

Częstochowski
Kalendarz Astronomiczny
2012

Rok VIII

Redaktor naukowy
Bogdan Wszolek

Wersja elektroniczna kalendarza jest dostępna na stronie

www.ptma.ajd.czyst.pl

Częstochowski Kalendarz Astronomiczny 2012

Redakcja naukowa

Bogdan Wszolek

Autorzy przyczynków:

Ivan L. Andronov
Marek Biesiada
Agnieszka Debudej
Piotr Flin
Bartosz Gauza
Justyna Gronowska
Paulina Kaczmarek
Jacek Kruk
Sylwia Kusiak
Agnieszka Kuźmicz
Artur Leśniczek

Beata Malec
Krzysztof Maślanka
Julita Ozga
Elena Panko
Gregory Polinovsky
Szymon Sikora
Michał Silarski
Agnieszka Słowikowska
Bogdan Wszolek
Magdalena Wszolek
Anastasiia Zolotukhina



Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
Oddział im. Ks. Bonawentury Metlera w Częstochowie

oraz

Instytut Fizyki Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie

Częstochowa 2012

Recenzent

Prof. dr hab. Krzysztof Maślanka

Redaktor

Bogdan Wszolek

Korektorzy

Agnieszka Kuźmich, Bogdan Wszolek

Redakcja techniczna

Bogdan Wszolek

Projekt okładki

Bogdan Wszolek

Strona 1 okładki

Rycina znaku Wodnika zaczerpnięta z atlasu nieba opracowanego przez Jana Heweliusza (1611-1687) w dziele *Prodromus astronomiae cum catalogofixarum et firmamentum Sobiescianum...* Gdańsk 1690

Strona 4 okładki

Pierwsze polskie wydanie *Principiów* Newtona (fot. B. Wszolek)

