

# Fizyka mało znana



Zbigniew Osiak

**Modele  
a  
rzeczywistość**

**03**

## **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**  
Modele a rzeczywistość

**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: 978-83-272-4246-4

e-mail: [zbigniew.osiak@gmail.com](mailto:zbigniew.osiak@gmail.com)

“*Fizyka mało znana – Modele a rzeczywistość*” zawiera pomocnicze materiały 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: *Elektryczność*. Self Publishing (2011).

Z. Osiak: *Szczególne 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

## Modele a rzeczywistość

**dr Zbigniew Osiak**

Rysunki wykonała

**Małgorzata Osiak**

- 
- Model
  - Choroba Pigmaliona
  - Inercjalny układ odniesienia
  - Punkt materialny (cząstka)
  - Bryła sztywna
  - Oscylator harmoniczny
  - Wahadło matematyczne
  - Fala płaska
  - Solitony
  - Gaz doskonały
  - Cykl Carnota
  - Odwrotny cykl Carnota
  - Próżnia
  - Ciecz doskonała
  - Ośrodek ciągły
  - Jednorodne pole grawitacyjne

- 
- Dipol elektryczny
  - Kwadrupol
  - Gaz elektronowy
  - Promień światła
  - Światło monochromatyczne
  - Światło spójne
  - Foton
  - Soczewka cienka
  - Ciało doskonale czarne
  - Ciało doskonale białe
  - Ciało doskonale przezroczyste
  - Model atomu wodoru Bohra
  - Widmo wodoru w zakresie widzialnym
  - Pasmowy model ciała stałego
  - Poziom akceptorowy
  - Poziom donorowy



- 
- Dziura elektronowa
  - Fonon
  - Ekscyton
  - Model standardowy cząstek elementarnych
  - Proton
  - Antyproton
  - Neutron
  - Antyneutron
  - Mezony
  - Cząstka alfa
  - Deuteron
  - Tryton
  - Modele jądrowe
  - Teoria wielkiego wybuchu
  - Teoria stanu stacjonarnego rozszerzającego się Wszechświata
  - Czarna dziura

- wyidealizowany opis obiektu, układu lub zjawiska fizycznego.

**P** Znanymi modelami są układ inercjalny, punkt materialny, bryła sztywna, oscylator harmoniczny, wahadło matematyczne, fala płaska, gaz doskonały, cykl Carnota, odwrotny cykl Carnota, próżnia, ciecz doskonała, ośrodek ciągły, jednorodne pole grawitacyjne, dipol, kwadrupol, gaz elektronowy, promień światła, światło monochromatyczne, światło spójne, foton, soczewka cienka, ciało doskonale czarne, ciało doskonale białe, ciało doskonale przezroczyste, model atomu wodoru Bohra, pasmowy model ciała stałego, dziura elektronowa, fonon, ekscyton, model standardowy, proton, antyproton, neutron, antyneutron, mezony, cząstka alfa, deutron, tryton, model stanu stacjonarnego wszechświata, teoria wielkiego wybuchu, czarna dziura.

- wiara w to, że model rzeczywistości może być tożsamy z nią samą.

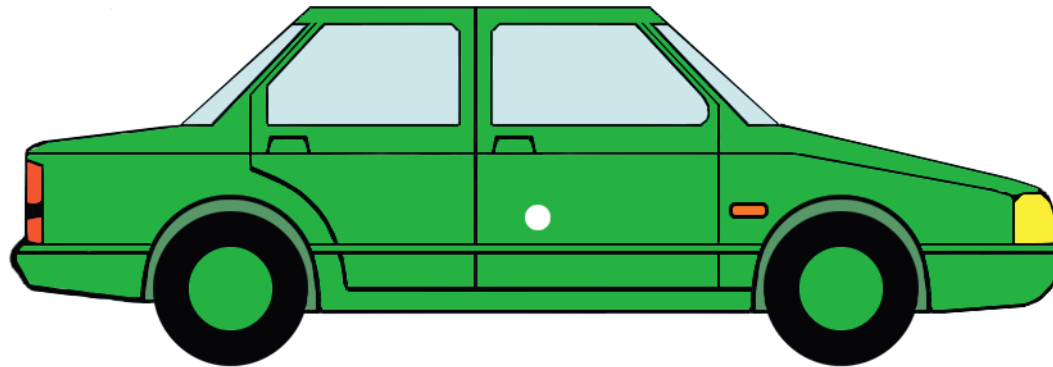
**H** Pigmalion był królem Cypru, który zakochał się w wyrzeźbionym przez siebie z kości słoniowej posągu kobiety.

**K** Ponieważ fizycy opisują rzeczywistość, posługując się modelami, powstaje naturalne pytanie: Czy świat realny jest poznawalny?

\*John Lighton Synge: *Porozmawiajmy o teorii względności*. PWN (Biblioteka Problemów, tom 190), Warszawa 1974.

