varietà qualunque e conseguente specificazione geometrica della curvatura Riemanniana.*

Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo **42** (1917) 173-205.

• T. Levi-Civita: *ds^2 einsteiniani in campi newtoniani.*

Rendiconti d. R. Accad. dei Lincei (1919).

• T. Levi-Civita: *The Relativistic Problem of Several Bodies.*

American Journal of Mathematics **59** (1937) 9-22.

• T. Levi-Civita: *Le probleme des n corps en relativité générale.*

Mémoires des Sciences Mathématiques [publié sous le patronage de l'Académie des Sciences de Paris] **116** (1950) 1-111.

Gauthier-Villars, Paris 1950.

Istnieje angielski przekład:

• T. Levi-Civita: *The n -body Problem in General Relativity.* D. Reidel Pub. Co. Dordrecht 1965. [XI + 120 stron]



[Лифшиц, Евгений Михайлович]

[Lifshitz, E. M.]

radziecki fizyk teoretyk

1915 - Urodził się 21 lutego w Charkowie.

1933 - Ukończył politechnikę w Charkowie.

1933/38 - Pracował w Charkowskim Instytucie Fizyko-Technicznym.

1934 - Doktoryzował się w Charkowie.

1935 - Habilitował się na Uniwersytecie Leningradzkim.

1939 - Rozpoczął pracę w Instytucie Problemów Fizycznych Akademii Nauk ZSRR w Moskwie.

1966 - Został członkiem korespondentem Akademii Nauk ZSRR.

1979 - Został członkiem rzeczywistym AN ZSRR.

1982 - Został członkiem Royal Society.

1985 - Zmarł 29 października w Moskwie.

Wybrane wyniki

- Sformułował (1946) teorię niestabilności w rozszerzającym się wszechświecie.
- Jest współautorem dziesięciotomowego kursu fizyki teoretycznej, w tym tomu poświęconego STW i OTW.
- Landau i Lifszic wyprowadzili (1948) tzw. wzór kwadrupolowy na moc energii wysyłanej w postaci fal grawitacyjnych przez poruszające się ciała [będące emiterami].
- Badał (1969) osobliwości w kosmologicznych rozwiązaniach równań OTW.

• E. M. Lifshitz. J. Phys. USSR **10** (1946) 116.

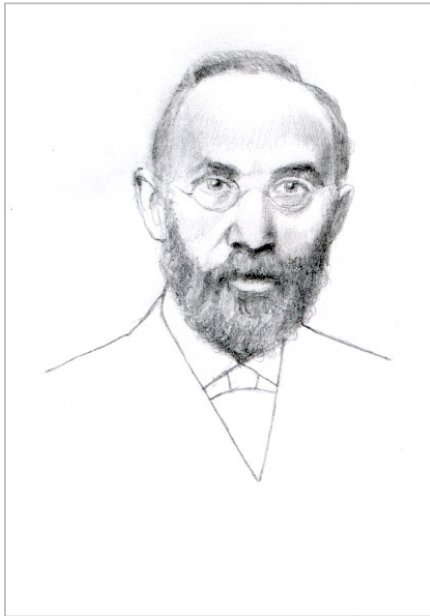
• E. M. Lifshitz: *Singularity in the General Solution of the Gravitational Equations (Short Contribution)*. [in:] Contemporary Physics, Volume 1, Proceedings of the International Symposium held at the International Centre for Theoretical Physics, Trieste, 7-28 June, 1968. International Atomic Energy Agency, Vienna 1969. [Strona 557]

• Л. Ландау и Г. Лифшиц: *Теория поля*. Москва-Ленинград 1948.
Istnieje polski przekład:

• L. Landau, E. Lifszic: *Teoria pola*. PWN, Warszawa 1958.

Ciekawostki

- Przez ponad dwadzieścia lat był zastępcą redaktora czasopisma *Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики*.
- Oprócz pracy naukowej nauczał na Uniwersytecie Charkowskim, Uniwersytecie Moskiewskim oraz w Charkowskim Instytucie Mechaniki i Maszyn Budowlanych, Charkowskim Instytucie Technologii Chemicznej oraz Instytucie Pedagogicznym.



holenderski fizyk teoretyk
laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1902

1853 - Urodził się 18 lipca w Arnhem.

1870/71 - Studiował na uniwersytecie w Lejdzie.

1875 - Doktoryzował się na uniwersytecie
w Lejdzie na podstawie pracy

“O teorii odbicia i załamania światła”.

1877/1912 - Kierował katedrą fizyki teoretycznej

na uniwersytecie w Lejdzie.

1902 - Otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki

“w uznaniu nadzwyczajnego wkładu wniesionego przez badania
wpływu magnetyzmu na zjawiska promieniowania”.

1928 - Zmarł 4 lutego w Haarlem.

Wybrane wyniki

- Niezależnie od G. F. FitzGeralda tłumaczył (1892) negatywny wynik doświadczenia Michelsona-Morleya skróceniem długości ramion interferometru wzdłuż kierunku ruchu Ziemi względem eteru.

• H. A. Lorentz: *La théorie électromagnétique de Maxwell et son application aux corps mouvants*. Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles **25** (1892) 363-551.

Doświadczenia Lodge'a (1893), Rayleigha-Brace'a (1902 i 1904), Troutona-Noble'a (1903) oraz Troutona-Rankine'a (1908) wykazały, że hipoteza FitzGeralda-Lorentza jest błędna. Według Einsteina kontrakcja jest wynikiem własności czasoprzestrzeni, a nie oddziaływania pręta z eterem.

- Opisał (1892) siłę, działającą w polu elektromagnetycznym na naładowane cząstki, zwaną siłą Lorentza.

• H. A. Lorentz: *De relatieve beweging van de aarde en den aether*. Verslagen der [zittingen van de wis-en natuurkundige afdeling der] Koninklijke Akademie van Wetenschappen [te Amsterdam] **1** (26 November 1892) 74-79.

- Zaproponował (1904) transformacje współrzędnych przestrzennych i czasu niezmieniające postaci równań Maxwella.

• H. A. Lorentz: *Electromagnetische verschijnselen in een stelsel dat zich met willekeurige snelheid, kleiner dan die van het licht, beweegt*. Verslag [van de gewone vergaderingen der wis-en natuurkundige afdeeling] der Koninklijke Akademie van Wetenschappen [te Amsterdam] **12** (23 April 1904) 986-1009.

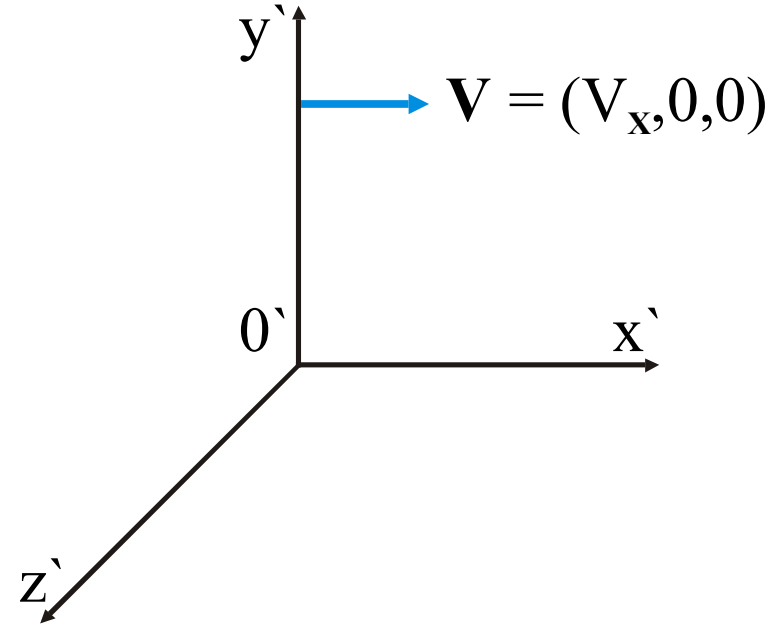
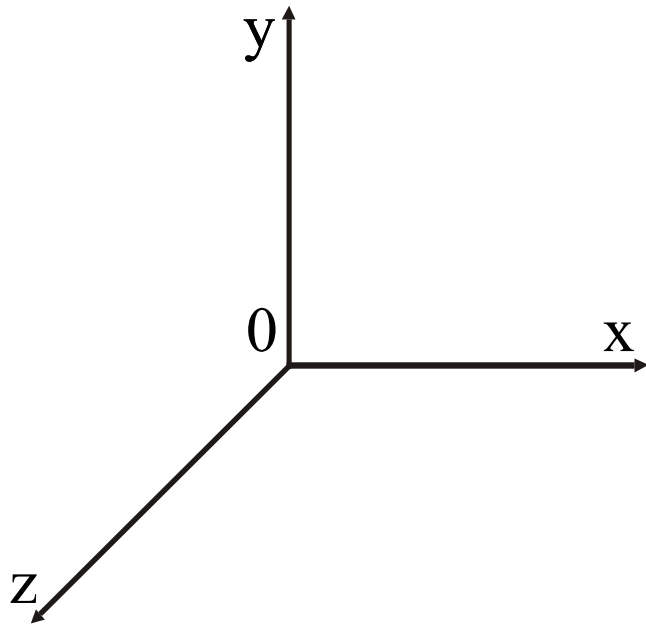
- Badał (1916-1917) związek równań polowych Einsteina z równaniami ruchu.

• H. A. Lorentz: *Over Einstein's theorie der zwaartekracht. I*. Verslag [van de gewone vergaderingen der wis-en natuurkundige afdeeling] der Koninklijke Akademie van Wetenschappen [te Amsterdam] **24** (26 Februari 1916) 1389-1402.

• H. A. Lorentz: *Over Einstein's theorie der zwaartekracht. II*. Verslag [van de gewone vergaderingen der wis-en natuurkundige afdeeling] der Koninklijke Akademie van Wetenschappen [te Amsterdam] **24** (25 Maart 1916) 1759-1774.

• H. A. Lorentz: *Over Einstein's theorie der zwaartekracht. III*. Verslag [van de gewone vergaderingen der wis-en natuurkundige afdeeling] der Koninklijke Akademie van Wetenschappen [te Amsterdam] **25**, 2 (24 Juni 1916) 468-486.

• H. A. Lorentz: *Over Einstein's theorie der zwaartekracht. IV*. Verslag [van de gewone vergaderingen der wis-en natuurkundige afdeeling] der Koninklijke Akademie van Wetenschappen [te Amsterdam] **25**, 9 (31 Maart 1917) 1380-1396.



$$x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \frac{t - \frac{Vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

Ciekawostki

- Transformacje podane przez Lorentza miały postać

$$x' = kx$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = \frac{1}{k}t - k \frac{V}{c^2}$$

gdzie

$$k = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

t' – “plaatselijken tijd” – czas miejscowy, lokalny

- Identyczne transformacje zaproponował (1900) Larmor.
- Wzory te zmodyfikował (1905) Henri Poincaré (1854-1912), nazywając je transformacjami Lorentza.
- Woldemar Voigt (1850-1919) znalazł (1887) transformacje, podobne do przekształceń Lorentza, niezmiennające postaci równania falowego.

$$\begin{aligned}x' &= x - Vt \\y' &= y \\z' &= z \\t' &= t - \frac{V}{c^2} x\end{aligned}$$

• J. Larmor: *Aether and Matter*. Cambridge 1900.

• H. Poincaré: *Sur la dynamique de l'électron*. Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris **140** (1905) 1504-1508. [Séance du lundi 5 juin 1905.] [juin – czerwiec]

• W. Voigt: *Ueber das Doppler'sche Princip*. Nachrichten von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts-Universität zu Göttingen No 2 (10. März 1887) 41-51. [Sitzung vom 8. Januar] [strona 46, równanie (13)]

• Kolejne etapy powstawania transformacji Lorentza

- 1887 – Voigt
- 1895 – Lorentz
- 1897 – Larmor
- 1899 – Lorentz
- 1900 – Larmor
- 1904 – Lorentz
- 1905 – Poincaré
- 1905 – Einstein

• W. Voigt: *Ueber das Doppler'sche Princip*. Nachrichten von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts-Universität zu Göttingen No 2 (10. März 1887) 41-51. [Sitzung vom 8. Januar] [strona 46, równanie (13)]

• H. A. Lorentz: *Versuch einer Theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern*. E. J. Brill, Leiden 1895. [strona 37, równanie (24); strona 49, równanie (34)]

• J. Larmor: *On a Dynamical Theory of the Electric and Luminiferous Medium. Part III. Relations with Material Media*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London **190** (1897) 205-300.

