

Fizyka mało znana



Zbigniew Osiak

Język
i metodologia
fizyki

01

ORCID

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>

OZNACZENIA

B – notka biograficzna

C – ciekawostka

D – propozycja wykonania doświadczenia

H – informacja dotycząca historii fizyki

I – adres strony internetowej

K – komentarz

P – przykład

U – uwaga

Zbigniew Osiak (Tekst)

FIZYKA MAŁO ZNANA
Język i metodologia fizyki

Małgorzata Osiak (Ilustracje)

© Copyright 2014 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: 978-83-272-4214-3

e-mail: zbigniew.osiak@gmail.com

“*Fizyka mało znana – Język i metodologia fizyki*” stanowi zapis pomocniczych materiałów wykorzystanych podczas 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: *Elektryczność*. Self Publishing (2011).
- Z. Osiak: *Szczególna Teoria Względności*. Self Publishing (2012).
- Z. Osiak: *Ogólna Teoria Względności*. Self Publishing (2012).
- Z. Osiak: *Antygravitacja*. Self Publishing (2012).
- Z. Osiak: *Giganci Teorii Względności*. Self Publishing (2012).
- Z. Osiak: *Energia w Szczególnej Teorii Względności*. SP (2012).
- Z. Osiak: *Energy in Special Relativity*. Self Publishing (2011).
- Z. Osiak: *Encyklopedia Fizyki*. Self Publishing (2012).
- Z. Osiak: *Zadania Problemowe z Fizyki*. Self Publishing (2011).

Seminarium

FIZYKA MAŁO ZNANA

Język i metodologia fizyki

dr Zbigniew Osiak

Portrety i rysunki wykonała

Małgorzata Osiak

-
- Analiza jednostek
 - Błąd pomiarowy
 - Izotropowy
 - Anizotropowy
 - Centralny
 - Ciągły
 - Nieciągły (dyskretny)
 - Determinizm
 - Indeterminizm
 - Dualizm falowo korpuskularny
 - Eksperyment myślowy
 - Demon Maxwella
 - Kot Schrödingera
 - Experimentum crucis
 - Ruchy Browna
 - Mikrofalowe promieniowanie tła

-
- Explicite
 - Implicite
 - Fizyka
 - Fizyka klasyczna
 - Fizyka kwantowa
 - Lokalny
 - Globalny
 - Hipoteza
 - Heurystyczny
 - Infinitesimalny
 - Jednolita teoria pola
 - Jednorodny
 - Kontinuum (continuum)
 - Kryteria prawd naukowych
 - Lista Ginzburga
 - Mikroskopowy

-
- Makroskopowy
 - Mezoskopowy
 - Model
 - Paradoks
 - Pole
 - Prawo fizyczne
 - Próżnia
 - Relatywistyczny
 - Rezonansowy
 - Równania pola
 - Równania ruchu
 - Stacjonarny
 - Niestacjonarny
 - Stan nieustalony
 - Sprzężenie zwrotne
 - Regulator Watta

-
- Statyczny
 - Symetria
 - Relacja fenomenologiczna
 - Teoria fenomenologiczna
 - Twierdzenie Noether
 - Wielkość addytywna
 - Wielkość multiplikatywna
 - Wirtualny
 - Niezmiennik (inwariant) danych transformacji
 - Wzór współzmienniczy względem danych transformacji
 - Równanie relatywistycznie współzmiennicze
 - Zasada antropiczna
 - Zasada odpowiedniości
 - Zjawiska liniowe
 - Zjawiska nieliniowe
 - Działanie ● Zasada najmniejszego działania

- prosta procedura umożliwiająca wykrycie ewentualnych błędów w równaniach fizyki.
- Jeżeli jednostki po obu stronach równania są różne, to równanie jest błędne.

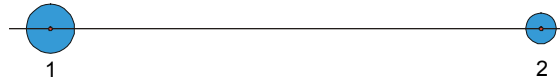
-
- różnica między zmierzoną wartością danej wielkości fizycznej a jej prawdziwą wartością.
 - Błędy pomiarów mogą być wynikiem ograniczonej dokładności przyrządów oraz niedoskonałości zmysłów człowieka.
 - Należy również podkreślić, że akt pomiaru może zakłócać przebieg zjawiska i *vice versa*. Problem ten jest między innymi przedmiotem badań fizyki kwantowej oraz teorii względności.

-
- mający takie same własności w różnych kierunkach.

- mający różne własności w różnych kierunkach.

P Ciało człowieka jest anizotropowe.

- leżący na prostej łączącej środki mas dwóch ciał.
- Siły grawitacyjne i elektryczne są siłami centralnymi.