- układ odniesienia, w którym swobodna cząstka pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym wtedy i tylko wtedy, gdy suma działających na nią sił zewnętrznych jest równa zeru.
- Układy spoczywające lub poruszające się ruchem jednostajnym prostoliniowym względem danego układu inercjalnego są również układami inercjalnymi.
- W wielu zagadnieniach Ziemia może być traktowana jako inercjalny układ odniesienia.

- punkt obdarzony masą ( $m$ ), którym można zastąpić dane ciało o masie ( $m$ ), badając jego ruch. Punkt materialny pokrywa się najczęściej ze środkiem masy ciała.



- Analiza ruchu stanie się prostsza, jeżeli samochód zastąpi się białym punktem.

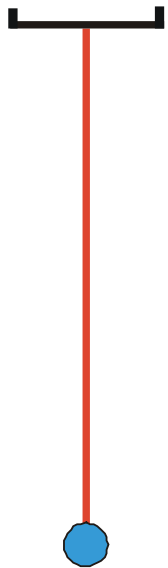
- 
- ciało, w którym odległość między dwoma dowolnymi punktami jest stała. Bryła sztywna modeluje ciało, które doznaje zaniedbywalnie małych odkształceń pod wpływem działających na nie sił.

- cząstka wykonująca ruch drgający harmoniczny prosty. Równanie ruchu jednowymiarowego oscylatora harmonicznego można zapisać w poniższej postaci.

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x, \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

- $x$  – wychylenie
- $t$  – czas
- $T$  – okres drgań
- $\omega$  – częstotliwość kątowna
- $f$  – częstotliwość drgań

- cząstka o masie ( $m$ ) zawieszona na długiej, nierozciągliwej i nieważkiej nici, wykonująca małe drgania o okresie ( $T$ ).



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- $l$  – długość nici
- $g$  – przyspieszenie ziemskie

- Wahadło matematyczne



- fala, której czołem jest płaszczyzna. Propagację fali płaskiej opisuje równanie

$$\Delta y = (\Delta y)_{\max} \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - 2\pi ft + \alpha_0\right)$$

- $\Delta y$  – zmiana wartości wielkości, której drgania rozchodzą się ruchem falowym, liczona względem niezaburzonej (równowagowej) wartości tej wielkości
- $(\Delta y)_{\max}$  – amplituda fali
- $\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - 2\pi ft + \alpha_0\right)$  – faza fali

- pojedyncze, bardzo stabilne “samotne fale”, które podczas wzajemnych zderzeń zachowują się tak jak cząstki.

**H** Solitony odkrył przypadkowo w 1834 Russell podczas konnej przejażdżki wzdłuż wąskiego kanału w pobliżu Edynburga. Według jego relacji fala wytworzona przez łódkę, która się nagle zatrzymała, zachowała prawie bez zmian swój kształt i prędkość na drodze około jednej lub dwóch mil. Nazwa “soliton” została wprowadzona w 1965 przez Normana J. Zabusky’ego i Martina D. Kruskala. Russel używał nazwy *wave of translation*.

**B** John Scott Russell (1808-1882), szkocki inżynier.

**B** Martin David Kruskal (1925-2006), amerykański matematyk i fizyk.

**B** Norman J. Zabusky (ur. 1929), amerykański fizyk.

- N. J. Zabusky, M. D. Kruskal:

*Interaction of "Solitons" in a Collisionless Plasma and the Recurrence of Initial States.*

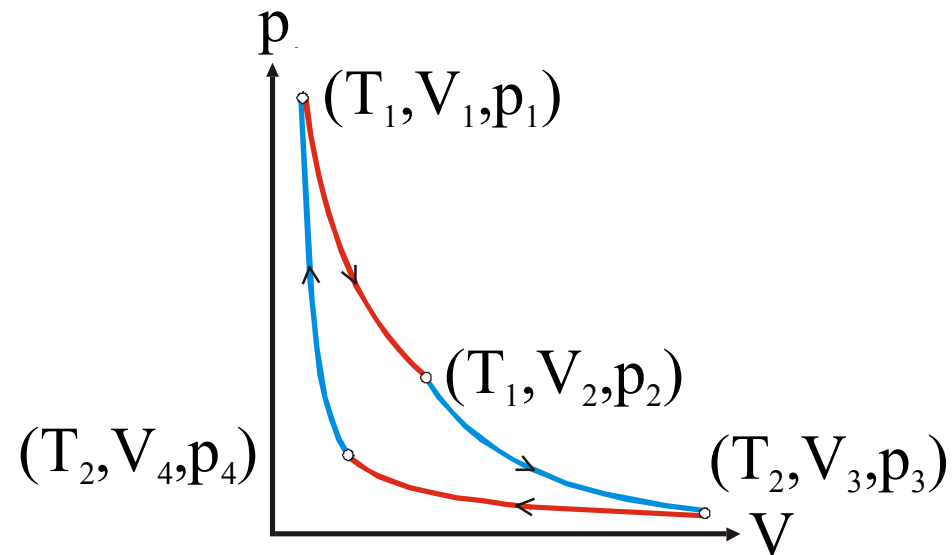
Physical Review Letters **15**, 6 (1965) 240-243.