• H. A. Lorentz: *Simplified Theory of Electrical and Optical Phenomena in Moving Systems*. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **1** (1898-1899) 427-442.

• J. Larmor: *Aether and Matter*. Cambridge 1900. *Eter i materia*.

• H. A. Lorentz: *Electromagnetische verschijnselen in een stelsel dat zich met willekeurige snelheid, kleiner dan die van het licht, beweegt*. Verslag [van de gewone vergaderingen der wis-en natuurkundige afdeling] der Koninklijke Akademie van Wetenschappen [te Amsterdam] **12** (23 April 1904) 986-1009.

• H. Poincaré: *Sur la dynamique de l' électron*. Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris **140** (1905) 1504-1508.

• A. Einstein: *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*. Annalen der Physik **17**, 10 (1905) 891-921.

włoski fizyk eksperymentator

1871 - Urodził 28 października.

Pracował jako profesor fizyki na uczelniach:

w Rzymie,

w Turynie (1916-1921),

w Bolonii (1921-1934).

1957 - Zmarł 31 lipca.

Wybrane wyniki

- Doświadczalnie potwierdził, że odbicie światła od poruszającego się metalowego zwierciadła nie zmienia wartości prędkości propagacji światła w powietrzu.

- Quirino Majorana: *On The Second Postulate of the Theory of Relativity: An Experimental Demonstration of the Constancy of the Velocity of Light Reflected by a Moving Mirror*. *Physical Review* **11** (1 May 1918) 411-420.

- Quirino Majorana: *On the Second Postulate of the Theory of Relativity: Experimental Demonstration of the Constancy of Velocity of the Light reflected from a Moving Mirror*. *Philosophical Magazine* **35**, 206 (1918) 163-174.

- Doświadczalnie potwierdził, że wartość prędkości światła nie zmienia się wskutek ruchu źródła światła wzdłuż kierunku propagacji.

- Quirino Majorana: *Experimental Demonstration of the Constancy of Velocity of the Light emitted by a Moving Source*. *Philosophical Magazine* **37**, 217 (1919) 145-150.

fizyk teoretyk

1928 - Rozpoczął pracę na Uniwersytecie Leningradzkim.

Wybrane wyniki

- Badał (1926, 1927, 1929) pięciowymiarową teorię Kaluzy unifikującą grawitację i elektromagnetyzm.
- Zapisał (1929, 1930) równanie Diraca w pięciowymiarowej przestrzeni Kaluzy.

Pytania

- Jak się mają prace Kleina, Mandela i Focka względem pracy Kaluzy?
- Jak się mają względem siebie prace Kleina, Mandela i Focka?

• Heinrich Mandel: *Zur Herleitung der Feldgleichungen in der allgemeinen Relativitätstheorie. (Erste Mitteilung.)*

Zeitschrift für Physik **39**, 2/3 (1926) 136-145.

• Heinrich Mandel: *Zur Herleitung der Feldgleichungen in der allgemeinen Relativitätstheorie. (Zweite Mitteilung.)*

Zeitschrift für Physik **45**, 3/4 (1927) 285-306.

• Heinrich Mandel: *Zur Axiomatik der fünfdimensionalen Relativitätstheorie.*

Zeitschrift für Physik **54**, 7-8 (04/1929) 564-566.

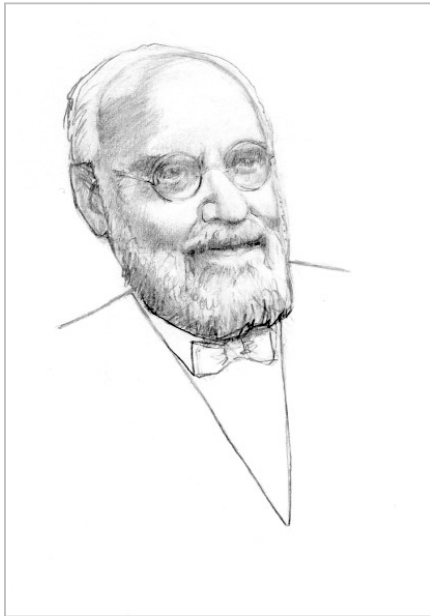
• Heinrich Mandel: *Zur tensoriellen Form der wellenmechanischen Gleichungen des Elektrons.*

Zeitschrift für Physik **54**, 7-8 (04/1929) 567-570.

• Heinrich Mandel: *Über den Zusammenhang zwischen der Einsteinschen Theorie des Fernparallelismus und der fünfdimensionalen Feldtheorie.* Zeitschrift für Physik **56**, 11-12 (08/1929) 838-844.

• Heinrich Mandel: *Einige vergleichende Bemerkungen zur Quantentheorie des Elektrons.*

Zeitschrift für Physik **60**, 11 (03/1930) 782-794.



niemiecki fizyk

1868 - Urodził się 29 września w Rostocku.

- Studiował nauki przyrodnicze i matematykę na uniwersytecie w Heidelbergu.

1891 - Doktoryzował się.

1892/1902 - Był asystentem w Instytucie Fizyki w Technische Hochschule w Karlsruhe.

1897 - Habilitował się.

1897 - Został prywatnym docentem w Instytucie Fizyki w Technische Hochschule w Karlsruhe.

1902 - Został profesorem nadzwyczajnym fizyki eksperymentalnej na uniwersytecie w Greifswaldzie.

1905 - Został profesorem zwyczajnym i dyrektorem Instytutu Fizyki w Greifswaldzie.

1917/24 - Był profesorem fizyki eksperymentalnej na uniwersytecie w Halle.

1924/35 - Był dyrektorem Instytutu Fizyki we Freiburgu [Freiburg im Breisgau].

1935 - Przeszedł na emeryturę.

1957 - Zmarł 13 lutego we Freiburgu [Freiburg im Breisgau].

Wyniki

- Opracował (1912/1913) teorię grawitacji nie spełniającą zasady równoważności.

• Gustav Mie: *Grundlagen einer Theorie der Materie. (Erste Mitteilung.)*
Annalen der Physik **37**, 3 (1912) 511-534.

• Gustav Mie: *Grundlagen einer Theorie der Materie. (Zweite Mitteilung.)*
Annalen der Physik **39**, 11 (1912) 1-40.

• Gustav Mie: *Grundlagen einer Theorie der Materie. (Dritte Mitteilung, Schluß.)*
Annalen der Physik **40**, 1 (1913) 1-66.

• Gustav Mie: *Bemerkungen zu der Einsteinschen Gravitationstheorie.*
Physikalische Zeitschrift **15**, 3 (1. Februar 1914) 115-122.

1. Einhaltung
2. Allgemeine Theorie der Gravitation mit einem Tensorpotential
3. Unmöglichkeit der Identität von schwerer und träger Masse
4. Spezielle Annahmen der Einsteinschen Theorie
5. Die Grundgleichungen der Einsteinschen Theorie
6. Der Energietensor

• Gustav Mie: *Bemerkungen zu der Einsteinschen Gravitationstheorie. II.*
Physikalische Zeitschrift **15**, 4 (15. Februar 1914) 169-176.

7. Satz von der Relativität des Gravitationspotentials
8. Gleichheit der trägen und der schweren Masse abgeschlossener Systeme in den Theorien von Einstein und Mie
9. Innerer Widerspruch in den Einsteinschen Nebenannahmen
10. Anhang: Die beiden Gravitationstheorien von Nordström
11. Schluß: Zusammenfassung



niemiecki matematyk i fizyk teoretyk

1864 - Urodził się 22 czerwca 1864 roku we wsi Aleksoty [Aleksotas] koło Kowna (dawna mińska gubernia).

1872 - Jego rodzina osiedliła się w Królewcu.

- Studiował na Uniwersytecie

Królewieckim za wyjątkiem trzech semestrów, które spędził w Berlinie.

1885 - Otrzymał stopień doktora na Uniwersytecie Królewieckim.

1885/1894 - Wykładał w Bonn, od 1892 jako profesor.

1894/1896 - Wykładał w Królewcu.

1896/1902 - Pracował w Eidgenossiche Technische Hochschule w Zurichu.

1902 - Został profesorem w Getyndze.

1909 - Zmarł 12 stycznia w Getyndze.

Wybrane wyniki

- Nadał (1908) STW elegancką czterowymiarową formę matematyczną.
- Przedstawił (1908) równania Maxwella oraz równania mechaniki punktu materialnego w czterowymiarowej postaci tensorowej.
[Minkowski nie używał słowa tensor.]
- Wprowadził (1908) pojęcia takie, jak czterowymiarowa czasoprzestrzeń, linia świata, stożek świetlny, wektor przestrzenny oraz wektor czasowy.
- Prace Minkowskiego ułatwiły przejście od STW do OTW.

• H. Minkowski: *Die Grundgleichungen für die elektromagnetischen Vorgänge in bewegten Körpern*. Nachrichten [von der Königlich Gesellschaft der Wissenschaften zu] Göttingen [Mathematisch-physikalische Klasse] (1908) 53-111. [Vorgelegt in der Sitzung vom 21. Dezember 1907.] [Istnieje przedruk w:] *Mathematische Annalen* **68** (1910) 472-525.

• H. Minkowski: *Raum und Zeit*. *Physikalische Zeitschrift* **10**, 3 (1. Februar 1909) 104-111.

Wykład ogłoszony 21 września 1908 roku na 80-tym posiedzeniu niemieckich przyrodników i lekarzy w Kolonii, opublikowany dopiero po śmierci Minkowskiego.

A oto początkowy fragment tego wykładu.

Droży Państwo!

Poglądy na przestrzeń i czas, które mam zamiar wam przedstawić, zrodziły się na bazie eksperymentu fizycznego. W tym ich siła. Ich tendencja jest radykalna. Odtąd przestrzeń sama w sobie i czas sam w sobie powinny stać się fikcją i tylko pewien sposób połączenia ich obu powinien zachować dalej samodzielny byt.

Ciekawostki

- Herman Minkowski był stryjkiem Rudolpha Leo Bernharda Minkowskiego (1895-1976), znanego astronoma. Ojcem Rudolpha był Oskar Minkowski (1858-1931), profesor patologii, który odkrył, że przyczyną cukrzycy jest brak pewnej substancji wydzielanej przez trzustkę (insuliny).



niemiecka matematyczka

1882 - Urodziła się 23 marca w Erlangen.

1900/1902 - Studiowała bez matrykulacji matematykę w Erlangen.

1903 - Studiowała bez matrykulacji matematykę w Getyndze.

1904 - Uzyskała pozwolenie na matrykulację na uniwersytecie w Erlangen.

1907 - Doktoryzowała się na uniwersytecie w Erlangen.

- Pracowała jako wolontariuszka w instytucie matematyki uniwersytetu w Erlangen.

1915 - Hilbert zaprosił ją do Getyngi.

- Pracowała jako wolontariuszka w instytucie matematyki uniwersytetu w Getyndze.

1919 - Habilitowała się w Getyndze.

1922 - Otrzymała tytuł *nichtbeamteteter ausserordentlicher Professor* (nieoficjalnego profesora nadzwyczajnego) w Getyndze, umożliwiającą jej prowadzenie wykładów.

1928/29 - Wykładała w Moskwie.

1930 - W semestrze letnim wykładała we Frankfurcie.

1933 - Wyemigrowała w październiku do Stanów Zjednoczonych.

Została zatrudniona w Bryn Mawr College oraz w Instytucie Studiów Zaawansowanych w Princeton.

1935 - Zmarła 14 kwietnia w Bryn Mawr (Pensylwania) z powodu komplikacji po operacji.