© Copyright by Bogdan Wszolek i Wydawnictwo AJD w Częstochowie

ISBN 978-83-7455-179-3

ISSN 1895-0787

Wydawnictwo im. Stanisława Podobińskiego Akademii im. Jana Długosza

Spis treści

In memoriam (<i>B. Wszolek</i>)	6
Słowo wstępne (<i>B. Wszolek</i>)	7
Część pierwsza (tabelaryczna)	
Kalendarz na rok 2011 (<i>A. Kuźmicz</i>)	9
W roku 2012 (<i>A. Kuźmicz, B. Wszolek</i>)	21
IV Konferencja Naukowa Młodych „Astrophisica Nova”	22
Konkurs URANIA	23
II Konkurs Artystyczny „Ars Astronomica”	25
I Ogólnopolski Konkurs Astrofotografii „Tranzyt Wenus”	26
Tabele astronomiczne (<i>B. Wszolek</i>)	27
<i>Wschody, górowania i zachody Słońca w Częstochowie</i>	27
<i>Świty i zmiernicy w Częstochowie</i>	33
<i>Wschody, górowania i zachody Księżycy w Częstochowie</i>	39
<i>Czas gwiazdowy</i>	45
Część druga (dydaktyczno-informacyjna)	
Częstochowska aktywność astronomiczna 2010 (<i>B. Wszolek</i>)	51
Jubileusz gagarinowski w Krakowie (<i>J. Kruk</i>)	79
Krymska przygoda 2011 (<i>P. Kaczmarek</i>)	83
„Solaris” – obserwatorium w hipermarkecie (<i>A. Kurek</i>)	91
Część trzecia (artykuły popularno-naukowe)	
Kilka wspomnień o śp. Arcybiskupie Żywińskim (<i>K. Maślanka</i>)	95
Maria Skłodowska-Curie (<i>A. Kuźmicz</i>)	103
Jan Heweliusz – życie gwiazdami pisane (<i>M. Wszolek</i>)	109
Roje meteorów w 2012 roku (<i>A. Leśniczek</i>)	113
Część czwarta (przyczynki naukowe)	
ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ (<i>И.Л. Андронов</i>)	119
Astrofizyka źródłem ograniczeń na egzotyczne teorie fizyczne (<i>M. Biesiada</i>)	133
Silne soczewki grawitacyjne jako narzędzie pozwalające uzyskać ograniczenia na współczesne modele ciemnej energii (<i>B. Malec i M. Biesiada</i>)	137
Tadeusz Banachiewicz w Kazaniu (1910-15) i Tartu (1915-18) (<i>P. Flin i E. Panko</i>) ..	145
HU Aquarii – close binary system harbouring two massive planets? (<i>B. Gauza i A. Słowikowska</i>)	153
Gwiazdy zmienne zaćmieniowe – obserwacje CC Coma Berenice (<i>J. Gronowska</i>)	159
Badanie charakterystyki spektroskopowej środowiska międzygwiazdowego w kierunku o Per (<i>A. Debudej, S. Kusiak i B. Wszolek</i>)	165
Nie wszystkie międzygwiazdowe pasma rozmyte są międzygwiazdowe (<i>A. Kuźmicz i B. Wszolek</i>)	171
Obraz spektroskopowy obłoków międzygwiazdowych w kierunku gwiazdy ξ Persei (<i>J. Ozga i B. Wszolek</i>)	175
Моделирование синтетических спектров углеродных гигантов с новым списком молекулы аммиака (<i>Г.А. Полиновский, Я.В. Павленко, J. Tennysen, С.Н. Юрченко, R.J. Barber</i>)	179
Symetria CP a ewolucja Wszechświata (<i>M. Silarski</i>)	185
Międzygwiazdowe pasma rozmyte i ich badanie w Częstochowie (<i>B. Wszolek</i>)	191
Koncepcja utworzenia polskiego interferometru radiowego (<i>B. Wszolek</i>)	195
Wpływ astronomii na nauki rolnicze (<i>M. Wszolek</i>)	197
Observations obtained at Kyiv meridian axial circle with CCD-camera and their reduction (<i>A. Zolotukhina</i>)	203
Mikrosoczewkowanie w dyskowym modelu Galaktyki (<i>S. Sikora</i>)	207

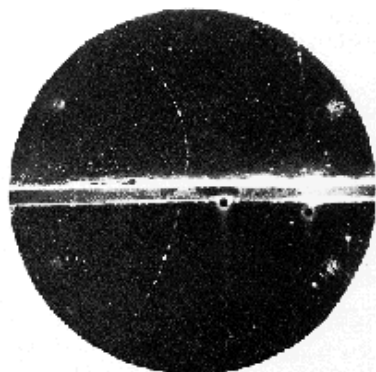
Symetria CP a ewolucja Wszechświata

Michał Silarski

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Wstęp

Początek XX wieku to okres narodzin i bardzo dynamicznego rozwoju fizyki cząstek elementarnych. Intensywne badania promieniowania kosmicznego oraz struktury atomu doprowadziły do narodzin mechaniki kwantowej oraz odkrycia pierwszych cząstek elementarnych. W 1928 r. Paul Dirac przedstawił Królewskiemu Towarzystwu Naukowemu w Londynie swą pracę "Kwantowa teoria elektronu". Wyprowadził w niej nowe relatywistyczne równanie dla elektronu, które połączyło mechanikę kwantową ze szczególną teorią względności Einsteina. Teoria Diraca bardzo dobrze opisywała relatywistyczne elektrony jednak zawierała również rozwiązania z ujemną energią. Kilka lat później Dirac doszedł do wniosku, że rozwiązania te mogłyby opisywać anty-elektrony, hipotetyczne cząstki różniące się od elektronów tylko znakiem ładunku elektrycznego. W 1932 roku Carl Anderson podczas badań promieniowania kosmicznego zaobserwował w komorze Wilsona ślad przewidzianej przez Diraca antycząstki nazywanej obecnie pozytonem.