- gaz, którego cząsteczki można traktować jako nieoddziałujące ze sobą na odległość punkty materialne, zderzające się sprężysto ze sobą oraz ze ściankami naczynia.
- Gaz doskonały (idealny) bywa również określany jako gaz spełniający równanie Clapeyrona, czyli równanie opisujące związek między ciśnieniem ( $p$ ), objętością ( $V$ ), temperaturą bezwzględną ( $T$ ) i licznnością materii ( $n$ ) tego gazu.

$$pV = nRT$$

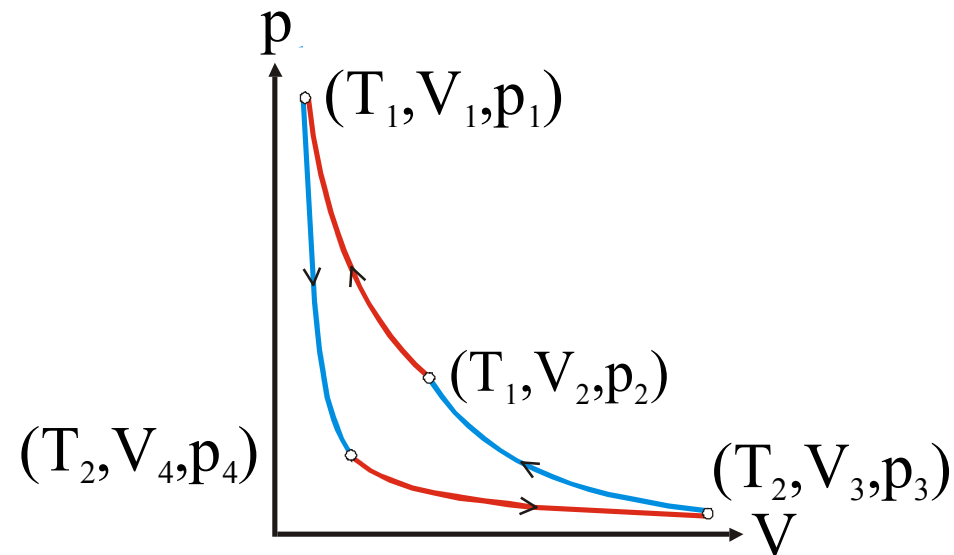
- cykl będący modelem idealnego silnika cieplnego. Tworzą go cztery przemiany:
  - izotermiczne rozprężanie od stanu  $(T_1, V_1, p_1)$  do stanu  $(T_1, V_2, p_2)$  wskutek pobrania ciepła  $Q_1$  z grzejnika;
  - adiabatyczne rozprężanie od stanu  $(T_1, V_2, p_2)$  do stanu  $(T_2, V_3, p_3)$ ;
  - izotermiczne sprężanie od stanu  $(T_2, V_3, p_3)$  do stanu  $(T_2, V_4, p_4)$  wskutek oddania ciepła  $Q_2$  do chłodnicy;
  - adiabatyczne sprężanie od stanu  $(T_2, V_4, p_4)$  do stanu  $(T_1, V_1, p_1)$ .

**B** Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796-1832), francuski fizyk.



- Wykres zależności ciśnienia ( $p$ ) od objętości ( $V$ ) w cyklu Carnota

- cykl obiegany przeciwnie niż cykl Carnota; jest modelem idealnej lodówki.



- Wykres zależności ciśnienia ( $p$ ) od objętości ( $V$ ) w odwrótnym cyklu Carnota

- 
- 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.

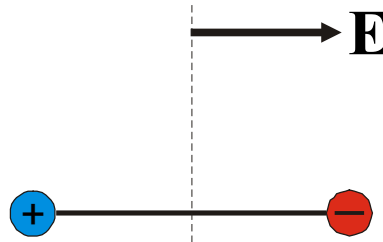
- ciecz nieściśliwa i nielepka. Ciecz doskonała nazywana jest też cieczą idealną.



- 
- ośrodek, w którego dowolnej objętości znajduje się bardzo dużo cząsteczek.

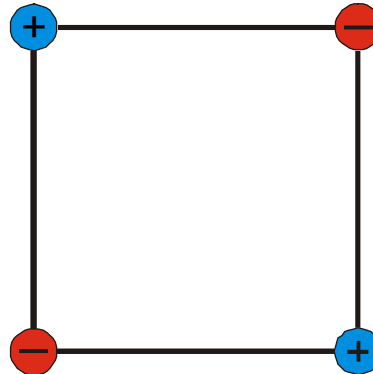
- pole grawitacyjne, którego wektory natężeń są stałe co do wartości, kierunku i zwrotu w każdym punkcie pola.