-
- zmieniający się o dowolnie małą wartość.

- zmieniający się skokowo.

-
- pogląd filozoficzny głoszący, że między przyczyną i skutkiem istnieje zawsze jednoznaczna zależność, tzn. ta sama przyczyna zawsze powoduje ten sam skutek.

- pogląd filozoficzny głoszący, że między przyczyną i skutkiem nie musi zawsze istnieć jednoznaczna zależność, tzn. ta sama przyczyna niekoniecznie musi zawsze powodować ten sam skutek.

P Prawa fizyki kwantowej, obowiązujące w mikroświecie, są indeterministyczne.

- pogląd, według którego w pewnych zjawiskach fale mogą zachowywać się jak cząstki, a cząstki jak fale.

P W zjawisku fotoelektrycznym fale elektromagnetyczne zachowują się jak fotony.

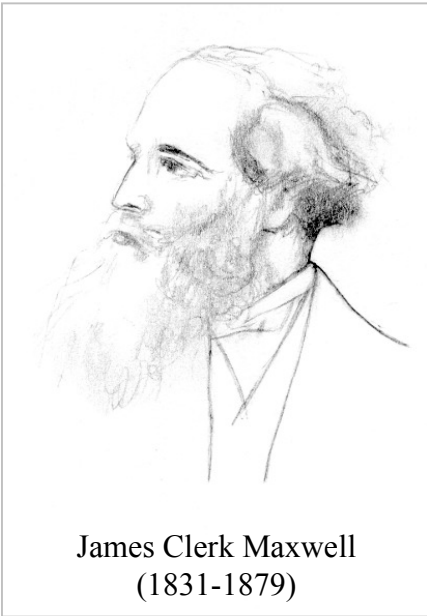
P Elektrony, przejawiając własności falowe, ulegają dyfrakcji.

- doświadczenie przeprowadzone w wyobraźni, pozostające w zgodzie ze wszystkimi znanymi prawami fizyki.

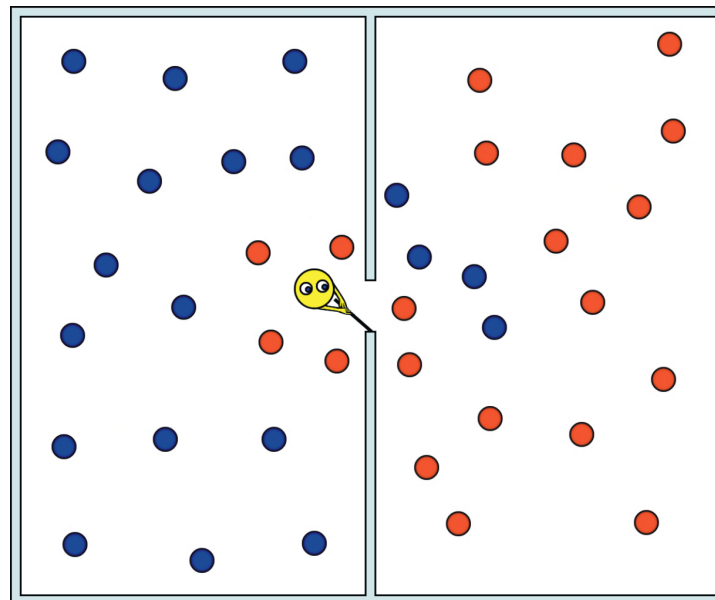
P Znanymi eksperymentami myślowymi są demon Maxwella i kot Schrödingera.

B James Clerk Maxwell (1831-1879), szkocki fizyk teoretyk.

B Erwin Schrödinger (1887-1961), austriacki fizyk teoretyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1933.



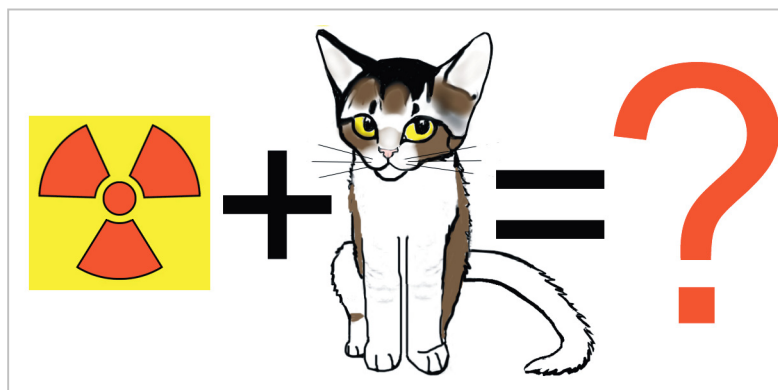
- Demon Maxwella to hipotetyczny „stwór” wymyślony przez Maxwella w 1867, otwierający i zamykający mikroskopijny zawór w przegrodzie między dwoma częściami naczynia z gazem o takiej samej temperaturze początkowej, w celu rozdzielenia cząsteczek poruszających się z dużymi i małymi szybkościami.