Ciekawostki

- Ojcem Emmy był Max Noether (1844-1921), znany matematyk niemiecki, rektor Uniwersytetu w Erlangen. Jego córka, zgodnie z ówczesnie panującym prawem, mogła studiować w latach (1900-1903) jedynie bez matrykulacji, uczęszczając jako wolna słuchaczka na wykłady z lingwistyki i matematyki.
- W 1904 przyznano kobietom prawo do studiowania na uniwersytetach.
- W 1919 przyznano kobietom prawo do habilitacji.

Wybrane wyniki

- Udowodniła (1918) twierdzenie o związku praw zachowania ze współzmienniczością równań ruchu względem ciągłych transformacji (twierdzenie Noether).
- Stworzyła (1921) algebrę abstrakcyjną badającą ciała, pierścienie, ideały, itp.
- Wprowadziła (1933) algebry nieprzemienne.

• E. Noether: *Invarianten beliebiger Differentialausdrücke.*

Nachrichten [von der Königlich Gesellschaft der Wissenschaften zu] Göttingen [Mathematisch-physikalische Klasse] (1918) 37-44.

• E. Noether: *Idealtheorie in Ringbereichen.*

Mathematische Annalen **83** (1921) 24-26.

• E. Noether: *Nichtkommutative Algebren.*

Mathematische Zeitschrift **37** (1933) 514-541.



fiński fizyk teoretyk

1881 - Urodził się 12 marca w Helsingfors (obecnie Helsinki).

1899/1907 - Studiował na uniwersytetach w: Helsinkach (1899/1905) i Getyndze (1906/1907).

1909 - Doktoryzował się w Helsinkach.

1910/1923 - Był docentem na uniwersytecie w Helsinkach.

1918/1923 - Był profesorem w Wyższej Szkole Technicznej w Helsinkach.

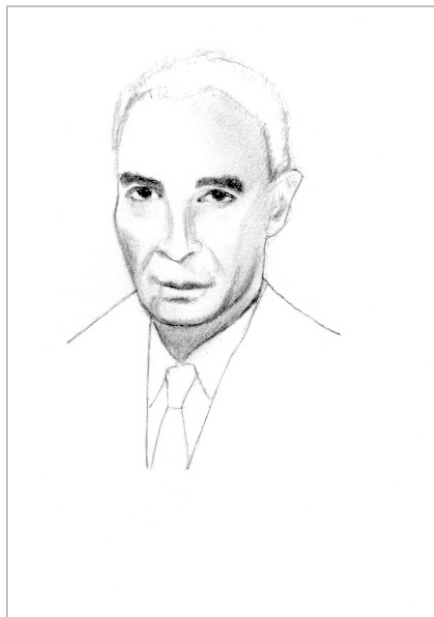
1923 - Zmarł 24 grudnia w Helsinkach.

Wybrane wyniki

- Sformułował (1912-1914) skalarną teorię pola grawitacyjnego spełniającą zasadę równoważności.
- Zaproponował (1914) wykorzystanie pięciowymiarowej przestrzeni do unifikacji wektorowego pola elektromagnetycznego i skalarnego pola grawitacyjnego. Idea ta została później ponownie niezależnie sformułowana przez Theodora Kaluzę. Wielowymiarowe przestrzenie pojawiły się następnie między innymi w teorii strun.
- Niezależnie od Reissnera podał dwa lata później (1918) sferycznie symetryczne rozwiązanie równań pola Einsteina dla naładowanego elektrycznie źródła – metryka Reissnera-Nordströma.

• Gunnar Nordström: *Über die Möglichkeit, das elektromagnetische Feld und das Gravitationsfeld zu vereinigen*.
Physikalische Zeitschrift **15**, 8 (15. April 1914) 504-506.

• Gunnar Nordström: *On the Energy of the Gravitation field in Einstein's Theory*.
Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **20**, 9-10 (1918) 1238-1245.



amerykański fizyk

1904 - Urodził się 22 kwietnia w Nowym Jorku.

1922/25 - Studiował na Uniwersytecie Harvarda.

1926/29 - Przebywał w Europie: w Getyndze u Maxa Borna, w Leidzie u Paula Ehrenfesta, w Zurychu u Wolfganga Pauliego.

1927 - Doktoryzował się.

1929/42 - Pracował na University of California

w Berkeley oraz w California Institute of Technology.

1947 - Został dyrektorem Instytutu Studiów Zaawansowanych w Princeton.

1966 - Przeszedł na emeryturę.

1967 - Zmarł 18 lutego w Princeton.

Wybrane wyniki

- J. Robert Oppenheimer i Robert Serber wyznaczyli (1938) ponownie wartość granicznej masy gwiazdy (podaną przez Landaua w 1932), uwzględniając siły jądrowe.
- J. Robert Oppenheimer i George Michael Volkoff podali (1939) model sferycznie symetrycznej, statycznej gwiazdy neutronowej.
- J. R. Oppenheimer i H. Snyder wykazali (1939), wykorzystując równania pola Einsteina, że po wyczerpaniu się wszystkich termojądrowych źródeł energii dostatecznie masywna gwiazda powinna ciągle się kurczyć. Zjawisko to nazywane jest grawitacyjnym zapadaniem.

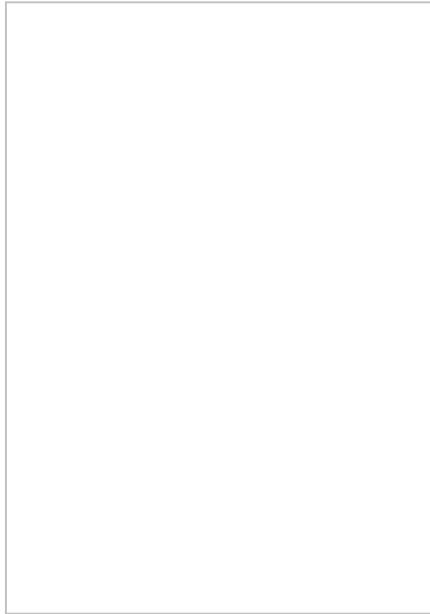
• J. R. Oppenheimer and Robert Serber: *On the Stability of Stellar Neutron Cores*.
Physical Review **54**, 7 (10/1938) 540-540.

• J. R. Oppenheimer and G. M. Volkoff: *On Massive Neutron Cores*.
Physical Review **55**, 4 (February 15, 1939) 374-381.

• J. R. Oppenheimer and H. Snyder: *On Continued Gravitational Contraction*.
Physical Review **56**, 5 (September 1, 1939) 455-459.

Ciekawostki

- Co oznacza litera J. w nazwisku Oppenheimera, może “Julius”? Wg Rudolfa Peierlsa litera J. “nic nie oznacza”.



brytyjsko-francuski fizyk teoretyk
pochodzenia greckiego

1907 - Urodził się 2 lutego w Serres.

1997 - Zmarł 12 sierpnia w Paryżu.

Profesor Achille Papapetrou, poczynając od 1946, pracował między innymi w Dublinским Instytucie Studiów Zaawansowanych, na Uniwersytecie Manchester, w Akademii Nauk NRD w Berlinie, na Uniwersytecie Humboldta w Berlinie oraz w Instytucie Henriego Poincarégo w Paryżu.

Tematyka badawcza

- Nieosobliwe rozwiązania w OTW
- Równania ruchu w OTW
- Wirujące cząstki próbne w OTW
- Prawa zachowania w OTW
- Grawitacyjne fale uderzeniowe w OTW
- Promieniowanie grawitacyjne
- Perturbacje metryki
- Kolaps grawitacyjny



szwajcarski fizyk teoretyk
pochodzenia austriackiego
laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1945

1900 - Urodził się 25 kwietnia w Wiedniu.

- Studiował na uniwersytecie w Monachium.

1922 - Uzyskał stopień doktora pod kierunkiem
Arnolda Sommerfelda na uniwersytecie
w Monachium.

- Był asystentem Maxa Borna w Getyndze.

- Był asystentem Wihelma Lenza w Hamburgu.

- Był asystentem Nielsa Bohra w Kopenhadze.

1924 - Wygłosił wykład inauguracyjny jako *Privatdozent*.

1926 - Został profesorem fizyki na uniwersytecie w Hamburgu.

1928/58 - Był profesorem w Eidgenössische Technische Hochschule w Zurychu.

- Podczas Drugiej Wojny Światowej przebywał w Instytucie Studiów Zaawansowanych w Princeton.

1945 - Otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki

“za odkrycie zasady zakazu, nazywanej również zasadą Pauliego”.

1958 - Zmarł 14 grudnia w Zurychu.

Ciekawostki

- Ojciec Pauliego był profesorem chemii na Uniwersytecie Wiedeńskim, na imię miał również Wolfgang, i dlatego jego syn swoje wczesne prace podpisywał jako Wolfgang Pauli, Jr.
- Ojcem chrzestnym Wolfga Pauliego był Ernst Mach.
- Felix Klein, jako redaktor Encyklopedii Nauk Matematycznych, zwrócił się do Arnolda Sommerfelda z prośbą o napisanie artykułu na temat Teorii Względności. Sommerfeld zlecił to zadanie swojemu studentowi czwartego semestru Wolfgangowi Pauliemu. 246 stronicowa monografia Pauliego jest jedną z ciekawszych prac dotyczących Teorii Względności.
- Wolfgang Pauli jest znany przede wszystkim jako autor zasady zakazu, nazywanej również zasadą Pauliego (1925).

Wybrane wyniki

- Jest autorem 246 stronicowej monografii na temat Teorii Względności, zamieszczonej w Encyklopedii Nauk Matematycznych w 1921.
- A. Einstein i W. Pauli opublikowali w 1943 pracę: *Nieistnienie regularnych stacjonarnych rozwiązań relatywistycznych równań pola.*

• A. Einstein, W. Pauli: *Non-existence of Regular Stationary Solutions of Relativistic Field Equations.* Annals of Mathematics **44** (1943) 131-137. [Praca 123]
Nieistnienie regularnych stacjonarnych rozwiązań relatywistycznych równań pola.



[Петров, Алексей Зиновьевич]

[Petrov, Aleksey Zinovievich]

radziecki fizyk teoretyk

1910 - Urodził się 28 października we wsi Koszki w obwodzie kujbyszewskim.

1932/37 - Studiował na Wydziale Fizyczno Matematycznym Uniwersytetu Kazańskiego.

1943 - Doktoryzował się (został kandydatem nauk).

1956 - Został profesorem Uniwersytetu Kazańskiego.

1957 - Habilitował się (został doktorem nauk) na Uniwersytecie Moskiewskim.

Dysertacja doktorska dotyczyła klasyfikacji przestrzeni Einsteina.

1969 - Został członkiem Ukraińskiej Akademii Nauk.

1972 - Zmarł 9 maja w Kijowie.

Ciekawostki

Aleksiej był jedenastym z dwanaściorga dzieci wiejskiego pastora. Gdy miał pięć lat, jego ojciec zmarł na gruźlicę. Wkrótce po tym spłonął doszczętnie jego dom rodzinny. Dwoje najmłodszych dzieci (Aleksieja i jego młodszego brata) adoptowała ich ciotka ze strony ojca, Jekatierina Wasiliewna Pietrowa, która dała im swoje nazwisko.

Wybrane wyniki

- Pokazał (1954), że istnieją trzy i tylko trzy rodzaje pól grawitacyjnych w próżni (trzy typy Pietrowa). Podział ten wynika z własności tensora krzywizny konforemnej Weyla.
- Sklasyfikował (1954) pola grawitacyjne według grup ciągłych przekształceń Liego (grup ruchów, grup przekształceń konforemnych oraz grup przekształceń rzutowych).

Wskazówka

Szukaj w internecie pod hasłem: general relativity, Petrov types.

- А. З. Петров: *Классификация пространств определяемых полями тяготения*.

Ученые записки Казанского государственного университета **114**, 8 (1954) 55-69.

Istnieje angielski przekład (J. Jezierski & M. A. H. MacCallum):

Aleksey Zinovjevitch Petrov: *The Classification of Spaces Defining Gravitational Fields*.