- układ dwóch różnoimiennych ładunków punktowych ( $q$ ) i ( $-q$ ) o identycznych wartościach bezwzględnych, znajdujących się w stałej odległości od siebie.
- W każdym punkcie płaszczyzny prostopadłej do osi dipola, przechodzącej przez jego środek, wektor natężenia pola elektrycznego jest równoległy do osi dipola i skierowany od ładunku dodatniego do ładunku ujemnego, a potencjał elektryczny jest równy zero.



- Dipol elektryczny

- układ czterech ładunków elektrycznych o jednakowych wartościach bezwzględnych, z czego połowę stanowią ładunki dodatnie, rozmieszczonych w wierzchołkach równoległoboku tak, aby każdy bok łączył parę ładunków o przeciwnych znakach.



- Kwadrupol

---

- swobodne elektrony w metalach lub półprzewodnikach, poruszające się chaotycznie między dodatnimi jonami znajdującymi się w węzłach sieci krystalicznej.

**H** Pojęcie gazu elektronowego zaproponował Drude w 1900.

**B** Paul Drude (1863-1906), niemiecki fizyk.

- 
- wiązka światła o znikomym małym kołowym przekroju poprzecznym.

- 
- światło o ściśle określonej częstotliwości (barwie).

- 
- światło monochromatyczne emitowane jednocześnie przez atomy lub cząsteczki źródła. Wiązki światła spójnego mają jednakowe fazy początkowe. Źródłem światła spójnego, nazywanego też światłem koherentnym, są lasery.



- kwant pola elektromagnetycznego poruszający się w próżni z prędkością o wartości  $c \approx 3 \cdot 10^8$  m/s. Fotony są bozonami o spinie 1, nie mają masy oraz ładunku elektrycznego. Energia (E) oraz wartość pędu (p) fotonu określone są poniżej.

$$E = h\nu$$

$$p = \frac{h\nu}{c}$$

- h – stała Plancka
- $\nu$  – częstotliwość drgań wektorów natężenia pola elektrycznego i indukcji magnetycznej

**H** Pojęcie fotonu wprowadził Einstein w 1905.

**H** Nazwę foton zaproponował Lewis w 1926.

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

**B** Gilbert Newton Lewis (1875-1946), amerykański fizyko-chemik.

- soczewka, której grubość mierzona wzdłuż osi optycznej jest mała w stosunku do promieni krzywizn powierzchni soczewki.



- Soczewka cienka

- ciało całkowicie pochłaniające padające nań fale elektromagnetyczne. Modelem ciała doskonale czarnego jest powierzchnia małego otworu w dużej zamkniętej wnęce o nieprzezroczystych ściankach.

**H** Pojęcie ciała doskonale czarnego wprowadził Kirchhoff w 1862.

**B** Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887), niemiecki fizyk.



- Przykład ciała doskonale czarnego

- 
- hipotetyczne ciało całkowicie odbijające padające nań fale elektromagnetyczne.

- 
- hipotetyczne ciało całkowicie przepuszczające padające nań fale elektromagnetyczne.

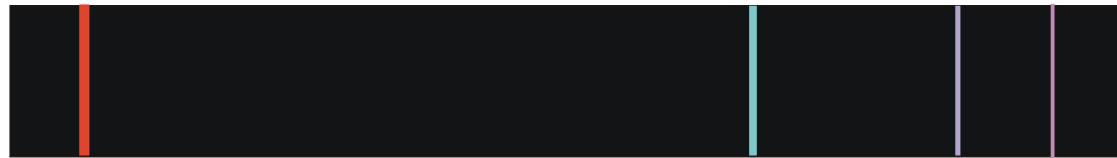
**I** Atom wodoru może znajdować się jedynie w niektórych ściśle określonych stanach kwantowych, zwanych stanami stacjonarnymi. Znajdując się w stanie stacjonarnym, atom nie emituje fal elektromagnetycznych.

**II** W stanie stacjonarnym orbitalny moment pędu elektronu jest całkowitą wielokrotnością stałej Plancka.

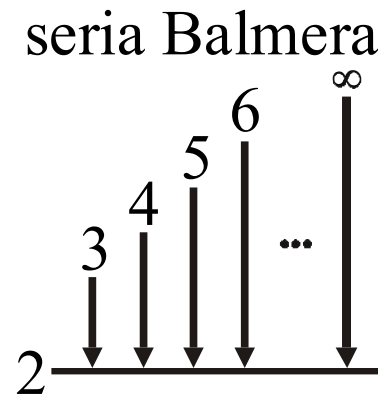
**III** Przejście atomu z początkowego stanu stacjonarnego do końcowego stanu stacjonarnego o mniejszej energii powoduje emisję fotonu.