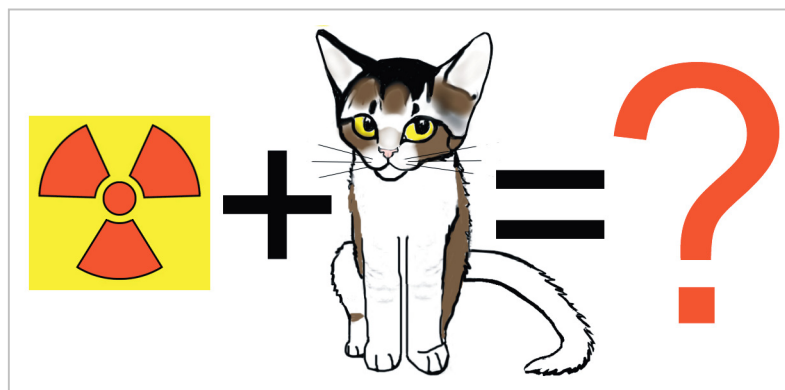


Erwin Schrödinger
(1887-1961)

- Kot Schrödingera to eksperyment myślowy zaproponowany przez Schrödingera w 1935 w celu polemiki z poglądem Bohra, że dany stan kwantowy może być zrealizowany z przypisanym mu prawdopodobieństwem dopiero wskutek aktu pomiaru.



- Eksperyment Schrödingera polega na tym, aby w szczelnie zamkniętym nieprzezroczystym pudle umieścić żywego kota oraz urządzenie uwalniające trujący gaz po rozpadzie radioaktywnego atomu. Według Bohra kot powinien być w takim układzie jednocześnie częściowo żywy i częściowo nieżywy, dopóki obserwator nie stwierdzi jak jest naprawdę.



- doświadczenie rozstrzygające, która z dwóch przeciwstawnych teorii (hipotez) jest poprawna.

P Ruchy Browna stanowią *experimentum crucis* na rzecz teorii kinetyczno-molekularnej materii, a obalają teorię o jej ciągłej strukturze.

P Mikrofalowe promieniowanie tła potwierdza teorię wielkiego wybuchu, a obala teorię stanu stacjonarnego rozszerzającego się wszechświata.

H Pojęcie *experimentum crucis* wprowadził Francis Bacon (1561-1626), angielski filozof i teoretyk nauki.

- chaotyczne ruchy drobnych cząstek zawieszonych w cieczy, odkryte przez Browna w 1827, spowodowane przypadkowymi zderzeniami z cząsteczkami cieczy.



- Teorię ruchów Browna, odkrytych przez Browna w 1827, podali niezależnie od siebie Einstein w 1905 i Smoluchowski w 1906, wyznaczając wyrażenie na średni kwadrat przesunięcia w zadanym kierunku $\langle x^2 \rangle$ w danym przedziale czasu (τ) cząstki o promieniu (r) pływającej w cieczy o współczynniku lepkości (η).

$$\langle x^2 \rangle = \frac{\tau k T}{3\pi\eta r}$$

B Robert Brown (1773-1858), brytyjski botanik.

B Marian Smoluchowski (1872-1917), polski fizyk.

B Albert Einstein (1879-1955), genialny fizyk teoretyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1921.

- mikrofalowe promieniowanie, odpowiadające temperaturze 2,7 stopni Kelvina, docierające do Ziemi równomiernie ze wszystkich kierunków. Nazywane jest również promieniowaniem reliktowym lub szczątkowym.

H Promieniowanie tła odkryli Penzias i Wilson w 1965. Odkrycie to potwierdziło hipotezę o istnieniu promieniowania szczątkowego jako pozostałości po wielkim wybuchu.

B Arno Allan Penzias (ur. 1933), amerykański astrofizyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1978.

B Robert Woodrow Wilson (ur. 1936), amerykański radioastronom, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1978.



Arno Allan Penzias
(ur. 1933)



Robert Woodrow Wilson
(ur. 1936)

- Penzias i Wilson przypadkowo odkryli (1965) mikrofalowe promieniowanie tła, początkowo sądząc, że rejestrują szumy układu pomiarowego.

- A. A. Penzias and R. W. Wilson: A *Measurement of Excess Antenna Temperature at 4080 MHz*. *Astrophysical Journal* **142** (07/1965) 419-421. *Pomiar nadwyżki temperatury anteny przy 4080 MHz.*

- jawnie, wyraźnie.