General Relativity and Gravitation **32**, 8 (2000) 1665. [Kazan University, Chair of Geometry]

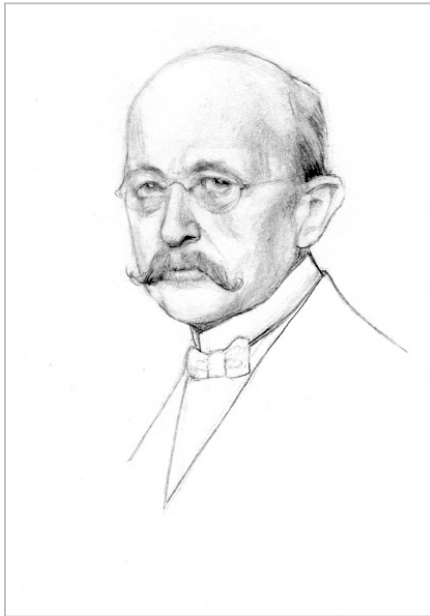
[Patrz także:]

[Nota redakcyjna: Malcolm A. H. MacCallum, strona 1661]

[Biografia: Alexander Gusev, strona 1663]

- А. З. Петров: *Классификация пространств определяемых полями тяготения, по группам движений*.

УМН **11**, вып. 4 (70) (1954).



niemiecki fizyk teoretyk
laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1918

1858 - Urodził się 23 kwietnia w Kilonii.

1874/78 - Studiował na uniwersytetach
w Monachium i w Berlinie.

1879 - Doktoryzował się na uniwersytecie
w Monachium.

1885 - Został profesorem nadzwyczajnym
na uniwersytecie w Kilonii.

1888 - Został profesorem oraz dyrektorem Instytutu Fizyki
Teoretycznej na uniwersytecie w Berlinie.

1892/1926 - Był profesorem zwyczajnym w Berlinie.

1894 - Został członkiem Królewskiej Pruskiej Akademii Nauk.

1918 - Otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki.

1918 - Otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki

“w uznaniu wkładu wniesionego do rozwoju fizyki dzięki odkryciu kwantów energii”.

1947 - Zmarł 4 października w Getyndze.

Wybrane wyniki

- Zaproponował (1906) nazwę [zasada względności] teoria względności.
- Podał (1906) trójwymiarowe relatywistyczne równania ruchu, wyrażenia dla funkcji Lagrange'a i Hamiltona oraz pędu cząstki.
- Stworzył (1907) podstawy relatywistycznej termodynamiki.

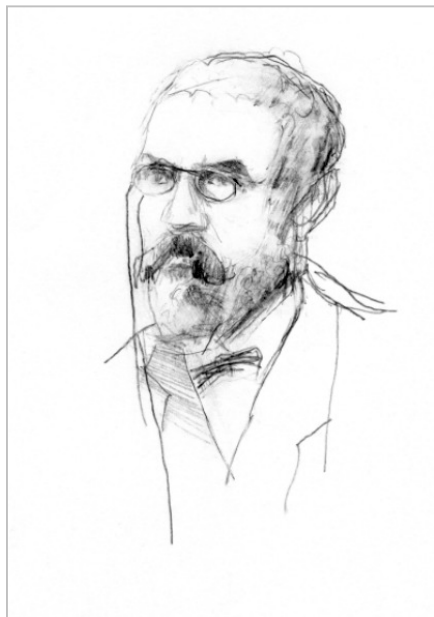
Ciekawostki

- Planck sformułował w 1900 i opublikował w 1901 hipotezę, że emisja energii przez atomy i cząsteczki odbywa się skokowo w postaci kwantów o wartości $h\nu$. Hipoteza ta dała początek fizyce kwantowej.

• M. Planck: *Das Prinzip der Relativität und die Grundgleichungen der Mechanik*.
Verhandlungen der Deutschen physikalischen Gesellschaft **4** (1906) 136-141.

• M. Planck: *Zur Dynamik bewegter Systeme*.
Sitzungsberichte der Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften (1907) 542-570. [oraz] *Annalen der Physik* **26**, 6 (1908) 1-34.

• Max Planck: *Ueber das Gesetz der Energieverteilung im Normalspectrum*.
Annalen der Physik **309**/4, 3 (1901) 553-563.



francuski matematyk, fizyk i filozof

1854 - Urodził się 29 kwietnia w Nancy.

1873/79 - Studiował w École Polytechnique oraz w École Supérieure des Mines.

1879 - Doktoryzował się w École des Mines de Paris u Charlesa Hermite'a.

1881/1912 - Był profesorem na Uniwersytecie w Paryżu.

1887 - Został członkiem Académie des Sciences.

1908 - Został członkiem Académie Française.

1912 - Zmarł 17 lipca w Paryżu.

Wybrane wyniki

- Wprowadził urojoną współrzędną czasową ict .
- Zmodyfikował podane w 1904 przez Lorentza transformacje współrzędnych przestrzennych i czasu niezmieniające postaci równań Maxwella.
- Zaproponował nazwy transformacje Lorentza i skrócenie Lorentza.
- Pokazał, że transformacje Lorentza tworzą grupę, przedstawiając obrót w przestrzeni x, y, z, ict wokół środka nieruchomego układu współrzędnych. Przy okazji otrzymał relatywistyczną regułę składania prędkości.
- Badał niezmienniki tych transformacji.
- Niezależnie od Einsteina sformułował 23 lipca 1905 Szczególną Teorię Względności.

• H. Poincaré: *Sur la dynamique de l'électron*. Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris **140** (1905) 1504-1508. [Séance du lundi 5 juin 1905.] [juin – czerwiec]

• H. Poincaré: *Sur la dynamique de l'électron*. Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo **21** (1906) 129-176. [Adunanza del 23 luglio 1905.] [luglio – lipiec]

Ciekawostki

- Henri Poincaré posiadał fotograficzną pamięć.
- Pracował w charakterystyczny dla niego sposób, najpierw problem rozwiązywał całkowicie w głowie i dopiero ostateczny wynik przelewał na papier.
- Einstein i Poincaré niemal równocześnie sformułowali Szczególną Teorię Względności. Wyniki opublikowali odpowiednio 30 czerwca i 23 lipca 1905. Podstawowa różnica między ich pracami polegała na interpretacji wniosków wynikających z transformacji Lorentza. Einstein uważał, że wskutek ruchu układu odniesienia deformacji ulegają czas i przestrzeń. Poincaré twierdził, że deformacje dotyczą ciał materialnych.

niemiecko-amerykański fizyk i inżynier

1874 - Urodził się 18 stycznia w Berlinie.

1897 - Ukończył Uniwersytet Berliński, gdzie studiował konstrukcje inżynieryjne.

1902 - Doktoryzował się.

1904/1906 - Przebywał na stypendium naukowym w USA.

1906 - Powrócił do Niemiec.

1906/1912 - Był profesorem mechaniki inżynieryjnej w Technische Hochschule w Aachen.

1912/1936 - Był profesorem matematyki w Technische Hochschule w Berlinie.

1936 - Został wydalony z uczelni z przyczyn politycznych.

1938 - Wyemigrował do USA.

1938/1944 - Wykładał w Illinois Institute of Technology.

1944/54 - Nauczał w Polytechnic Institute of Brooklyn.

1954 - Przeszedł na emeryturę.

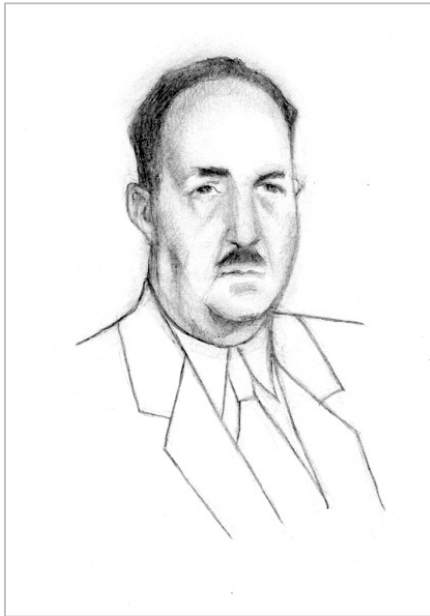
1967 - Zmarł 2 października w Colton (Oregon).

Wybrane wyniki

- Podał (1916) rozwiązanie próżniowych równań polowych dla naładowanego źródła. Rozwiązanie to niezależnie zaproponował Gunnar Nordström w 1918. Nazywane jest ono metryką Reissnera-Nordströma. Rozwiązanie to jest wykorzystywane do opisu czasoprzestrzeni, której źródłem są naładowane czarne dziury.

Ciekawostki

- Hans Jacob Reissner był konstruktorem samolotów.



amerykański kosmolog

1903 - Urodził się 27 stycznia w Hoquiam (Washington).

1923 - Ukończył uniwersytet w Waszyngtonie, gdzie studiował matematykę i fizykę.

- Przebywał na stypendium naukowym w Getyndze, Monachium i Princeton.

1925 - Doktoryzował się w Kalifornijskim

Instytucie Technologicznym (Caltech).

1929/47- Był profesorem w Princeton.

1947 - Został profesorem fizyki matematycznej w Caltech.

1958 - Został członkiem National Academy of Sciences.

1961 - Zginął 26 sierpnia w Pasadenie w wypadku samochodowym.

Wybrane wyniki

- Wykazał (1928) niezależnie od Lemaître'a, że w modelu de Sittera przestrzeń ulega ekspansji.
- Zapisał (1929) oba kosmologiczne rozwiązania Friedmana w postaci jednego wyrażenia, bywa ono nazywane metryką F-L-R-W (Friedmana-Lemaître'a-Robertsona-Walkera).
- Dokonał (1933) twórczego przeglądu osiągnięć kosmologii relatywistycznej w latach 1917-1932.
- Podał (1937) relatywistyczny opis efektu Poyntinga (efekt Poyntinga-Robertsona).

• H. P. Robertson: *On Relativistic Cosmology*.

[The] Philosophical Magazine and Journal of Science **5** (1928) 835-848.

• H. P. Robertson: *On the Foundations of Relativistic Cosmology*.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **15**, 11 (11/1929) 822-829.

• H. P. Robertson: *Relativistic Cosmology*.

Reviews of Modern Physics **5**, 1 (01/1933) 62-90.

• H. P. Robertson: *Dynamical Effects of Radiation in the Solar System*.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **97** (1937) 423-438.

amerykański fizyk teoretyk

1909 - Urodził się 22 marca w Brooklynie.

1932 - Doktoryzował się w MIT.

1934/1935 - Pracował w Instytucie Studiów Zaawansowanych w Princeton.

1952 - Został profesorem Technion w Hajfie.

1995 - Zmarł 18 grudnia w Hajfie (Izrael).

Wybrana tematyka badawcza

- Problem cząstki w OTW
- Problem dwóch ciał w OTW
- Cylindryczne fale grawitacyjne, ich energia i moment pędu
- Nieliniowe efekty związane z promieniowaniem grawitacyjnym
- OTW a płaska przestrzeń
- Wewnętrzne rozwiązanie Schwarzschilda, natura osobliwości Schwarzschilda
- Problem jednostajnej rotacji, rotacja i sztywne ciała w teorii względności
- Spoczywająca cząstka w statycznym polu grawitacyjnym
- Pole grawitacyjne osiowo symetrycznego układu
- Problem Cauchy'ego w ogólnej teorii względności, warunki graniczne (brzegowe) w OTW
- Teoria względności i oscylujący wszechświat
- Maksymalna masa zimnych gwiazd neutronowych

-
- Poprzeczny efekt Dopplera
 - Zasada Macha i OTW
 - Energia wszechświata
 - Teoria względności a zasada nieokreśloności, kwantowe ograniczenia na pomiary pól grawitacyjnych
 - Wszechświat zanurzony w pięciowymiarowej płaskiej przestrzeni
 - Pięciowymiarowa teoria względności
 - Teoria Einsteina-Mayera
 - Model kosmologiczny bez osobliwości
 - Bimetryczna teoria grawitacji

Wybrane wyniki

- A. Einstein i N. Rosen podali (1937) rozwiązanie równań pola dla cylindrycznych fal grawitacyjnych.
- Badał (1959, 1962) warunki brzegowe w OTW.
- Rozwinął, poczynając od 1965, dwu-metryczną ogólną teorię względności.