**H** Model atomu wodoru podał Bohr w 1913.

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

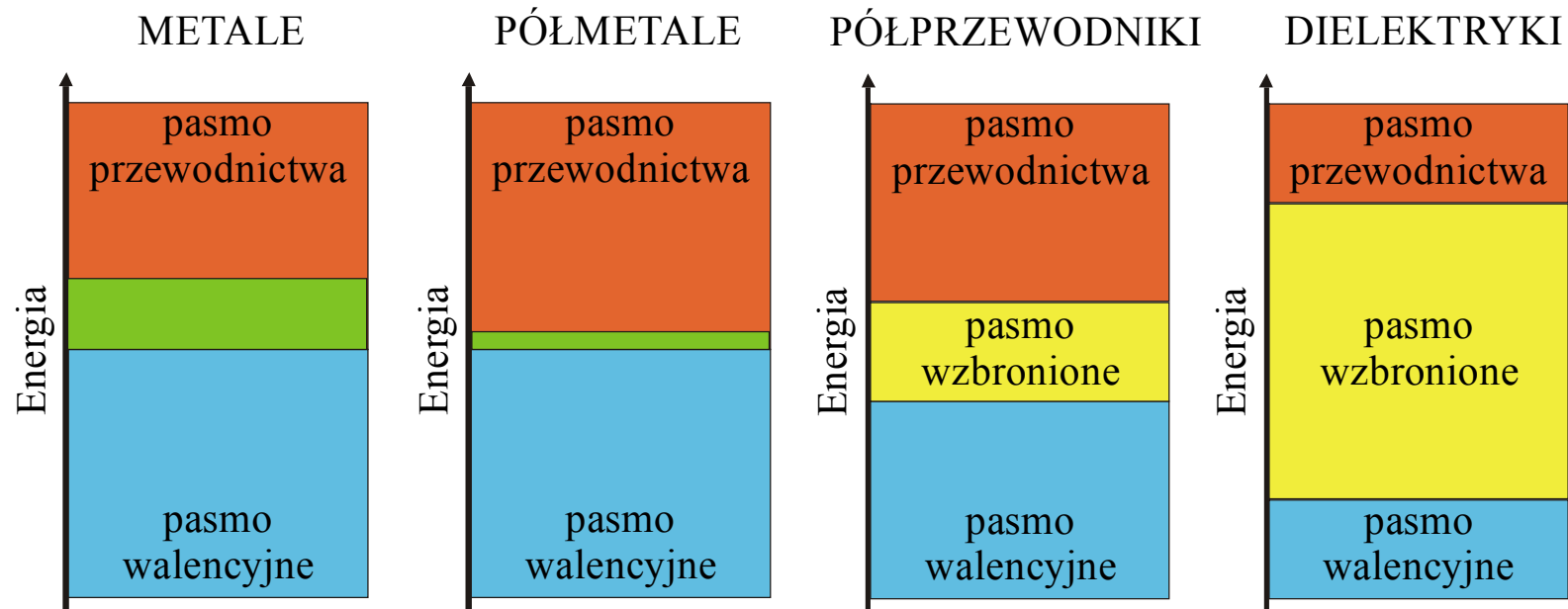


- Widmo wodoru odpowiadające serii Balmera



- Seria Balmera; każda pionowa strzałka reprezentuje przejście elektronu na drugą powłokę z powłoki wyższej.

- model wyjaśniający właściwości elektryczne metali, półmetali, półprzewodników i dielektryków na podstawie pojęcia pasm energetycznych.

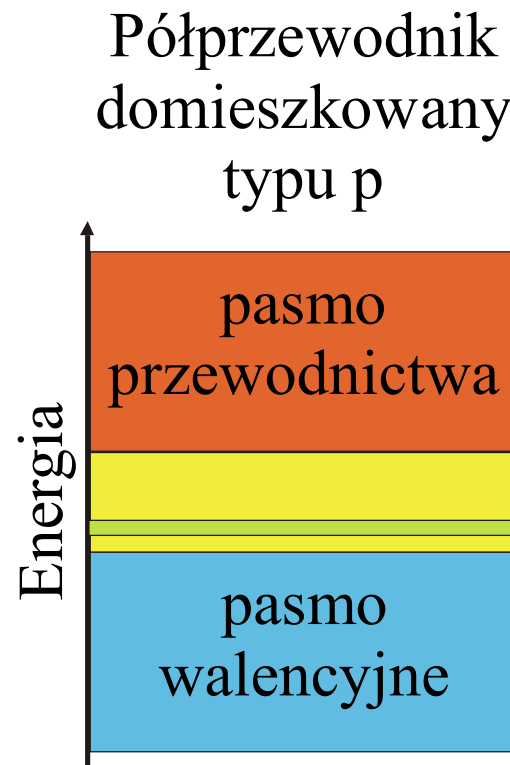


- Pasmowy model ciała stałego; kolorem zielonym zaznaczono wspólną część pasm przewodnictwa i walencyjnego