- niejawnie, w sposób ukryty, domyślnie.

P Równań ruchu nie trzeba (i nie można) postulować niezależnie, ponieważ są one *implicite* zawarte w równaniach pola grawitacyjnego.*

* A. Einstein: *Autobiografia*.

- nauka zajmująca się badaniem zjawisk przyrody nieożywionej. Językiem fizyki jest matematyka, a o prawdziwości hipotez i teorii rozstrzyga eksperyment. Ze względu na stosowane metody badawcze fizyka dzieli się na doświadczalną i teoretyczną, natomiast ze względu na specyfikę badanych zjawisk – na klasyczną i kwantową.

K Do grona pięciu najwybitniejszych fizyków, według mnie, należą Newton, Maxwell, Einstein, Schrödinger oraz Prigogine. Stworzyli oni mechanikę klasyczną, elektrodynamikę klasyczną, teorię względności, mechanikę falową (kwantową) oraz termodynamikę procesów nieodwracalnych.

B Sir Isaac Newton (1643-1727), angielski fizyk, matematyk, astronom i filozof.

B James Clerk Maxwell (1831-1879), szkocki fizyk teoretyk.

B Albert Einstein (1879-1955), genialny fizyk teoretyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1921.

B Erwin Schrödinger (1887-1961), austriacki fizyk teoretyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1933.

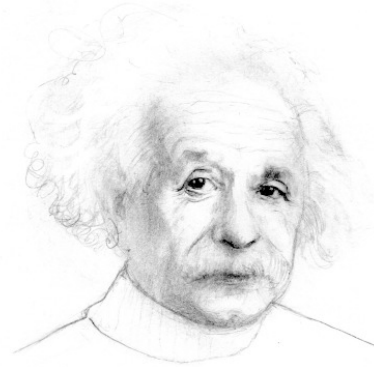
B Ilya Prigogine (1917-2003), belgijski fizyk i chemik, laureat Nagrody Nobla z chemii w 1977.



Isaac Newton
(1642-1727)



James Clerk Maxwell
(1831-1879)



Albert Einstein
(1879-1955)



Erwin Schrödinger
(1887-1961)

Ilya Prigogine
(1917-2003)

-
- fizyka nieuwzględniająca efektów kwantowych. W równaniach fizyki klasycznej nie pojawia się stała Plancka.
 - Z historycznego punktu widzenia do fizyki klasycznej zaliczana jest cała fizyka powstała do końca XIX wieku oraz teoria względności.

- dział fizyki zajmujący się badaniem efektów kwantowych w zjawiskach zachodzących w skali mikroskopowej. W równaniach fizyki kwantowej pojawia się stała Plancka. Do stworzenia podstaw fizyki kwantowej przyczyniło się wielu fizyków.

H Planck sformułował w 1900 i opublikował w 1901 hipotezę, że emisja energii przez atomy i cząsteczki odbywa się w postaci kwantów o wartości $h\nu$.

H Einstein w 1905 wprowadził pojęcie fotonu.

H Bohr w 1913 ogłosił kwantowy model atomu wodoru.

H De Broglie w 1924 wprowadził pojęcie fal materii.

H Pauli w 1925 przedstawił zasadę zakazu.

H Heisenberg w 1925 opracował macierzową mechanikę kwantową.

H Schrödinger w 1926 sformułował falową mechanikę kwantową.

H Born w 1926 zaproponował statystyczną interpretację funkcji falowej.

H Heisenberg w 1927 odkrył zasadę nieokreśloności.

H Dirac w 1928 podał pierwszą wersję relatywistycznej mechaniki kwantowej.

B Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947), niemiecki fizyk teoretyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1918.

B Albert Einstein (1879-1955), genialny fizyk teoretyk, laureat nagrody Nobla z fizyki w 1921.

B Max Born (1882-1970), niemiecki fizyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1954.

B Niels Hendrik David Bohr (1885-1962), duński fizyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1922.

B Erwin Schrödinger (1887-1961), austriacki fizyk teoretyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1933.

B Louis Victor Pierre Raymond de Broglie (1892-1987), francuski fizyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1929.

B Wolfgang Pauli (1900-1958), szwajcarski fizyk teoretyk pochodzenia austriackiego, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1945.

B Werner Karl Heisenberg (1901-1976), niemiecki fizyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1932.

B Paul Adrien Maurice Dirac (1902-1984), angielski fizyk teoretyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1933.

- dotyczący danego miejsca.

P Opis lokalny – opis za pomocą równań różniczkowych.

- dotyczący całości.