Ciekawostki

- Natan Rosen był współpracownikiem Einsteina.
- Opublikowali wspólnie trzy prace dotyczące OTW:
Problem cząstki w ogólnej teorii względności. 1935. [Praca 113]
Problem dwóch ciał w ogólnej teorii względności. 1936. [Praca 114]
O falach grawitacyjnych. 1937. [Praca 116]
- Nathan Rosen założył Instytut Fizyki w Technion w Hajfie [Haifa].

francuski fizyk

1869 - Urodził się 14 października w Périgueux.

1889 - Rozpoczął studia w École Normale Supérieure.

1928 - Zmarł 26 lutego w Meudon-Bellevue.

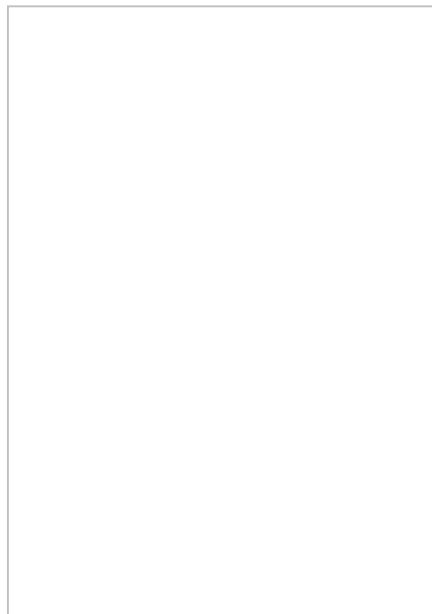
Wybrane wyniki

- W 1913 Georges Sagnac wykonał doświadczenie (doświadczenie Sagnaca, interferometr Sagnaca, efekt Sagnaca) umożliwiające obserwatorowi znajdującemu się w wirującym układzie odniesienia wyznaczenie wartości prędkości kątowej tego układu. Metoda ta opiera się na interferencji dwóch wiązek światła biegnących odpowiednio w kierunku obrotu układu oraz w kierunku przeciwnym.

Ciekawostki

- Efekt Sagnaca został teoretycznie przewidziany w 1911 przez Maxa von Lauego.

• Max von Laue: *Über einen Versuch zur Optik der bewegten Körper*.
Münchener Sitzungsberichte (1911) 405-412.
On an Experiment on the Optics of Moving Bodies.



kanadyjsko-amerykański fizyk teoretyk

1921 - Urodził się w Istambule (Turcja).

Jego rodzice byli Niemcami.

- Szkołę podstawową i średnią ukończył w Anglii.

Kiedy wybuchła wojna został internowany, ponieważ posiadał niemiecki paszport.

Wywieziono go do Kanady.

1946 - Ukończył studia na University of Toronto, gdzie jednym z wykładowców był Leopold Infeld.

1946 - Doktoryzował się.

1946 - Rozpoczął pracę w Carnegie Institute of Technology.

1957 - Związał się z University of Texas.

1963 - Został profesorem.

1977 - Zmarł 24 maja w Downer's Grove (Illinois).

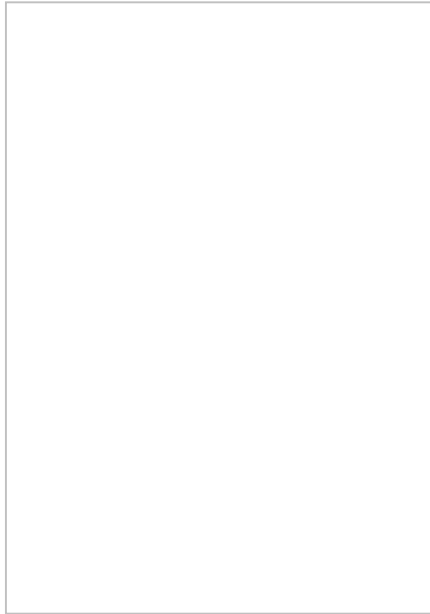
Tytuły wybranych prac, których autorem lub współautorem jest Alfred Schild

Artykuły

- *On Milne's theory of gravitation.* 1944.
- *A note on the Kepler problem in a space of constant negative curvature.* 1945.
- *A new approach to kinematic cosmology.* 1945.
- *New approach to kinematic cosmology.* Ph.D. Thesis, University of Toronto, 1946.
- *A new approach to kinematic cosmology-(B).* 1946.
- *Discrete space-time and integral Lorentz transformations.* 1947.
- *Geodesic postulate and field equations in general relativity.* 1949.
- *On the motion of test particles in general relativity.* 1949.
- *On the quantization of Einstein's gravitational field equations.* 1950.
- *Quantization of Einstein's gravitational field equations. II.* 1952.
- *A new modification of classical electromagnetic theory.* 1953.
- *Conservation theorems in modified electrodynamics.* 1954.
- *Geometrical and physical interpretation of the Weyl conformal curvature tensor.* 1961.
- *Gravitational theories of the Whitehead type and the principle of equivalence.* 1962.
- *Conservative gravitational theories of Whitehead's type.* 1962.
- *Electromagnetic two-body problem.* 1963.
- *A new class of vacuum solutions of the Einstein field equations.* 1964.
- *Quasi-stellar sources and gravitational collapse.* 1965.
- *Lectures on general relativity theory.* 1967.
- *Lectures on general relativity theory.* 1967.
- *Complex relativity and double KS metric.* 1967.
- *Classical null strings.* 1977.

Książki

- J. L. Synge and A. Schild: *Tensor Calculus.* University of Toronto Press, Toronto 1949.
Istnieje polski przekład: J. L. Synge and A. Schild: *Rachunek tensorowy.* PWN, Warszawa 1964.



holenderski matematyk

1883 - Urodził się 28 sierpnia w Nieuweramstel (obecnie część Amsterdamu).

- Studiował inżynierię elektryczną w Technische Hogeschool w Delfcie, a następnie matematykę na uniwersytecie w Lejdzie.

1914 - Doktoryzował się.

1914/43 - Był profesorem matematyki w Delfcie.

1948/53 - Był profesorem matematyki na uniwersytecie w Amsterdamie.

1971 - Zmarł 20 stycznia w Epe.

Wybrane wyniki

- Zajmował się analizą tensorową i jej zastosowaniami w teorii grup Liego, OTW i jednolitej teorii pola. Poświęcił tej tematyce 180 prac oraz 6 książek.
- Dokładniej zbadał w 1919 oraz 1922 precesję geodezyjną opisaną po raz pierwszy w 1916 przez de Sittera.

• J. A. Schouten: *On the arising of a precession-motion owing to the non-euclidean linear element of the space in the vicinity of the Sun.*

Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **21**, 4 (1919) 533-539.

[Communicated by Prof. Lorentz in the meeting of June 29, 1918.]

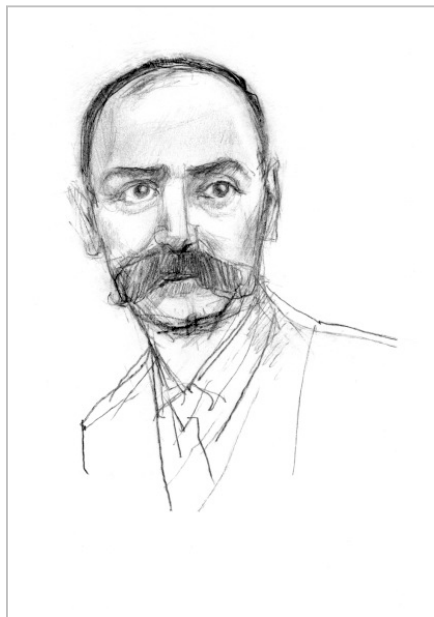
O istnieniu ruchu precesyjnego z powodu nieeuklidesowego elementu liniowego przestrzeni w pobliżu Słońca.

• J. A. Schouten: *On geodesic precession.*

Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **23**, 8 (1922) 1108-1112.

[Communicated by Prof. H. A. Lorentz in the meeting of February 26, 1921.]

O precesji geodezyjnej.



niemiecki astronom i fizyk

1873 - Urodził się 9 października we Frankfurcie nad Menem.

1891/93 - Studiował na uniwersytecie w Strasburgu.

- Kontynuował studia na uniwersytecie w Monachium.

1896 - Doktoryzował się.

1896/99 - Był asystentem w Obserwatorium Kuffnera w Wiedniu.

1901 - Został profesorem na Uniwersytecie Getyńskim oraz dyrektorem obserwatorium.

1909 - Został dyrektorem Obserwatorium Astrofizycznego w Poczdamie.

1913 - Został członkiem Akademii Nauk w Berlinie.

1916 - Zmarł 11 maja w Poczdamie na bąblicę (chorobę skóry).

Wybrane wyniki

- Podał (1916) pierwsze dokładne zewnętrzne rozwiązanie równań polowych Einsteina w przypadku statycznego sferycznie symetrycznego pola grawitacyjnego w pustej przestrzeni, którego źródłem jest punktowa masa.

- K. Schwarzschild: *Über das Gravitationsfeld eines Massenpunktes nach der Einsteinschen Theorie*.

Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften **1**, 7 (1916) 189-196. [Gesamtsitzung vom 13. Januar 1916]

Praca została przedstawiona przez Einsteina 13 stycznia na posiedzeniu plenarnym.

- Znalazł (1916) wewnętrzne rozwiązanie równań polowych Einsteina w przypadku kuli z nieściśliwej cieczy o stałej gęstości.

- K. Schwarzschild: *Über das Gravitationsfeld einer Kugel aus inkompressibler Flüssigkeit nach der Einsteinschen Theorie*.

Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften **1**, 18 (1916) 424-434.

Praca została przedstawiona przez Einsteina 24 lutego na posiedzeniu grupy matematyczno-fizycznej.

Ciekawostki

- Pierwsze dwie prace z astronomii, dotyczące orbit gwiazd podwójnych, Schwarzschild opublikował w 1890, mając 17 lat.

- K. Schwarzschild: *Zur Bahnbestimmung nach Bruns*. Astronomische Nachrichten **124** (1890) cols. 211-216.

- K. Schwarzschild: *Methode zur Bahnbestimmung der Doppelstrne*. Astronomische Nachrichten **124** (1890) cols. 215-218.

Ciekawostki

- Dwa lata przed pojawieniem się pracy Schwarzschilda (zawierającej pierwsze dokładne zewnętrzne rozwiązanie próżniowych równań polowych Einsteina dla punktowej masy źródłowej), J. Droste zaproponował poprawną postać tensora metrycznego czasoprzestrzeni, bazując jedynie na założeniu, że pole grawitacyjne jest polem tensorowym. Równania polowe Einsteina nie były wtedy jeszcze znane.

• J. Droste: *Over het veld van een enkel centrum in Einstein's theorie der zwaartekracht*. Verslag [van de gewone vergaderingen der wis-en natuurkundige afdeling] der Koninklijke Akademie van Wetenschappen [te Amsterdam] 23 (30 December 1914) 968-981.
O polu pojedynczego centrum w teorii grawitacji Einsteina.

- J. Droste przedstawił 27 maja 1916 zewnętrzne rozwiązanie próżniowych równań polowych Einsteina dla punktowej masy źródłowej. Rozwiązanie Karla Schwarzschilda zostało ogłoszone 13 stycznia 1916.

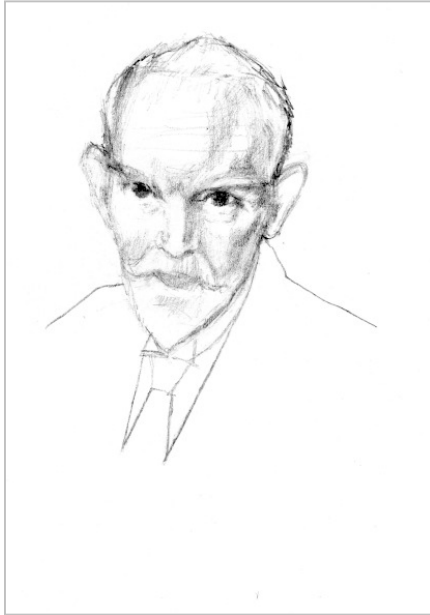
• J. Droste: *Het veld van een enkel centrum in Einstein's theorie der zwaartekracht, en de beweging van een stoffelijk punt in dat veld*. Verslag [van de gewone vergaderingen der wis-en natuurkundige afdeling] der Koninklijke Akademie van Wetenschappen [te Amsterdam] 25, 1 (27 Mei 1916) 163-180.
O polu pojedynczego centrum w teorii grawitacji Einsteina i ruchu cząstki w tym polu.
Praca została przedstawiona przez H. A. Lorentza 27 maja na posiedzeniu plenarnym.