Rys.1. Tor pozytonu w komorze Wilsona zarejestrowany przez C. Andersona w 1932 roku (zdjęcie pochodzi ze strony <http://www.if.uj.edu.pl/Foton/55/fizyk.html>)

Było to pierwsze potwierdzenie istnienia antymaterii. Dalsze badania promieniowania kosmicznego i zderzeń cząstek we wciąż udoskonalanych akceleratorach doprowadziły do odkrycia nowych cząstek i ich antycząstek (np. antyprotonu w 1955 roku) oraz fundamentalnych składników materii: kwarków. Sformułowany został również tzw. Model Standardowy, zwarta teoria oddziaływań cząstek elementarnych oparta na kwantowej teorii pola. W Modelu Standardowym każdej cząstce elementarnej towarzyszy jej antycząstka. Mogą one, analogicznie jak protony, elektrony oraz neutrony, formować antyatomy oraz antycząsteczki tworząc antymaterię. Ponadto wszystko wskazuje na to, że antymateria ma takie same własności jak materia. Już Dirac zauważył, że: „ (...) *Jeśli przyjmiemy pogląd, iż*

istnieje całkowita symetria między dodatnimi i ujemnymi ładunkami elektrycznymi jako fundamentalne prawo przyrody, to musimy traktować jako przypadek, że Ziemia (i przypuszczalnie cały Układ Słoneczny) zawiera przewagę ujemnych elektronów i dodatnich protonów. Jest możliwe, że w niektórych gwiazdach jest odwrotnie i są one złożone głównie z pozytonów i ujemnych protonów. W istocie może być tyle samo gwiazd obu rodzajów. Oba te rodzaje gwiazd miałyby dokładnie jednakowe widma i nie byłoby można ich rozróżnić obecnymi metodami astronomicznymi (...)". Jak dotąd nie jesteśmy w stanie stwierdzić eksperymentalnie czy założenie to jest prawdziwe. Od 1995 roku prowadzone są jednak w CERNie intensywne badania nad produkcją antywodoru, którego widmo będzie badane m.in. w eksperymencie ATRAP.

Złamana symetria

Obecnie znamy pośredni sposób na stwierdzenie obecności skupisk antymaterii w obserwowalnym Wszechświecie. Jest to możliwe dzięki zjawisku tzw. anihilacji. Cząstki i antycząstki przy bliskim kontakcie znikają zamieniając się w inne cząstki, w przypadku elektronu i pozytonu najczęściej w dwa kwanty gamma. Zjawisko to jest wykorzystywane np. w pozytonowej tomografii emisyjnej, gdzie pozytony powstające z rozpadów promieniotwórczych radiofarmaceutyku anihilują z elektronami w ciele pacjenta, a powstające kwanty gamma rejestrowane są przez tomograf. Możliwy jest również proces odwrotny, kwant gamma o odpowiednio dużej energii może „rozpaść się” produkując np. parę elektron-pozyton. Jeżeli gdzieś we Wszechświecie istniałyby skupiska antymaterii, w promieniowaniu kosmicznym badanym od początku XX wieku powinniśmy rejestrować duże ilości kwantów gamma pochodzących z obszarów granicznych, gdzie zwykła materia wyrzucona z galaktyk spotykałaby się z antymaterią wyrzuconą z „antygalaktyk”. Jak dotąd nie zaobserwowano takiego promieniowania, ponadto w rejestrowanym promieniowaniu kosmicznym obserwujemy bardzo małe ilości antycząstek. W zakresie energii pomiędzy 1 GeV a 50 GeV antyprotony stanowią mniej niż 0.01% docierających do Ziemi cząstek pierwotnego promieniowania kosmicznego, a ich liczba i rozkład energii są zgodne z obliczeniami przeprowadzonymi przy założeniu, że są one cząstkami wtórnymi, produktami zderzeń pierwotnego promieniowania z cząsteczkami gazu międzygwiazdowego. Sugeruje to, że skupiska antymaterii nie istnieją lub są one w jakiś sposób całkowicie odizolowane od materii, na co nie mamy żadnych argumentów. Według współczesnej kosmologii w Wielkim Wybuchu powstało tyle samo cząstek, co antycząstek. W bardzo wczesnym Wszechświecie, gdy temperatura była jeszcze bardzo wysoka (powyżej 10^{12} K), cząstki i antycząstki były w równowadze z promieniowaniem, tzn. procesy kreacji par cząstka-antycząstka i ich anihilacji zachodziły jednakowo często. Wraz z rozszerzaniem się Wszechświata spadała również jego temperatura. W pewnym momencie procesy kreacji par przestały zachodzić i nastąpiła niemal całkowita anihilacja materii