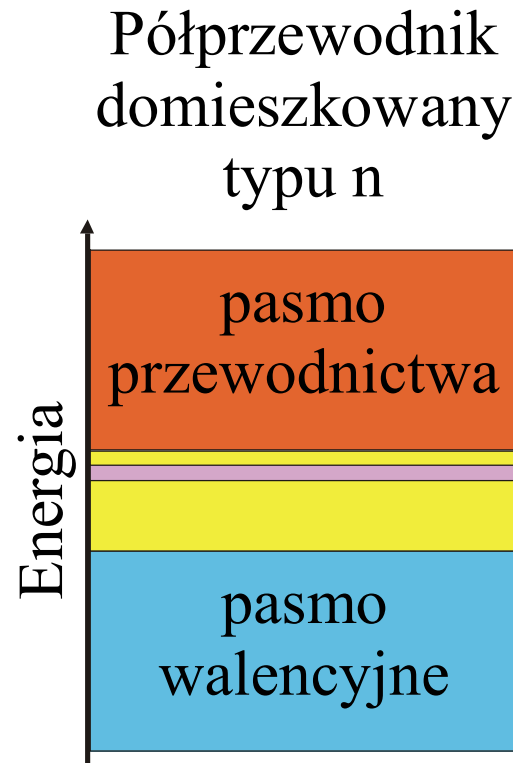
- Przepływ prądu elektrycznego w ciele stałym jest możliwy tylko wtedy, gdy w odpowiednich pasmach energetycznych istnieją puste stany kwantowe.
- Nośnikami prądu w metalach i półmetalach są elektrony z pasma przewodnictwa, które częściowo pokrywa się z pasmem walencyjnym.
- Nośnikami prądu elektrycznego w półprzewodnikach i dielektrykach są elektrony z pasma przewodnictwa i poziomu donorowego oraz dziury elektronowe z pasma walencyjnego i poziomu akceptorowego. Szerokość przerwy energetycznej w półprzewodnikach jest mniejsza niż w dielektrykach.

- dodatkowe pasmo energetyczne w domieszkowanym półprzewodniku, położone w przerwie energetycznej w pobliżu górnej krawędzi pasma walencyjnego. Poziomy akceptorowe występują w półprzewodnikach typu p.



- Pasmowy model półprzewodnika domieszkowanego typu p; poziom akceptorowy zaznaczono kolorem zielonym

- 
- dodatkowe pasmo energetyczne w domieszkowanym półprzewodniku położone w przerwie energetycznej w pobliżu dna pasma przewodnictwa. Poziomy donorowe występują w półprzewodnikach typu n.



- Pasmowy model półprzewodnika domieszkowanego typu n; poziom donorowy zaznaczono kolorem fioletowym

- 
- pusty stan w paśmie walencyjnym powstający po przejściu elektronu do pasma przewodnictwa. Dziura zachowuje się tak, jakby była elektronem o dodatnim ładunku elektrycznym.

- kwant energii (E) drgań cieplnych atomów sieci krystalicznej wokół ich położeń równowagi (węzłów).

$$E = h\nu$$

- $\nu$  – częstotliwość drgań
- $h$  – stała Plancka

- 
- elektron związany z dziurą siłą kulombowską. Układ ten jest formalnie podobny do atomu wodoru. Ekscytony pojawiają się w półprzewodnikach i dielektrykach w wyniku absorpcji fotonów o odpowiedniej energii przez elektrony z pasma walencyjnego. Energia ta musi być mniejsza od szerokości przerwy energetycznej.



- teoria rozwinięta w latach 1970-1973, opisująca cząstki elementarne oraz podstawowe oddziaływania między nimi (z pominięciem oddziaływań grawitacyjnych).
- W modelu tym cząstki fundamentalne, czyli niemające wewnętrznej struktury, podzielono na kwarki oraz leptony.
- Cząstki elementarne o złożonej strukturze wewnętrznej, zwane hadronami, zbudowane są z kwarków.
- Nośnikami oddziaływań silnych, wiążących kwarki wewnątrz hadronów, są gluony.
- Nośnikami oddziaływań słabych, przejawiających się między innymi w rozpadach beta minus i beta plus, są bozony W i Z.
- Nośnikami oddziaływań elektromagnetycznych są fotony.
- Hipotetycznymi nośnikami oddziaływań grawitacyjnych są grawitony.

- cząstka elementarna będąca podstawowym składnikiem jądra atomowego, mająca masę ( $m_p$ ) i ładunek ( $q_p$ ), wynoszące odpowiednio:

$$m_p = 1,67262171 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_p \cdot c^2 = 938,272029 \text{ MeV}$$

$$\frac{m_p}{m_e} = 1836,15267261$$

$$q_p = 1,60217653 \cdot 10^{-19} \text{ C} = e$$

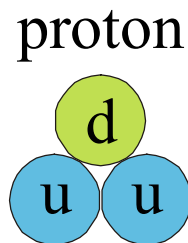
- $c$  – szybkość światła w próżni      •  $m_e$  – masa elektronu
- Proton jest fermionem o spinie  $1/2$ , utworzonym z trzech kwarków (uud), ma niezerowy moment magnetyczny. Swobodny proton jest stabilny, jego okres półtrwania wynosi ponad  $1,6 \cdot 10^{33}$  lat.