Ciekawostki

- W. de Sitter udowodnił, że tensor Drosteego spełnia równania polowe Einsteina. Dokonał tego niezależnie od Schwarzschilda, ale wyniki opublikował pół roku później 24 czerwca 1916.

• W. de Sitter: *De planetenbeweging en de beweging van de maan volgens de theorie van Einstein*. Verslag [van de gewone vergaderingen der wis-en natuurkundige afdeeling] der Koninklijke Akademie van Wetenschappen [te Amsterdam] **25**, 2 (24 Juni 1916) 232-245.
Ruch planet i ruch księżyca według teorii Einsteina.

- Syn Karla Schwarzschilda, Martin Schwarzschild (1912-1997), był także astronomem.



holenderski matematyk, astronom i kosmolog

1872 - Urodził się 6 maja 1872 w Sneek.

1897 - Ukończył uniwersytet w Gröningen, gdzie studiował matematykę i fizykę.

1897/99 - Pracował w Królewskim Obserwatorium w Cape Town w Afryce Południowej.

1901 - Doktoryzował się.

1908 - Został profesorem astronomii na uniwersytecie w Lejdzie.

1919 - Został dyrektorem obserwatorium w Lejdzie.

1934 - Zmarł 20 listopada w Lejdzie.

Wybrane wyniki

- Zapisał 24 czerwca 1916 równania pola grawitacyjnego Einsteina w postaci

$$R_{\alpha\beta} - \frac{1}{2} g_{\alpha\beta} R = -\kappa T_{\alpha\beta}, \quad R = g^{\mu\nu} R_{\mu\nu}$$

- Uogólnił 24 czerwca 1916 równanie Drosteego z 1914, opisujące pole grawitacyjne masy rozmieszczonej symetrycznie wokół środka układu współrzędnych.

• W. de Sitter: *De planetenbeweging en de beweging van de maan volgens de theorie van Einstein*. Verslag [van de gewone vergaderingen der wis-en natuurkundige afdeeling] der Koninklijke Akademie van Wetenschappen [te Amsterdam] **25**, 2 (24 Juni 1916) 232-245.
Ruch planet i ruch księżycy według teorii Einsteina.

- Znalazł 31 marca 1917 rozwiązanie równań polowych z członem kosmologicznym, opisujące wszechświat bez materii traktowany jako czasoprzestrzeń o stałej krzywiznie.

• W. de Sitter: *Over de relativiteit der traagheid: Beschouwingen naar aanleiding van Einstein's laatste hypothese*. Verslag [van de gewone vergaderingen der wis-en natuurkundige afdeeling] der Koninklijke Akademie van Wetenschappen [te Amsterdam] **25**, 9 (31 Maart 1917) 1268-1276.
O względności inercji: uwagi dotyczące ostatnich hipotez Einsteina.

- De Sitter opisał w 1916 tzw. efekt geodezyjny.
- Efekt geodezyjny (geodetyczny), nazywany też precesją de Sittera, precesją geodezyjną oraz efektem de Sittera, to wkład do precesji **orbitalnego** momentu pędu swobodnie orbitującej cząstki **niezależny** od prędkości kątowej wirującego ciała źródłowego.
- Efekt geodezyjny został następnie dokładniej zbadany w 1919 oraz 1922 przez Schoutena a także w 1921 przez Fokkera.

• W. de Sitter: *On Einstein's Theory of Gravitation, and its Astronomical Consequences. II.*
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **77** (12/1916) 155-184.

O teorii grawitacji Einsteina i jej astronomicznych konsekwencjach. II.

• J. A. Schouten: *On the arising of a precession-motion owing to the non-euclidean linear element of the space in the vicinity of the Sun.*
Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **21**, 4 (1919) 533-539.

[Communicated by Prof. Lorentz in the meeting of June 29, 1918.]

O istnieniu ruchu precesyjnego z powodu nieeuklidesowego elementu liniowego przestrzeni w pobliżu Słońca.

• J. A. Schouten: *On geodesic precession.*

Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **23**, 8 (1922) 1108-1112.

[Communicated by Prof. H. A. Lorentz in the meeting of February 26, 1921.] *O precesji geodezyjnej.*

• A. D. Fokker: *The geodesic precession: a consequence of Einsteins's theory of gravitation.*

Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **23**, I (1921) 729-738.

[Communicated by Prof. H. A. Lorentz in the meeting of October 30, 1920.]

Precesja geodezyjna: konsekwencja teorii grawitacji Einsteina.

Angielskie nazwy precesji de Sittera

- Geodetic effect
- Geodetic precession
- De Sitter precession
- De Sitter effect

Ciekawostki

- Równania w postaci zaproponowanej przez de Sittera, Einstein po raz pierwszy wykorzystał dopiero 10 kwietnia 1919.

- A. Einstein: *Spielen Gravitationsfelder im Aufbau der materiellen Elementarteilchen eine wesentliche Rolle?*
Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften **1**, 20 (1919) 349-356. [Gesamtsitzung vom 10. April 1919]
Czy pola grawitacyjne odgrywają istotną rolę w powstawaniu cząstek elementarnych materii? [Praca 53]

- Praca o OTW Einsteina [Niemcy] dotarła do Eddingtona [Anglia] za pośrednictwem de Sittera [Holandia]. W toczącej się w Europie Pierwszej Wojnie Światowej [1914-1918] Anglia i Niemcy były wrogami. Holandia, jako państwo neutralne, utrzymywała stosunki z Anglią i Niemcami.



amerykański fizyk teoretyk

1913 - Urodził się w Salt Lake City.

1937 - Ukończył Uniwersytet Ithaki.

1940 - Doktoryzował się na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley.

1940/47 - Pracował na Uniwersytecie Północno-Zachodnim w Evanston (Illinois).

1947 - Rozpoczął pracę w Brookhaven National

Laboratory w Upton (New York).

1962 - Zmarł 22 maja w Alamedzie (California).

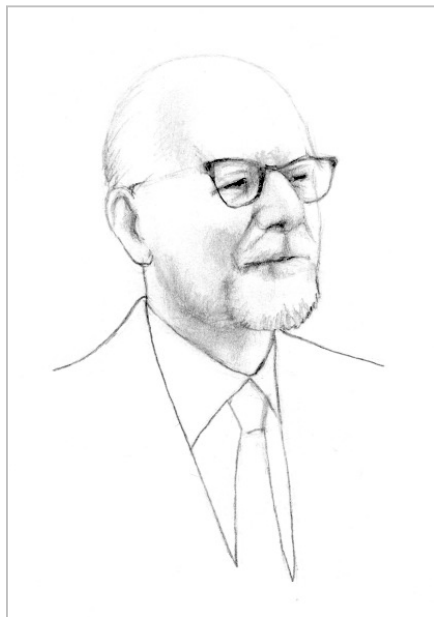
Wybrane wyniki

- J. R. Oppenheimer i H. Snyder wykazali (1939), wykorzystując równania polowe Einsteina, że po wyczerpaniu się wszystkich termojądrowych źródeł energii, dostatecznie masywna gwiazda powinna ciągle się kurczyć. Zjawisko to nazywane jest grawitacyjnym zapadaniem.
- Przedstawił (1947) schemat relatywistycznego kwantowania czasoprzestrzeni.

• J. R. Oppenheimer and H. Snyder: *On Continued Gravitational Contraction*.
Physical Review **56**, 5 (September 1, 1939) 455-459.

• Hartland S. Snyder: *Quantized Space-Time*.
Physical Review **71**, 1 (01/1947) 38-41.

• Hartland S. Snyder: *The Electromagnetic Field in Quantized Space-Time*.
Physical Review **72**, 1 (07/1947) 68-71.



irlandzki fizyk teoretyk i matematyk

1897 - Urodził się 23 marca w Dublinie.

1919 - Ukończył Trinity College w Dublinie.

1920/1925 - Był wykładowcą matematyki na uniwersytecie w Toronto.

1925/1930 - Był profesorem w Trinity College w Dublinie.

1930/1943 - Był profesorem matematyki

stosowanej na uniwersytecie w Toronto.

1941 - Był profesorem na gościnnych wykładach na Brown University.

1943 - Został członkiem Royal Society w Londynie.

1943/1946 - Był profesorem i dyrektorem Instytutu Matematyki na Uniwersytecie Stanowym w Ohio.

1946/1948 - Był profesorem i dyrektorem Wydziału Matematyki w Instytucie Technologicznym Carnegie w Pittsburgu.

1948/1972 - Był profesorem w Instytucie Studiów Zaawansowanych w Dublinie.

- Został członkiem Irlandzkiej Akademii Nauk.

1961/1964 - Był prezydentem Irlandzkiej AN.

1995 - Zmarł 30 marca w Dublinie.

Wybrane wyniki

- Rozwinął (1926) metody geometryczne w mechanice klasycznej.
- Opracował (1937) mechanikę relatywistyczną ośrodków ciągłych (relatywistyczną hydrodynamikę).
- Jest współautorem wspaniałego podręcznika o rachunku tensorowym (1949).

• J. L. Synge: *On the Geometry of Dynamics*.

Philosophical transactions of the Royal society of London Series A **226** (July 1926) 31-106.

• J. L. Synge: *Relativistic Hydrodynamics*.

Proceedings of the London Mathematical Society **43** (1937) 376-416.

• J. L. Synge and A. Schild: *Tensor Calculus*. 1949.

Istnieje polski przekład:

• J. L. Synge and A. Schild: *Rachunek tensorowy*. PWN, Warszawa 1964. [359 stron]

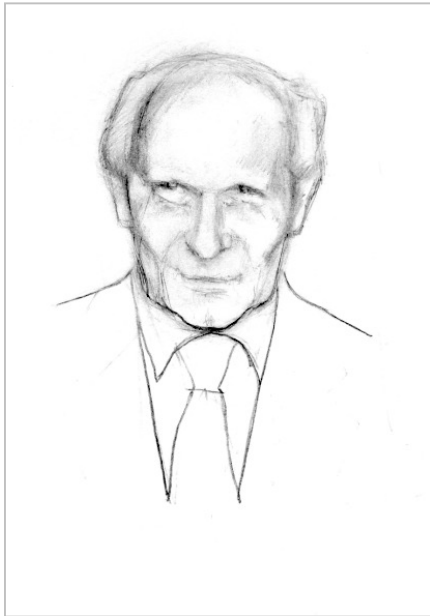
Ciekawostki

- Synge uważał, że teoria względności powinna nosić nazwę teorii rozchodzenia się sygnałów.

• J. L. Synge: *Talking about Relativity*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1970. [193 strony]

Istnieje polski przekład:

• J. L. Synge: *Porozmawiajmy o teorii względności*. PWN, Warszawa 1974. [181 stron] [Biblioteka Problemów, tom 190]



australijski matematyk

1911 - Urodził się 29 maja w Budapeszcie.

- Studiował chemię inżynierską na politechnice w Budapeszcie.

1933/39 - Pracował jako inżynier.

1939/48 - Przebywał na emigracji w Szanghaju.

1948/63 - Wykładał matematykę na University of Adelaide, kolejno jako wykładowca, starszy

wykładowca, reader.

1963/76 - Był profesorem matematyki na University of New South Wales w Sydney.

1963 - Został członkiem Australian Academy of Science.

1976 - Przeszedł na emeryturę.

2005 - Zmarł 28 sierpnia w Adelajdzie (Australia).

Wybrane wyniki

- Zaproponował (1960) [niezależnie od M. D. Kruskala] układ współrzędnych pozwalający pozbyć się pozornych osobliwości związanych z metryką Schwarzschilda.

Ciekawostki

- Peter Szekeres – syn George’a – jest znanym fizykiem teoretykiem.
- George Szekeres grał na skrzypcach i altówce.
- Z okazji dziewięćdziesiątych urodzin Szekeresza Australijskie Towarzystwo Matematyczne ufundowało w 2001 medal (The George Szekeres Medal), który będzie przyznawany co dwa lata wybitnym członkom ATM.
- Jego żona Esther zmarła tego samego dnia co on.