i antymaterii w promieniowaniu, które dziś obserwujemy jako tzw. promieniowanie reliktowe. Oczywiście gdyby w ewolucji Wszechświata występowała idealna symetria między materią i antymaterią, byłby on wypełniony obecnie tylko promieniowaniem. Musiał zatem istnieć jakiś mechanizm, który choćby w niewielkim stopniu złamał tę symetrię. W 1967 roku Andriej Sacharow opublikował trzy warunki, jakie musiały być spełnione we wczesnym Wszechświecie, aby mogła powstać otaczająca nas materia:

1. Niezachowanie liczby barionowej (liczba kwantowa rozróżniająca cząstki zbudowane z trzech kwarków, tzw. bariony, od mezonów będących parami kwark-antykwarok oraz cząstek typu elektron czy neutrino, tzw. leptonów),
2. Naruszenie symetrii ładunkowej C oraz przestrzenno-ładunkowej CP,
3. Brak równowagi termodynamicznej.

Jak dotychczas nie zaobserwowano żadnego procesu łamiącego zachowanie liczby barionowej, choć Model Standardowy przewiduje, że zjawiska takie powinny zachodzić. Wiemy natomiast, że zarówno symetrie C jak i CP są łamane w oddziaływaniu słabym, odpowiedzialnym m.in. za rozpad beta jąder atomowych. W dalszej części artykułu skupimy się właśnie na tych symetriach.

Naruszenie symetrii CP w Modelu Standardowym

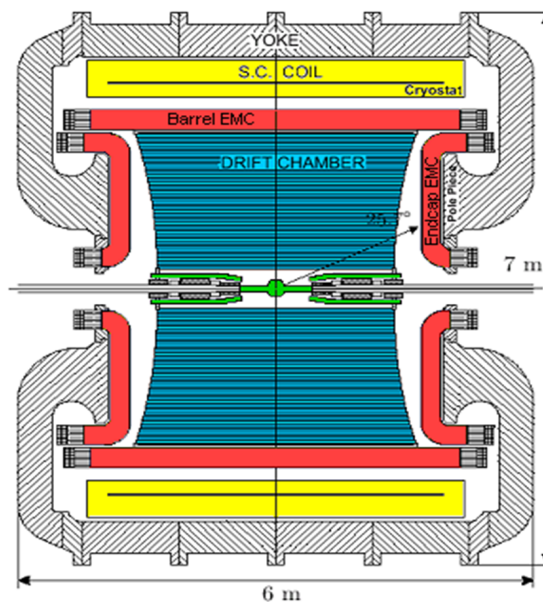
Symetrie odgrywają w fizyce bardzo ważną rolę, m.in. upraszczając formułowanie teorii i przeprowadzanie obliczeń oraz pozwalając na przewidywanie przebiegu szeregu zjawisk. W fizyce cząstek szczególną rolę odgrywają dyskretne symetrie względem odwrócenia czasu T, zamiany cząstki na antycząstkę C oraz symetria lustrzana P. W symetrii lustrzanej wszystkie zdarzenia powinny odbywać się dokładnie w ten sam sposób, niezależnie od tego czy widziane są bezpośrednio, czy w lustrze. Nie powinno być różnicy między stroną prawą a lewą i nikt nie powinien być w stanie rozstrzygnąć czy znajduje się we własnym świecie, czy w jego lustrzanym odbiciu. Symetria ładunkowa postuluje, że cząstka powinna zachowywać się zupełnie tak samo jak jej antycząstka, natomiast zgodnie z symetrią T procesy fizyczne powinny przebiegać identycznie po odwróceniu biegu czasu. W 1957 roku Chien-Shiung Wu przeprowadziła eksperyment ze spolaryzowanymi jądrami kobaltu ^{60}Co , który jasno pokazywał, że w rozpadach β tych jąder symetria względem operacji P jest łamana. Wkrótce odkryto również, że oddziaływania słabe łamią również niezmienniczość względem sprzężenia ładunkowego C. Do połowy lat sześćdziesiątych XX wieku panowało przekonanie, że symetrie P i C są wprawdzie łamane, ale ich złożenie, symetria CP jest bezwzględnie zachowywana. Złamanie tejże symetrii zostało niespodziewanie zaobserwowane w 1964 roku przez Jamesa Cronina i Vala Fitcha podczas badania własności neutralnych mezonów K (kaonów). Okazało się, że długożyciowy kaon K_L (ang. „long”) o parzystości CP = -1 może ulegać rozpadowi na układ dwóch mezonów π o CP = 1. W Modelu Standardowym istnieją dwa mechanizmy niezachowania symetrii CP. Jednym z nich jest tzw.