**H** Proton odkrył Rutherford w 1919.

**H** Moment magnetyczny protonu odkrył Stern.

**B** Sir Ernest Rutherford (1871-1937), brytyjski fizyk, laureat Nagrody Nobla z chemii w 1908.

**B** Otto Stern (1888-1969), niemiecko-amerykański fizyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1943.



- Kwarkowy model protonu

- antycząstka protonu, utworzona z trzech antykwarków ( $\bar{u}\bar{u}\bar{d}$ ).

**H** Antyproton odkryli Chamberlain, Segrè, Wiegand i Ypsilantis w 1955.

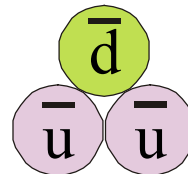
**B** Owen Chamberlain (1920-2006), amerykański fizyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1959.

**B** Emilio Gino Segrè (1905-1989), amerykański fizyk pochodzenia włoskiego, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1959.

**B** Clyde Edward Wiegand (1915-1996), amerykański fizyk.

**B** Thomas (Tom) John Ypsilantis (1928-2000), grecko-amerykański fizyk.

antyproton



- Kwarkowy model antyprotonu

- cząstka elementarna będąca podstawowym składnikiem jądra atomowego. Masa ( $m_n$ ) neutronu wynosi

$$m_n = 1,67492728 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_n \cdot c^2 = 939,565360 \text{ MeV}$$

$$\frac{m_n}{m_e} = 1838,6836598$$

- $c$  – szybkość światła w próżni
- $m_e$  – masa elektronu
- Neutron jest fermionem o spinie  $1/2$ , utworzonym z trzech kwarków (udd), nie ma ładunku elektrycznego, ma niezerowy moment magnetyczny. Swobodny neutron jest niestabilny, jego okres półtrwania wynosi  $614,6 \pm 1,3$  s, ulega rozpadowi wskutek rozpadu beta minus.

**H** Neutron przewidział Rutherford w 1920, a odkrył Chadwick w 1932.

**H** Moment magnetyczny neutronu wyznaczyli Bloch i Alvarez w 1940.

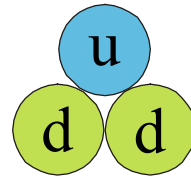
**B** Sir Ernest Rutherford (1871-1937), brytyjski fizyk, laureat Nagrody Nobla z chemii w 1908.

**B** Sir James Chadwick (1891-1974), brytyjski fizyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1935.

**B** Luis Walter Alvarez (1911-1988), amerykański fizyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1968.

**B** Felix Bloch (1905-1983), amerykański fizyk pochodzenia szwajcarskiego, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1952.

neutron



- Kwarkowy model neutronu

- antycząstka neutronu, utworzona z trzech antykwarków ( $\bar{u}\bar{d}\bar{d}$ ).

**H** Antyneutron odkryli Cork, Lambertson, Piccioni i Wenzel w 1956.

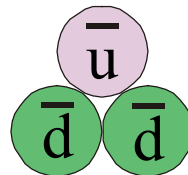
**B** Bruce Cork (1916-1994), amerykański fizyk.

**B** Glen R. Lambertson, amerykański fizyk.

**B** Oreste Piccioni (1916-2002), amerykański fizyk pochodzenia włoskiego.

**B** William A. Wenzel, amerykański fizyk.

antyneutron



- Kwarkowy model antyneutronu



- grupa cząstek elementarnych będących bozonami, zbudowanych z par kwark-antykwar. Należą do niej między innymi dodatni pion, ujemny pion, neutralny pion, dodatni kaon, ujemny kaon, neutralny kaon oraz neutralny antykaon.

**H** Piony odkrył w promieniowaniu kosmicznym Powell w 1947.

**H** Kaony odkryto w promieniowaniu kosmicznym w 1947.

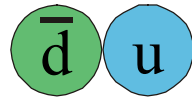
**H** Złamanie symetrii ładunkowo przestrzennej CP w rozpadach neutralnych kaonów odkryli doświadczalnie Cronin i Fitch w 1964.

**B** Cecil Frank Powell (1903-1969), angielski fizyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1950.

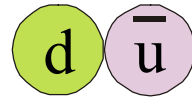
**B** Val Logsdon Fitch (ur. 1923), amerykański fizyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1980.

**B** James Watson Cronin (ur. 1931), amerykański fizyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1980.

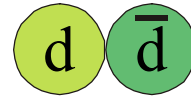
dodatni pion



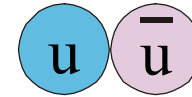
ujemny pion



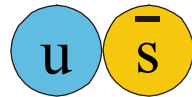
neutralny pion



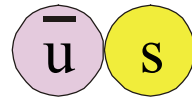
neutralny pion



dodatni kaon



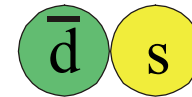
ujemny kaon



neutralny kaon

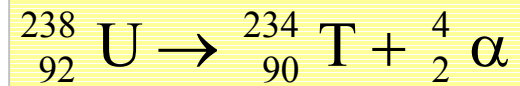


neutralny antykaon



- Kwarkowe modele mezonów

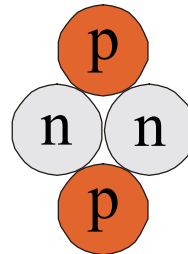
- cząstka składająca się z dwóch neutronów i dwóch protonów, inaczej mówiąc, jest to jądro izotopu helu  ${}^4_2\text{He}$ . Cząstki alfa są emitowane przez niektóre pierwiastki promieniotwórcze, np.