P Globalny układ inercjalny – układ inercjalny o dowolnie dużych rozmiarach.

P Opis globalny – opis za pomocą równań zawierających całki.

-
- założenie wymagające doświadczalnego potwierdzenia, tłumaczące w naukowy sposób dane zjawisko lub grupę zjawisk.

- oparty na próbnie stawianych hipotezach.

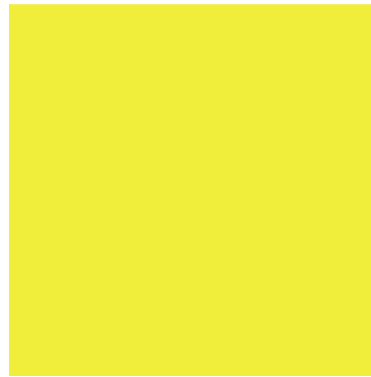
P Opis heurystyczny – opis oparty na metodzie prób i błędów.

- nieskończenie mały.

P Infinitesimalny przyrost – nieskończenie mały przyrost, różniczka.

-
- teoria unifikująca wszystkie rodzaje oddziaływań, czyli oddziaływania silne, słabe, elektromagnetyczne oraz grawitacyjne.

- jednakowy w każdym punkcie.



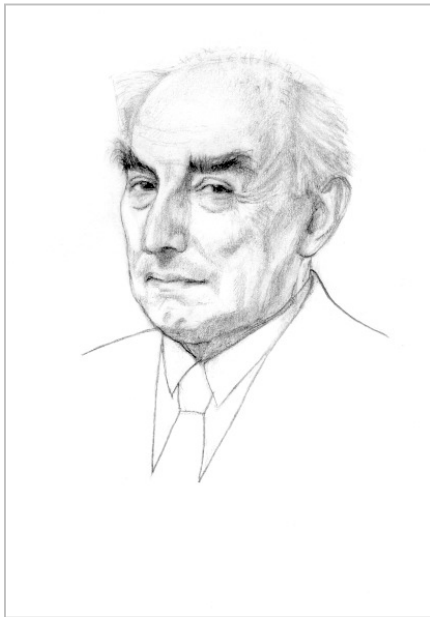
P Jednorodny roztwór – roztwór mający w każdym punkcie jednakowe stężenie.

- ciągły zbiór punktów.

P Czasoprzestrzeń, przestrzeń, płaszczyzna oraz prosta stanowią kontinua odpowiednio cztero-, trój-, dwu- oraz jednowymiarowe.

- Jedynym kryterium prawdy w naukach przyrodniczych, w tym w fizyce, jest doświadczenie (eksperyment).

- lista problemów fizyki i astrofizyki, które są obecnie szczególnie ważne i interesujące, opublikowana przez Ginzburga w kwietniu 2002.
- Lista Ginzburga jest wskazaniem tego, co każdy fizyk wiedzieć powinien, ma pomóc zwłaszcza młodym badaczom w wyborze zagadnień, którymi warto się zająć.



- Witalij Lazarewicz Ginzburg (1916-2009), rosyjski fizyk teoretyk, astrofizyk i historyk fizyki, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 2003.

MAKROFIZYKA

- 01.** Kontrolowana synteza jądrowa.
- 02.** Nadprzewodnictwo w wysokich i pokojowych temperaturach.
- 03.** Wodór metaliczny. Inne substancje egzotyczne.
- 04.** Dwuwymiarowa ciecz elektronowa (anomalny efekt Halla i niektóre inne efekty).
- 05.** Pewne problemy fizyki ciała stałego (heterostruktury w półprzewodnikach, kwantowe jamy i kropki, przejścia metal-dielektryk, fale ładunkowej i spinowej gęstości, mezoskopia).
- 06.** Przejścia fazowe drugiego rodzaju i im pokrewne. Niektóre przykłady takich przejść. Ochładzanie (w szczególności laserowe) do superniskich temperatur. Kondensacja Bossego-Einsteina w gazach.

- 07.** Fizyka powierzchni.
- 08.** Ciekłe kryształy. Ferroelektryki. Ferrotoroiki.
- 09.** Fullereny. Nanorurki.
- 10.** Zachowanie się substancji w supersilnych polach magnetycznych.
- 11.** Fizyka nieliniowa. Turbulentność. Solitony. Chaos. Dziwne atraktory.
- 12.** Rasery, grasery, lasery dużej mocy.
- 13.** Superciężkie pierwiastki. Egzotyczne jądra.