mieszanie stanów o różnej parzystości CP. Obserwowane w przyrodzie neutralne kaony można przedstawić wtedy jako:

$$K_S = \frac{1}{\sqrt{1+|\varepsilon|^2}} (K_1 + \varepsilon K_2)$$

$$K_L = \frac{1}{\sqrt{1+|\varepsilon|^2}} (K_2 + \varepsilon K_1)$$

K_1 to stan z CP = 1 natomiast K_2 posiada parzystość CP równa -1, ε to tzw. parametr mieszania. Zgodnie z teorią, krótko życiowy mezon K_S również ulega rozpadom do stanów o przeciwnym CP (układy trzech pionów). Procesy te są jednak około milion razy rzadsze niż łamiące symetrie CP rozpadły mezonu K_L . Okazuje się, że neutralne kaony nie zachowują symetrii również w innych procesach, istnieje np. mała różnica w częstości rozpadów $K_L \rightarrow \pi^- e^+ \nu_e$ oraz $K_L \rightarrow \pi^+ e^- \nu_e$. Ponadto, w układach cięższych neutralnych cząstek takich jak mezony B lub D obserwujemy analogiczne zjawiska łamiące niezmienniczość względem CP. Pociąga to za sobą powstanie asymetrii



Rys.2. Schemat układu detekcyjnego KLOE-2

materia-antymateria, która jednak jest znacznie mniejsza niż wynikałoby to z ilości obserwowanej materii we Wszechświecie. Dlatego symetria CP jest wciąż bardzo intensywnie badana, poszukuje się również nowych, nieujętych w Modelu Standardowym, zjawisk łamiących tę symetrię. Wspomniane badania prowadzone są przez wiele grup eksperymentalnych z całego świata przede wszystkim w rozpadach mezonów B oraz D (np. BELLE, BaBar, LHCb), ale również w układach neutralnych kaonów. Eksperymenty tego typu prowadzone są min. na akceleratorze wiązek przeciwbieżnych DAΦNE we Frascati za pomocą detektora KLOE-2.