• Gy. Szekeres: *On the singularities of a Riemannian manifold*.

Publicationes Mathematicae. Institutum Mathematicum Universitatis Debreceniensis 7 (1960) 285-301. [Received May 26, 1959.]

Istnieje przedruk:

• György Szekeres: *On the singularities of a Riemannian manifold*. General Relativity and Gravitation 34, 11 (2002) 2001-2016..

[Nota redakcyjna: Peter Szekeres, strona 1995]

[Biografia: György Szekeres, strona 1999]

Tytuły wybranych prac, których autorem lub współautorem jest George Szekeres

Artykuły

- *New Formulation of the General Theory of Relativity*. 1955.
- Wallace Kantor, George Szekeres: *Cosmic Time and the Field Equations of General Relativity*. 1956.
- *Ether Drift and Gravitational Motion*. 1956.
- *On the singularities of a Riemannian manifold*. 1960.
- Lawrence Mysak, George Szekeres: *Behavior of the Schwarzschild singularity in superimposed gravitational fields*. 1966.
- *Cosmology with spinor connection*. 1975.

polski fizyk teoretyk i historyk fizyki

1917 - Urodził się 17 czerwca w Ciężkowicach.

1935/39 - Studiował fizykę i matematykę na Wydziale Filozoficznym Uniwersytetu Jagiellońskiego.

1940/44 - Kontynuował studia w trybie tajnym.

1945 - Rozpoczął pracę w Katedrze Fizyki Teoretycznej UJ.

1947 - Doktoryzował się na UJ.

1962 - Został profesorem nadzwyczajnym.

1969 - Został profesorem zwyczajnym.

1979 - Został kierownikiem Zakładu Teorii Względności i Astrofizyki.

1987 - Przeszedł na emeryturę.

2014 - Zmarł 10 sierpnia w Krakowie.

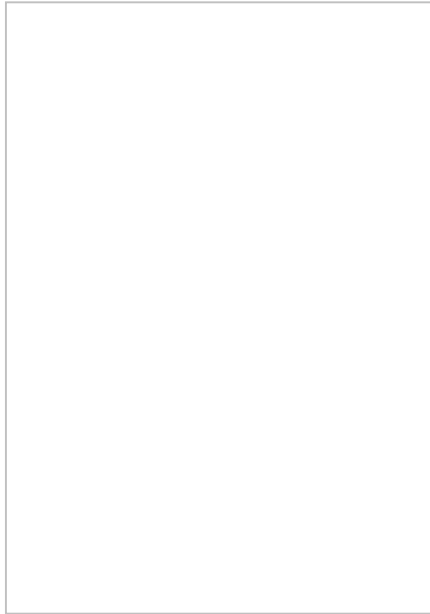
Wybrane wyniki

- Podał (1947) relatywistyczne równania ruchu swobodnej cząstki dipolowej i kwadrupolowej.
- Badał (1980, 1983) relatywistyczne równania ruchu cząstki spino-
wej.

• Bronisław Edward Średniawa: *Relatywistyczne równania ruchu cząstki dipolowej i kwadrupolowej swobodnej*.
Uniwersytet Jagielloński, 1947.
Promotor: prof. Jan Weyssenhoff

• B. Średniawa: *Relativistic Equations of Motion of "Spin Particles"*. [in:]
Cosmology and Gravitation: Spin, Torsion, Rotation, and Supergravity.
Edited by Peter G. Bergmann, and Venzo De Sabbata.
D. Reidel Publishing Company, Dordrecht 1980.
NATO Advanced Study Institutes Series. Volume B 58, 1980.
[Strona 423]

• Bronisław Średniawa: *An Approach to Finite-Size Particles with Spin*. [in:]
Frontiers of Fundamental Physics. Proceedings of an International Conference held 27-30 September, 1983 in Olympia, Greece.
Edited by Michele Barone and Franco Selleri.
Plenum Press, New York 1984.
[Strona 369]



amerykański fizyk teoretyk

1911 - Urodził się 1 lutego w Chicago.

1931 - Ukończył matematykę na University of Chicago.

1931 - Związał się z Princeton University, gdzie miał okazję współpracować z H. P. Robertsonem, Oswaldem Veblenem i Johnem von Neumannem.

1935 - Doktoryzował się z matematyki

u Robertsona.

1935/37 - Był członkiem Instytutu Studiów Zaawansowanych w Princeton.

1937/48 - Był profesorem na University of Washington w Seattle.

1942/45 - Pracował jako fizyk teoretyk na Princeton University.

1947 - Powrócił do Instytutu Studiów Zaawansowanych jako *Guggenheim postservice fellow*.

1948/64 - Pracował na University of Illinois w Urbana w zespole powołanym do budowy komputera według projektu von Neumanna.

1961/64 - Był dyrektorem Digital Computer Laboratory w Urbana.

1964/78 - Był profesorem matematyki na University of California w Berkeley.

1964/68 - Był dyrektorem Computer Center.

1978 - Przeszedł na emeryturę.

1999 - Zmarł 9 sierpnia w Chicago.

Wybrane wyniki

- Taub wniósł znaczący wkład do geometrii różniczkowej, ogólnej teorii względności, kosmologii, fal grawitacyjnych i hydrodynamiki relatywistycznej.
- Wykorzystał (1951) typy Bianchiego do klasyfikacji przestrzennie jednorodnych kosmologicznych rozwiązań równań pola grawitacyjnego Einsteina.

Na przykład rozwiązania kosmologiczne Kurta Gödla z 1949 i 1952 należą odpowiednio do VIII i IX typu Bianchiego.

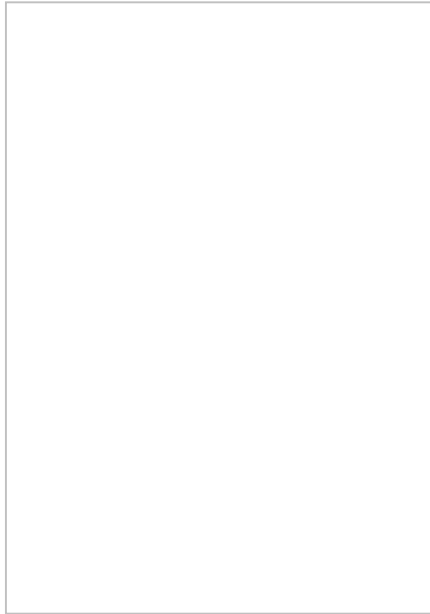
• A. H. Taub: *Empty Spacetimes Admitting a Three-Parameter Group of Motions*.
Annals of Mathematics **53**, 3 (1951) 472-490.

Puste czasoprzestrzenie dopuszczające trój-parametrowe grupy ruchów.

Istnieje przedruk:

• A. H. Taub: *Empty Spacetimes Admitting a Three-Parameter Group of Motions*.
General Relativity and Gravitation **36**, 12 (December 2004) 2699-2719.

[Nota redakcyjna: M. MacCallum, strony 2689-2697].



austriacki fizyk teoretyk

1888 - Urodził się 23 marca w Wiedniu.

- Studiował matematykę i fizykę.

1915 - Habilitował się.

1921/38 - Był profesorem Fizyki Teoretycznej na Uniwersytecie Wiedeńskim.

1946 - Ponownie został profesorem.

1957/63 - Był członkiem Bundesratu z ramienia

Austriackiej Partii Socjal Demokratycznej (SPÖ).

1976 - Zmarł 22 marca w Wiedniu.

Wybrane wyniki

- Joseph Lense i Hans Thirring wykazali (1918), na podstawie równań Einsteina, że w polu wirującego źródła przyspieszenie Coriolisa zawiera dodatkowy człon, **zależny** od prędkości kątowej wirującego ciała źródłowego, powodujący wkład do precesji **orbitalnego** momentu pędu swobodnie orbitującej cząstki (precesja Lensego-Thirringa, efekt Lensego-Thirringa, efekt rotacyjny, wleczenie układów inercjalnych).

Wskazówka

- Szukaj w internecie pod hasłem: Lense-Thirring effect.

• J. Lense und H. Thirring: *Über den Einfluß der Eigenrotation der Zentralkörper auf die Bewegung der Planeten und Monde nach der Einsteinschen Gravitationstheorie*. Physikalische Zeitschrift **19**, 8 (15. April 1918) 156-163.

Istnieje angielski przekład (B. Mashhoon, F. W. Hehl and D. S. Theiss):

• Josef Lense and Hans Thirring: *On the Influence of the Proper Rotation of Central Bodies on the Motions of Planets and Moons According to Einstein's Theory of Gravitation*. General Relativity and Gravitation **16**, 8 (1984) 727-741.

Angielskie nazwy i określenia efektu Lensego-Thirringa

- Lense-Thirring effect
- Precession of the orbital plane of an orbiting body around a rotating mass
- Spin-orbital angular momentum coupling of the gravitational interaction
- Dragging of inertial frames – nazwa zaproponowana przez Einsteina



amerykański chemik i fizyk teoretyk

1881 - Urodził się 4 marca w West Newton.

1903 - Ukończył Massachusetts Institute of Technology.

1904 - Spędził rok w Niemczech w Technische Hochschule w Charlottenburgu oraz w laboratorium chemii przemysłowej w Crefeld.

1910 - Doktoryzował się.

- Nauczał na uniwersytetach w Michigan i Cincinnati.

1912/16 - Był profesorem chemii fizycznej uniwersytetu w Berkeley.

1916/18 - Był profesorem uniwersytetu w Illinois.

1922 - Został profesorem chemii fizycznej i fizyki matematycznej w Kalifornijskim Instytucie Technologicznym.

1923 - Został członkiem Akademii Nauk.

1948 - Zmarł 5 września w Pasadenie (California).

Wybrane wyniki

- Richard C. Tolman i Morgan Ward zbadali (1932) oscylacyjny model wszechświata, w którym zachodzą procesy nieodwracalne.
- Rozwinął (1934) relatywistyczną termodynamikę.
- Podał (1939) pięć nowych statycznych rozwiązań równań polowych Einsteina dla kuli z cieczy.

• Richard C. Tolman & Morgan Ward: *On the Behavior of Non-Static Model of the Universe when the Cosmological Term is Omitted*. Physical Review **39**, 5 (03/1932) 835-843.

• R. C. Tolman: *Relativity, Thermodynamics and Cosmology*. [Oxford at Clarendon Press] Clarendon Press, Oxford 1934.[497 stron]

• Richard C. Tolman: *Static Solutions of Einstein's Field Equations for Spheres of Fluid*.

Physical Review **55**, 4 (February 15, 1939) 364-373.

Dokonał analizy ośmiu (w tym pięciu nowych) statycznych rozwiązań równań pola Einsteina z członem kosmologicznym dla kuli z doskonałej cieczy o stałej gęstości.

Przed ukazaniem się tej pracy znane były cztery dokładne rozwiązania: kosmologiczne rozwiązanie Einsteina dla cieczy o stałej gęstości i stałym ciśnieniu w całej przestrzeni, oraz tzw. wewnętrzne rozwiązanie Schwarzschilda dla kuli z nieściśliwej cieczy o stałej gęstości i ciśnieniu, które malało od centralnej wartości do zera na brzegu. Traktując pustą przestrzeń jako graniczny przypadek cieczy mającej zerową gęstość oraz ciśnienie, można dodać jeszcze kosmologiczne rozwiązanie de Sittera oraz tzw. zewnętrzne rozwiązanie Schwarzschilda dla pustej przestrzeni otaczającej sferycznie symetryczne ciało. Przy czym, te dwa ostatnie rozwiązania Tolman uogólnił w postaci jednego.



niemiecki matematyk

1885 - Urodził się 9 listopada w Elmschorn[ie] koło Hamburga.

1903/1908 - Studiował na Uniwersytecie Getyńskim.

1908 - Doktoryzował się na Uniwersytecie Getyńskim u Davida Hilberta.

- Pracował jako Privatdozent w Getyndze.

1913 - Został profesorem na politechnice w Zurychu (ETH).