MIKROFIZYKA

14. Spektrum mas. Kwarki i gluony. Chromodynamika kwantowa. Plazma kwarkowo-gluonowa.

15. Jednolita teoria oddziaływań słabych i elektromagnetycznych. W- i Z-bozony. Leptony.

16. Model standardowy. Wielka unifikacja. Superunifikacja. Rozpad protonu. Masa neutrin. Monopole magnetyczne.

17. Długość fundamentalna. Oddziaływania cząstek o wysokich i superwysokich energiach. Kolidery.

18. Niezachowanie CP-inwariantności.

19. Zjawiska nieliniowe w próżni i supersilnych polach elektrycznych. Przejścia fazowe w próżni.

20. Struny. M-teoria.

ASTROFIZYKA

21. Eksperymentalne potwierdzenie ogólnej teorii względności.
22. Fale grawitacyjne i ich detekcja.
23. Problemy kosmologiczne. Inflacja. Λ -człon i „kwintesencja” (ciemna energia). Związek między kosmologią i fizyką wysokich energii.
24. Gwiazdy neutronowe i pulsary. Gwiazdy supernowe.
25. Czarne dziury. Struny kosmiczne (?).
26. Kwazary i jądra galaktyk. Powstawanie galaktyk.
27. Problem ciemnej materii (ukrytej masy) i jej detekcji.
28. Pochodzenie promieniowania kosmicznego o superwysokiej energii.

29. Rozbłyski gamma. Hipernowe.

30. Fizyka i astronomia neutrinowa. Oscylacje neutrin.

Pełna, oryginalna lista Ginzburga wraz z omówieniem znajduje się w [YΦH 172, 2 \(2002\) 213-219](#).

- dotyczący małych obiektów: cząsteczek, atomów, jąder atomowych oraz cząstek elementarnych.

K Obiekty mikroskopowe są przedmiotem badań fizyki kwantowej.

- dotyczący obiektów, znacznie większych niż atomy i cząsteczki, które można obserwować gołym okiem.

K Obiekty makroskopowe są opisywane w ramach fizyki klasycznej.

-
- dotyczący obiektów w skali pośredniej między skalami mikroskopową a makroskopową.

- wyidealizowany opis obiektu, układu lub zjawiska fizycznego.

P Znanymi modelami są układ inercjalny, punkt materialny, bryła sztywna, oscylator harmoniczny, wahadło matematyczne, gaz doskonały, ciecz doskonała, ośrodek ciągły, jednorodne pole grawitacyjne, dipol, kwadrupol, gaz elektronowy, soczewka cienka, ciało doskonale czarne, model atomu wodoru Bohra, pasmowy model ciała stałego, dziury elektronowe, model standardowy, model stanu stacjonarnego wszechświata, teoria wielkiego wybuchu, czarna dziura.

- twierdzenie sprzeczne ze zdrowym rozsądkiem lub doświadczeniem.

K Najczęściej paradoksy są wynikiem błędnych założeń lub/i błędu w dowodzie. Przykładami paradoksów zgodnych z doświadczeniem, a sprzecznych ze zdrowym rozsądkiem są paradoks hydrostatyczny oraz paradoks satelitarny. Przykładami paradoksów zgodnych ze zdrowym rozsądkiem, a sprzecznych z doświadczeniem są paradoks grawitacyjny, oraz paradoks Olbersa.

- obszar przestrzeni, w którym na ciała i cząstki elementarne działają dodatkowo siły inne niż mechaniczne.

K W ramach ogólnej teorii względności pole grawitacyjne jest wynikiem deformacji czasoprzestrzeni zależnej od rozkładu gęstości energii wszelakiej postaci.

-
- zależność pomiędzy co najmniej dwoma wielkościami fizycznymi podana w postaci wzoru (równania, nierówności, funkcji), wykresu, tabelki lub sformułowana słownie.

-
- obszar pustej przestrzeni pozbawionej materii i pól. W praktyce można uzyskać jedynie stan zbliżony do idealnej próżni, ze względu na sublimację materiału, z którego wykonane są ścianki naczynia próżniowego.

- uwzględniający wpływ dużych wartości prędkości (porównywalnych z wartością prędkości światła w próżni) na przebieg zjawiska.

U Przymiotnik relatywistyczny używany jest też jako mający związek z szeroko pojętą teorią względności.

- z wyraźnym ekstremum.

- równania opisujące siły działające w danym polu na swobodne cząstki lub ładunki elektryczne.

K W ogólnej teorii względności równania pola opisują metrykę czasoprzestrzeni.

- równania opisujące ruch cząstki, układu cząstek lub bryły sztywnej pod wpływem działających na nie sił lub momentów sił.