DAΦNE zderza wiązki elektronów z pozytonami, w wyniku czego powstaje mezon ϕ , który z kolei rozpada się praktycznie natychmiast na pary kaonów (w przeważającej liczbie przypadków). Produkty rozpadów mezonów K są rejestrowane za pomocą detektora KLOE-2. Zbudowany jest on z cylindrycznej komory dryfowej, o długości 3.3 m i średnicy 4 m, otoczonej kalorymetrem elektromagnetycznym. Całość umieszczona jest w polu magnetycznym nadprzewodzącego solenoidu o natężeniu $B \approx 5.2$ T (Rys.2). Komora dryfowa detektora KLOE-2 wypełniona jest mieszkanką helu i izobutanu, i pozwala na rekonstrukcję pędu cząstek naładowanych ze względną dokładnością rzędu 0.4%, oraz określenie punktu ich rozpadu z przestrzenną rozdzielczością wynoszącą około 3mm. Natomiast kalorymetr składa się z beczki scyntylacyjnej zbudowanej z 24 modułów o trapezoidalnym kształcie, oraz detektorów bocznych. Każdy z modułów zbudowany jest z włókien scyntylacyjnych zatopionych w ołowiu i połączonych światłowodami z zestawem fotopowielaczy. Kalorymetr KLOE-2 pozwala na pomiary energii cząstek oraz czasu ich oddziaływania. Z rozkładu amplitud sygnałów można również określić miejsce oddziaływania cząstki z modułem kalorymetru. Ponieważ mezony ϕ produkowane są praktycznie w spoczynku, kaony powstające w wyniku ich rozpadu poruszają się z małymi prędkościami ($\beta \approx 0.2$) ze względnym kątem zbliżonym do 180° . W konsekwencji produkty ich rozpadów rejestrowane są w dobrze odseparowanych częściach detektora, co pozwala na identyfikację np. mezonu K_L poprzez zidentyfikowany rozpad K_S . Jest to wyjątkowa cecha akceleratora DAΦNE, który wraz z detektorem KLOE-2 stanowi unikatowe w skali światowej laboratorium dedykowane badaniom fizyki kaonów, w szczególności procesów niezachowujących symetrii CP.

Podsumowanie

Choć od odkrycia pierwszej antycząstki minęło już prawie osiemdziesiąt lat wciąż nie potrafimy jednoznacznie odpowiedzieć na pytanie, dlaczego nie znajdujemy we Wszechświecie skupisk antimaterii. Jednym z potencjalnych mechanizmów prowadzących do zaburzenia symetrii materia-antymateria we wczesnym etapie ewolucji Wszechświata jest złamanie niezmienniczości względem symetrii przestrzenno-ładunkowej CP. Znane mechanizmy naruszenia tej niezmienniczości są jednak za mało wydajne, aby wyjaśnić ilość obserwowanej materii we Wszechświecie. Dlatego prowadzone od kilkadziesiąt lat badania fundamentalnych symetrii przyrody są wciąż kontynuowane, poszukuje się min. nowych mechanizmów niezachowujących CP i nieujętych w Modelu Standardowym. Warto również wspomnieć, że w 1995 roku zespół pod kierownictwem prof. W. Oelerta otrzymał po raz pierwszy na świecie kilka atomów antywodoru (stan związany antyprotonu i pozytonu). I choć jak dotąd nie jesteśmy w stanie wyprodukować dużych ilości tego antypierwiastka, to wydaje się, że wkrótce

będziemy mogli sprawdzić w laboratorium, czy widma antyatomów są rzeczywiście nieodróżnialne od światła emitowanego przez materię.

Literatura:

- [1] Dirac P. A. M., 1931, Proc. Roy. Soc. London, 133, 60
- [2] Anderson C. D., 1932, Science, 76, 238
- [3] Beach A.S. et al., 2001, Phys. Rev. Lett., 87, 271101
- [4] Cohen A.G., A de Rújula, Glashow S.L., 1998, Astrophys. J., 495, 539
- [5] Sakharov A. D., 1967, J. Exp. Theor. Phys., 5, 24
- [6] Cronin J. W., Fitch V. L. et al., 1964, Phys. Rev. Lett., 13, 138
- [7] Bossi F. et al., 2008, Riv. Nuovo Cim., 031, 531