1930 - Został profesorem w Getyndze.

1933 - Wyemigrował do Stanów Zjednoczonych.

1933/51 - Pracował w Instytucie Studiów Zaawansowanych w Princeton.

1955 - Zmarł 8 grudnia w Zurychu.

Wybrane wyniki

- Wykazał (1917), że znikanie dywergencji tensora energii-pędu wynika z zasady wariacyjnej.
- Podał (1917) rozwiązanie próżniowych równań pola statycznego o symetrii osiowej.
- Sformułował (1918) pierwszą jednolitą teorię pola bazującą na uogólnieniu geometrii Riemanna.
- Zdefiniował (1918) bardzo przydatny w OTW, nowy kowariantny tensor czwartego rzędu, nazywany tensorem krzywizny konforemnej lub tensorem Weyla.

• Hermann Weyl: *Zur Gravitationstheorie*.
Annalen der Physik **54**, 18 (1917) 117-145.

• H. Weyl: *Gravitation und Elektrizität*.
Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften (1918) 465-478.

• Hermann Weyl: *Reine Infinitesimalgeometrie*.
Mathematische Zeitschrift **2** (1918) 384-411. [Patrz: strona 404]



holenderski fizyk,
laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1902

1865 - Urodził się 25 maja w Zonnemair.

1890 - Ukończył uniwersytet w Lejdzie.

1893 - Doktoryzował się.

1897 - Rozpoczął pracę na uniwersytecie
w Amsterdamie.

1900 - Został profesorem.

1902 - Otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki “w uznaniu nadzwyczajnego wkładu wniesionego przez badania wpływu magnetyzmu na zjawiska promieniowania”.

1908 - Został dyrektorem Instytutu Fizyki.

1943 - Zmarł 9 października w Amsterdamie.

Wyniki

- Badał (1914-1915) wartość prędkości światła w szybko poruszającym się ośrodku, potwierdzając istnienie członu Lorentza we współczynniku unoszenia Fresnela.
- Potwierdził (1917) doświadczalnie z dużą dokładnością (10^{-7}) równość masy inercjalnej i grawitacyjnej.
- Wykazał doświadczalnie (1919-1920), że wartość prędkości światła w gęstych ośrodkach zależy od długości fali.

• P. Zeeman: *Fresnel's coefficient for light of different colours. (First part).*

Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **17**, I (1914) 445-451.

• P. Zeeman: *Fresnel's coefficient for light of different colours.*

Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **18**, I (1915) 398-408.

[Communicated in the meeting of May 29, 1915.]

• P. Zeeman: *Some experiments on gravitation. The ratio of mass to weight for crystals and radioactive substances.*

Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **20**, I (1918) 542-553.

[Communicated in the meeting of September 29, 1917.]

• P. Zeeman: *The Propagation of Light in Moving Transparent solid substances. I. Apparatus for the Observation of the Fizeau-effect in Solid Substances.* Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **22**, I (1919-1920) 462-470.

[Communicated in the meeting of May 3, 1919.]

- P. Zeeman and P. Snethlage: *The Propagation of Light in Moving, Transparent, Solid Substances. II. Measurements on the Fizeau-effect in Quartz*. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **22**, II (1920) 512-522.
[Communicated in the meeting of May 3, 1919.]
- P. Zeeman, W. de Groot, A. Snethlage and G. C. Dibbetz: *The propagation of light in moving, transparent, solid substances. III. Measurements on the Fizeau-effect in flint glass*. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen **23**, II (1922) 1402-1411.
[Communicated in the meeting of April 23, 1920.]

Ciekawostki

- Pieter Zeeman znany jest przede wszystkim z odkrycia (1897) rozszczepienia linii widmowych w zewnętrznym polu magnetycznym. Zjawisko to nazwano efektem Zeemana.

- P. Zeeman: *On the Influence of Magnetism on the Nature of the Light Emitted by a Substance*. Astrophysical Journal **5** (05/1897) 332-347.

Alfabetyczny indeks nazwisk

-
- Adam, Madge Gertrude (1912-2001) 68
Baade, Wilhelm Heinrich Walter (1893-1960) 70
Bargmann, Valentine (1908-1989) 73
Beauregard, Olivier Costa de (1911-2007) 75
Bergmann, Peter Gabriel (1915-2002) 77
Bertotti, Bruno (ur. 1930) 79
Bondi, Sir Hermann (1919-2005) 83
Born, Max (1882-1970) 85
Cartan, Élie Joseph (1869-1951) 88
Chandrasekhar, Subrahmayan (1910-1995) 92
Clemence, Gerald Maurice (1908-1974) 94
Dantzig, David van (1900-1959) 96
Dirac, Paul Adrien Maurice (1902-1984) 98
Droste, Johannes (1886-1963) 100
Eddington, Sir Arthur Stanley (1882-1970) 102
Ehrenfest, Paul (1880-1933) 105

-
- Einstein, Albert (1879-1955) 107
Fock, Władimir Aleksandrowicz (1898-1974) 112
Fokker, Adriaan Daniël (1887-1972) 117
Fowler, William Alfred (1911-1995) 119
Frank, Philipp (1884-1966) 121
Friedman, Aleksander Aleksandrowicz (1888-1925) 123
Gödel, Kurt (1906-1978) 129
Gold, Thomas (1920-2004) 131
Grommer, Jakob (1881-1933) 133
Grossmann, Marcell (1878-1936) 135
Heckmann, Otto Hermann Leopold (1901-1983) 138
Herglotz, Gustav (1881-1953) 140
Hilbert, David (1862-1943) 142
Hoyle, Fred (1915-2001) 145
Hubble, Edwin Powell (1889-1953) 151
Ignatowsky, Wladimir Sergius von (1875-1942) 153

-
- Infeld, Leopold (1898-1968) 155
Iwanienko, Dymitr Dymitrowicz (1904-1994) 158
Kaluza, Theodor Franz Eduard (1885-1954) 160
Klein, Oscar Benjamin (1894-1977) 162
Kottler, Friedrich (1886-1965) 164
Landau, Lew Dawidowicz (1908-1968) 166
Langevin, Paul (1872-1946) 172
Laub, Jakob Johann (1872-1962) 174
Laue, Max Theodor Felix von (1879-1960) 176
Lemaître, Georges Henri Joseph Edouard (1894-1966) 179
Lense, Joseph (1890-1985) 182
Levi-Civita, Tulio (1873-1941) 185
Lifszic, Ewgenij Michajłowicz (1915-1985) 187
Lorentz, Hendrik Antoon (1853-1928) 190
Majorana, Quirino (1871-1957) 197
Mandel, Heinrich (1898-) 199

-
- Mie, Gustav Adolf (1868-1957) 201
Minkowski, Hermann (1864-1909) 204
Noether, Amalie Emmy (1882-1935) 207
Nordström, Gunnar (1881-1923) 211
Oppenheimer, J. Robert (1904-1967) 213
Papapetrou, Achille (1907-1997) 216
Pauli, Wolfgang (1900-1958) 218
Pietrow, Aleksiej Zinowiewicz (1910-1972) 222
Planck, Max Karl Ernst Ludwig (1858-1947) 225
Poincaré, Henri (1854-1912) 228
Reissner, Hans Jacob (1874-1967) 231
Robertson, Howard Percy (1903-1961) 234
Rosen, Nathan (1909-1995) 236
Sagnac, Georges (1869-1928) 240
Schild, Alfred (1921-1977) 242
Schouten, Jan Arnoldus (1883-1971) 244

-
- Schwarzschild, Karl (1873-1916) 246
Sitter, Willem de (1872-1934) 250
Snyder, Hartland Sweet (1913-1962) 255
Synge, John Lighton (1897-1995) 257
Szekeres, George (1911-2005) 260
Średniawa, Bronisław Edward (1917-2014) 263
Taub, Abraham Haskel (1911-1999) 265
Thirring, Hans (1888-1976) 268
Tolman, Richard Chase (1881-1948) 271
Weyl, Hermann Claus Hugo (1885-1955) 273
Zeeman, Pieter (1865-1943) 275

Chronologiczny indeks nazwisk

Lorentz, Hendrik Antoon (1853-1928)	190
Poincaré, Henri (1854-1912)	228
Planck, Max Karl Ernst Ludwig (1858-1947)	225
Hilbert, David (1862-1943)	142
Minkowski, Hermann (1864-1909)	204
Zeeman, Pieter (1865-1943)	275
Mie, Gustav Adolf (1868-1957)	201
Cartan, Élie Joseph (1869-1951)	88
Sagnac, Georges (1869-1928)	240
Majorana, Quirino (1871-1957)	197
Langevin, Paul (1872-1946)	172
Laub, Jakob Johann (1872-1962)	174
Sitter, Willem de (1872-1934)	250
Levi-Civita, Tulio (1873-1941)	185
Schwarzschild, Karl (1873-1916)	246
Reissner, Hans Jacob (1874-1967)	231

Ignatowsky, Wladimir Sergius von (1875-1942)	153
Grossmann, Marcell (1878-1936)	135
Einstein, Albert (1879-1955)	107
Laue, Max Theodor Felix von (1879-1960)	176
Ehrenfest, Paul (1880-1933)	105
Grommer, Jakob (1881-1933)	133
Herglotz, Gustav (1881-1953)	140
Nordström, Gunnar (1881-1923)	211
Tolman, Richard Chase (1881-1948)	271
Born, Max (1882-1970)	85
Eddington, Sir Arthur Stanley (1882-1970)	102
Noether, Amalie Emmy (1882-1935)	207
Schouten, Jan Arnoldus (1883-1971)	244
Frank, Philipp (1884-1966)	121
Kaluza, Theodor Franz Eduard (1885-1954)	160
Weyl, Hermann Claus Hugo (1885-1955)	273

Droste, Johannes (1886-1963)	100
Kottler, Friedrich (1886-1965)	164
Fokker, Adriaan Daniël (1887-1972)	117
Friedman, Aleksander Aleksandrowicz (1888-1925)	123
Thirring, Hans (1888-1976)	268
Hubble, Edwin Powell (1889-1953)	151
Lense, Joseph (1890-1985)	182
Baade, Wilhelm Heinrich Walter (1893-1960)	70
Klein, Oscar Benjamin (1894-1977)	162
Lemaître, Georges Henri Joseph Edouard (1894-1966)	179
Synge, John Lighton (1897-1995)	257
Fock, Władimir Aleksandrowicz (1898-1974)	112
Infeld, Leopold (1898-1968)	155
Mandel, Heinrich (1898-)	199
Dantzig, David van (1900-1959)	96
Pauli, Wolfgang (1900-1958)	218

Heckmann, Otto Hermann Leopold (1901-1983)	138
Dirac, Paul Adrien Maurice (1902-1984)	98
Robertson, Howard Percy (1903-1961)	234
Iwanienko, Dymitr Dymitrowicz (1904-1994)	158
Oppenheimer, J. Robert (1904-1967)	213
Gödel, Kurt (1906-1978)	129
Papapetrou, Achille (1907-1997)	216
Bargmann, Valentine (1908-1989)	73
Clemence, Gerald Maurice (1908-1974)	94
Landau, Lew Dawidowicz (1908-1968)	166
Rosen, Nathan (1909-1995)	236
Chandrasekhar, Subrahmayan (1910-1995)	92
Pietrow, Aleksiej Zinowiewicz (1910-1972)	222
Beauregard, Olivier Costa de (1911-2007)	75
Fowler, William Alfred (1911-1995)	119
Szekeres, George (1911-2005)	260

Taub, Abraham Haskel (1911-1999)	265
Adam, Madge Gertrude (1912-2001)	68
Snyder, Hartland Sweet (1913-1962)	255
Bergmann, Peter Gabriel (1915-2002)	77
Hoyle, Fred (1915-2001)	145
Lifszic, Ewgenij Michajłowicz (1915-1985)	187
Średniawa, Bronisław Edward (1917-2014)	263
Bondi, Sir Hermann (1919-2005)	83
Gold, Thomas (1920-2004)	131
Schild, Alfred (1921-1977)	242
Bertotti, Bruno (ur. 1930)	79

Historia Teorii Względności



Zbigniew Osiak

Era Einsteina

1905-1955

04