P Drugą zasadę dynamiki Newtona można traktować jako równania ruchu swobodnej cząstki.

$$F_x = m \frac{d^2 x}{dt^2}$$

$$F_y = m \frac{d^2 y}{dt^2}$$

$$F_z = m \frac{d^2 z}{dt^2}$$

- niezmienny w czasie.

P Stan stacjonarny – stan, w którym wszystkie parametry są stałe w czasie.

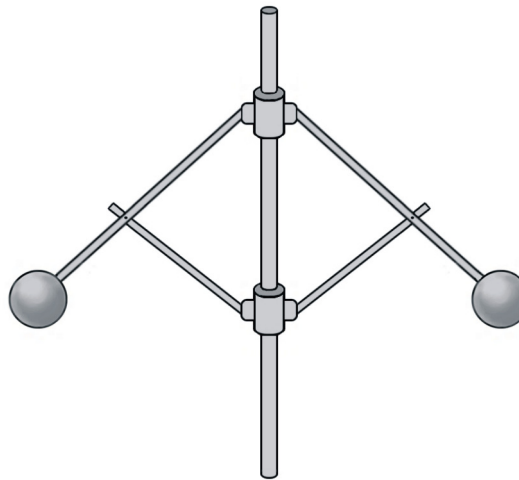
- zmieniający się w czasie.

-
- stan przejściowy, w jakim znajduje się układ po skokowej zmianie jego parametrów.

-
- wpływ sygnału wyjściowego na sygnał wejściowy.
 - Jeżeli przyrosty wartości sygnału wyjściowego i wejściowego są tego samego znaku, mówimy o sprzężeniu zwrotnym dodatnim.
 - Jeżeli przyrosty wartości sygnału wyjściowego i wejściowego mają znaki przeciwne, mówimy o sprzężeniu zwrotnym ujemnym.

- urządzenie do regulacji szybkości obrotów silnika. Dzięki sprzężeniu ruchu obrotowego kul, odbywającego się w płaszczyźnie poziomej, z ich ruchem postępowym w pionie, możliwa jest regulacja dopływu paliwa (lub pary).

B James Watt (1736-1819), szkocki matematyk i wynalazca



- nieruchomy.

- własność obiektów matematycznych i fizycznych, takich jak figury, bryły, funkcje, tensory oraz kryształy, polegająca na zachowaniu wszystkich lub tylko pewnych cech obiektu po dokonaniu zmiany jego położenia lub innej transformacji.



-
- relacja wyznaczona doświadczalnie.

- teoria oparta na relacjach doświadczalnych.

- twierdzenie wiążące zasady zachowania w fizyce z zasadami symetrii, sformułowane przez Noether w 1918.
- Zasada zachowania energii wynika z jednorodności czasu.
- Zasada zachowania pędu wynika z jednorodności przestrzeni.
- Zasada zachowania momentu pędu wynika z izotropowości przestrzeni.



- Amalie Emmy Noether (1882-1935), niemiecka matematyczka.

- wielkość skalarna, której wypadkowa jest sumą algebraiczną wielkości składowych.

P Zdolność skupiająca układu soczewek jest sumą algebraiczną zdolności skupiających poszczególnych soczewek układu.

- wielkość skalarna, której wypadkowa jest iloczynem wielkości składowych.

P Parzystość układu cząstek elementarnych jest iloczynem parzystości poszczególnych cząstek układu.

- przymiotnik mający kilka znaczeń:
- taki, którego nie można dostrzec, ale można obserwować skutki jego działania (istnienia);
- mogący zaistnieć; możliwy, ale aktualnie nieistniejący;
- nierzeczywisty.

K Z filozoficznego punktu widzenia wirtualność i aktualność są różnymi stanami rzeczywistości.

- wielkość skalarna, której wartość jest taka sama we wszystkich układach współrzędnych należących do zbioru układów o ustalonych własnościach. Wartość niezmiennika nie ulega zmianie po dokonaniu transformacji współrzędnych pozwalających na przejście między tymi układami.

P Wartość prędkości światła w próżni jest taka sama we wszystkich inercjalnych układach odniesienia, dlatego jest niezmiennikiem transformacji Lorentza.

- wzór, którego postać jest taka sama we wszystkich układach współrzędnych należących do zbioru układów o ustalonych własnościach. Współzmienniczy wzór nie ulega zmianie po dokonaniu transformacji współrzędnych pozwalających na przejście między tymi układami.

P Równania Maxwella są współzmiennicze względem transformacji Lorentza. Można je tak zapisać, aby miały taką samą postać we wszystkich inercjalnych układach odniesienia. Powiadamy też, że równania Maxwella są relatywistycznie współzmiennicze.

- równanie współmiennicze względem transformacji Lorentza.