**H** Nazwę cząstka alfa wprowadził Rutherford w 1897.

**B** Sir Ernest Rutherford (1871-1937), brytyjski fizyk, laureat Nagrody Nobla z chemii w 1908.

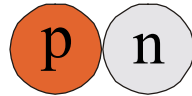
cząstka alfa



- Protonowo-neutronowy model cząstki alfa

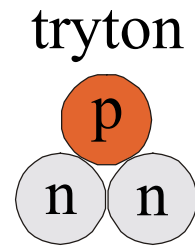
- jądro deuteru  ${}^2_1\text{D} = {}^2_1\text{H}$  składające się z jednego protonu i jednego neutronu.

deuteron



- Protonowo-neutronowy model deuteronu

- jądro trytu  ${}^3_1\text{T} = {}^3_1\text{H}$  składające się z jednego protonu i dwóch neutronów.



- Protonowo-neutronowy model trytonu

- modele budowy jąder atomowych mające na celu wytłumaczenie różnych własności jąder. Znane są następujące modele jądrowe: alfowy, dołu potencjału, gazu Fermiego, kolektywny, kropłowy, nadprzewodnictwa, powłokowy, rotacyjny, sferoidalnego rdzenia i uogólniony.

**H** Powłokowy model jądra atomowego był badany przez Goepfert-Mayer i Jensena.

**B** Maria Goepfert-Mayer (1906-1972), amerykańska fizyczka pochodzenia niemieckiego, laureatka Nagrody Nobla z fizyki w 1963.

**B** Johannes Hans Daniel Jensen (1907-1994), niemiecki fizyk, laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1963.

- teoria głosząca, że wszechświat powstał około 14 miliardów lat temu. W rozwiązaniach Friedmana, opisujących ekspansję wszechświata, pojawia się początkowa osobliwość, w której objętość wszechświata jest równa zero, a jego gęstość – nieskończoności. Osobliwość tę teoria wielkiego wybuchu utożsamia ze stanem początkowym wszechświata.

**H** W 1948 Lemaître postulował, że wszechświat mógł się zacząć od rozpadu „pierwotnego atomu”. Tę dość mglistą hipotezę skonkretyzowali później inni uczeni, m.in. George Gamow.

**C** Nazwę wielki wybuch zaproponował Hoyle w 1950 podczas jednej z prowadzonych przez niego pogadank radiowych.

**B** Aleksander Aleksandrowicz Friedman (1888-1925), rosyjski matematyk i fizyk.

**B** Georges Henri Joseph Edouard Lemaître (1894-1966), belgijski astrofizyk i kosmolog.

**B** George (Gieorgij Antonowicz) Gamow (1904-1968), amerykański fizyk teoretyk pochodzenia ukraińskiego.

**B** Sir Fred Hoyle (1915-2001), brytyjski astronom.



- teoria, którą zaproponowali Bondi i Gold w 1948, oparta na zasadzie kosmologicznej oraz na założeniu o ciągłym tworzeniu się materii.
- Inną wersję tej teorii, bazującą na modyfikacji równań pola grawitacyjnego, przedstawił Hoyle również w 1948. Modyfikacja ta polegała na dodaniu C-członu opisującego kreację materii, aby wytłumaczyć ekspansję.

**K** Podstawowa różnica między teoriami stanu stacjonarnego i wielkiego wybuchu polega na tym, że pierwsza z nich zakłada ciągłą kreację materii, a druga tylko jednorazową kreację w przeszłości.

**B** Sir Herman Bondi (1919-2005), brytyjski kosmolog i matematyk urodzony w Austrii.

**B** Thomas Gold (1920-2004), amerykański astronom.

**B** Sir Fred Hoyle (1915-2001), brytyjski astronom.

- ciało w kształcie kuli, dla którego stosunek masy (M) do promienia (R) spełnia nierówność:

$$\frac{M}{R} > \frac{c^2}{2G} = 0,6733055 \cdot 10^{27} \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- c – maksymalna wartość prędkości rozchodzenia się sygnałów
- G – stała grawitacyjna

**H** Nazwę czarna dziura zaproponował Wheeler (1967 – wykład, 1968 – artykuł).

**B** John Archibald Wheeler (1911-2008), amerykański fizyk teoretyk.



# Fizyka mało znana



Zbigniew Osiak

**Modele  
a  
rzeczywistość**

**03**