P Równania Maxwella są relatywistycznie współmiennicze.

-
- zasada sformułowana przez Cartera w 1974, według której „Wszechświat powinien mieć takie własności by mogło w nim powstać, trwać i rozwijać się życie”.

B Brandon Carter (ur. 1942), brytyjski fizyk.

- zasada głosząca, że nowa, bardziej ogólna teoria powinna w granicznym przypadku przechodzić w teorię ją poprzedzającą.

P Wzory szczególnej teorii względności przechodzą we wzory klasycznej mechaniki newtonowskiej, jeżeli

$$\left(\frac{v}{c}\right)^2 \ll 1$$

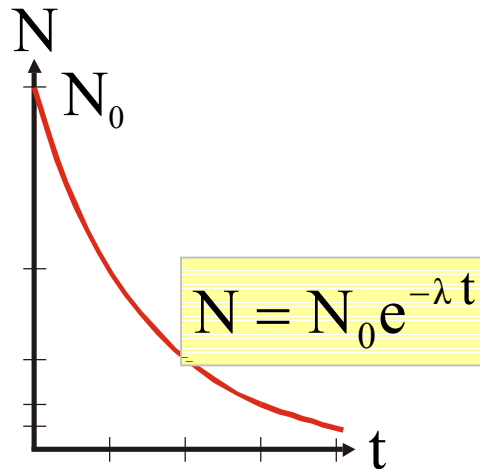
H Zasadę odpowiedniości, nazywaną też zasadą korespondencji, dotyczącą relacji między fizyką kwantową i klasyczną sformułował Bohr w 1923.

B Niels Hendrik David Bohr (1885-1962), duński fizyk teoretyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1922.

- zjawiska opisywane przez liniowe równania różniczkowe.

P Przykładem zjawiska liniowego jest rozpad promieniotwórczy jąder atomowych, dynamika tego procesu opisywana jest poniższym równaniem.

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$$



- Wykres zależności liczby jąder (N), które pozostały w próbce pierwiastka promieniotwórczego, od czasu (t).
- N_0 – początkowa liczba jąder
- λ – stała rozpadu (zaniku)

- zjawiska opisywane przez nieliniowe równania różniczkowe.

P Przykładem zjawiska nieliniowego jest przebieg reakcji chemicznych, dynamika tego procesu w pewnych przypadkach* może być opisana poniższym równaniem.

$$\frac{dn_i}{dt} = \sum_{k=1}^N \beta_k^i n_k + \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N \gamma_{kl}^i n_k n_l + \alpha_i, \quad (i = 1, \dots, N)$$

gdzie współczynniki β_k^i , γ_{kl}^i oraz wyraz wolny α_i są stałe.

- Powyższe równania stanowią układ równań różniczkowych zwyczajnych, pierwszego rzędu, autonomicznych i nieliniowych.
- W równaniach tych człon nieliniowy jest formą biliniową.

* Z. Osiak: *Zastosowanie teorii grafów do analizy stabilności stanów stacjonarnych w sieciach reakcji enzymatycznych*. Self Publishing (2012), ISBN: 978-83-272-3613-5

- wielkość skalarna mająca wymiar iloczynu energii i czasu.

$$S = \int_{t_1}^{t_2} L dt$$
$$[S] = J \cdot s$$

- L – funkcja Lagrange’a zależna tylko od współrzędnych i prędkości chwilowych cząstek oraz czasu

P Funkcja Lagrange’a swobodnej cząstki, określona względem inercjalnego układu odniesienia, jest energią kinetyczną tej cząstki.

- Kwant działania nazywany jest stałą Plancka.

- zasada, według której cząstki poruszają się po trajektoriach, wzdłuż których działanie jest najmniejsze.

H Zasadę najmniejszego działania jako jeden z pierwszych sformułował w 1746 Maupertuis, inspirowany zasadą Fermata. Analogiczną zasadę odkrył wcześniej Euler na gruncie rachunku wariacyjnego. Później na jej podstawie Lagrange podał równania ruchu (równania Lagrange'a). Renesans zasady najmniejszego działania oraz jej precyzyjne sformułowanie zawdzięczamy Hamiltonowi (1834).

B Pierre de Fermat (1601-1665), francuski matematyk i fizyk.

B Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759), francuski matematyk, fizyk, filozof i astronom.

B Leonhard Euler (1707-1783), szwajcarski matematyk, fizyk i astronom.

B Joseph Louis de Lagrange (1736-1813), francuski matematyk.

B Sir William Rowan Hamilton (1805-1865), irlandzki matematyk i fizyk.

Fizyka mało znana



Zbigniew Osiak

Język
i metodologia
fizyki

01