

NOBEL za „BOSKĄ CZĄSTKĘ”

Stanisław Latek

W wtorek 8 października br. ogłoszono nazwiska tegorocznych noblistów z fizyki. Nagrodę Nobla z fizyki przyniósł Peterowi Higgsowi i Francoisowi Englertowi niedawno odkryty w CERN-ie bozon Higgsa. Uчени przewidzieli istnienie tej cząstki i przyczynili się do zrozumienia, skąd bierze się masa cząstek, z których składa się otaczająca nas materia.

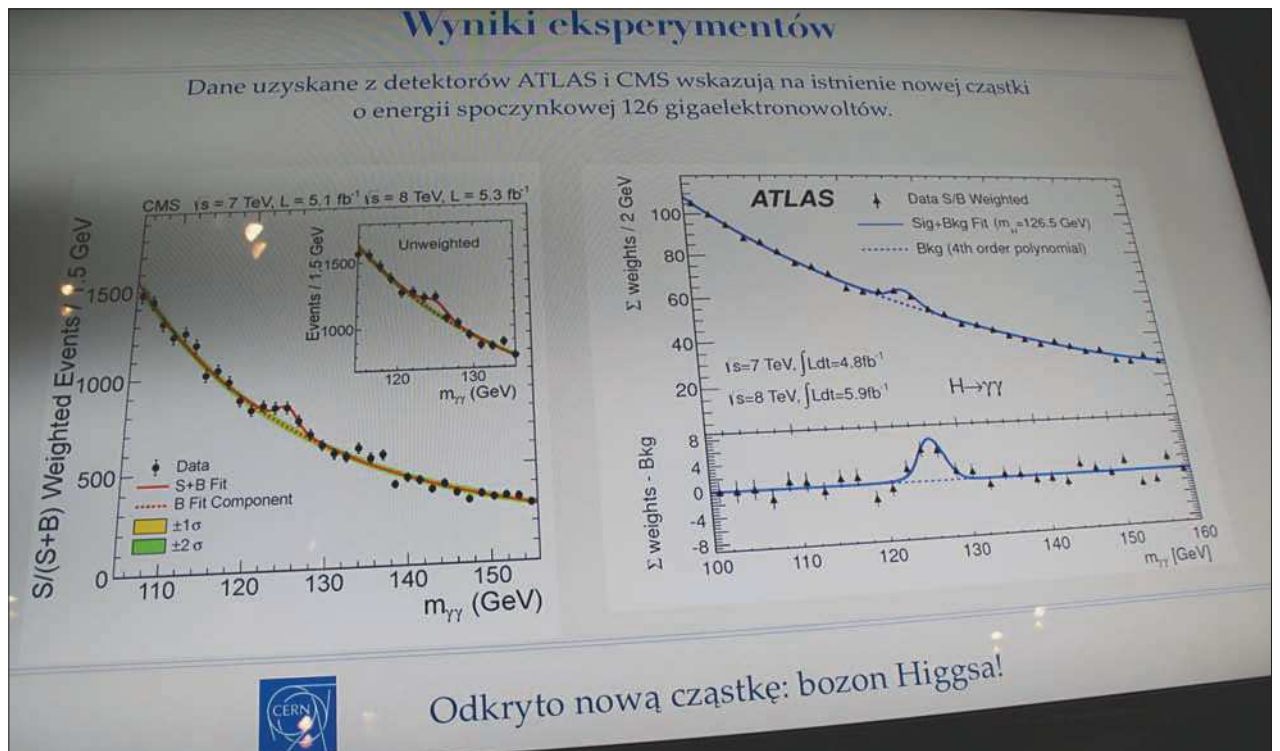
Korzystając – głównie z doniesień PAP-u (Nauka w Polsce) – podajemy poniżej skondensowaną informację o tym wydarzeniu, ważnym także dla polskiej społeczności fizyków cząstek oraz o samym przedmiocie nagrodzonej pracy.

Teoretyczne prace tegorocznych noblistów miały na celu uzupełnienie równań w Modelu Standardowym. Jest to teoria opisująca zachowanie cząstek elementarnych, np. protonów i elektronów. Równania teorii opisują różne własności cząstek, wśród nich: ładunek elektryczny (który sprawia, że przyciągają się lub odpychają), ładunek oddziaływań silnych (który przyciąga cząstki na

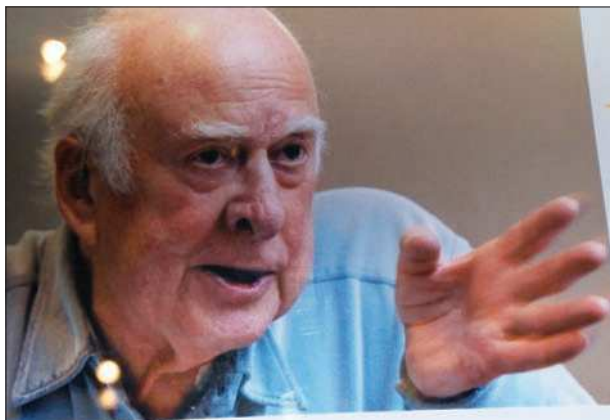
małych dystansach i wiąże kwarki wewnątrz protonów), spin (wewnętrzny moment pędu cząstek) i wiele innych.

Oryginalne równania nie uwzględniały jednak jednej z kluczowych własności cząstek – ich masy. W Modelu Standardowym wszystkie cząstki opisywane były tak, jakby nie miały masy w ogóle. Tymczasem wiadomo z wielu doświadczeń, że cząstki mają masę i że może się ona różnić naprawdę znacząco – elektron jest w przybliżeniu 1800 razy lżejszy od protonu. Nieuwzględnianie masy cząstek w równaniach nie pozwalało więc, w pełni opisać zjawisk z udziałem protonów, elektronów i innych cząstek.

Prace, w których proponowano rozwiązanie tego problemu powstały blisko 50 lat temu – w latach 60. Kluczowe były dwie z nich – jedna autorstwa Petera Higgsa (Brytyjczyka), a druga Francois Englerta i Roberta Brouta (obaj z Belgii). Proponowali oni, aby w obliczeniach uwzględnić dodatkowe pole, nazwane później polem Higgsa, które



Fot. 1. Wyniki pomiarowe z detektorów CMS i ATLAS wskazujące na istnienie bozonu Higgsa



Fot. 2. Prof. Peter Higgs

rzacz Hadronów (LHC), znajdujący się w centrum badawczym CERN pod Genewą. Jego wykorzystanie zaowocowało odkryciem – ogłoszonym przez zespół fizyków w 2012 r. – cząstek, których właściwości zgadzają się z przewidywaniami teoretyków – cząstek Higgsa.

Tym samym potwierdziła się słuszność teorii i po prawie 50 latach Englert, Higgs i Brout zasłużyli na Nobla. Robert Brout zmarł jednak w 2011 r., więc nagrodę, wartą 8 mln koron szwedzkich (ok. 4 mln zł) podzielą między siebie dwaj pozostali.

Koncepcja jego naukowej teorii przyszła Higgswi do głowy w 1960 r. podczas wycieczki po szkockim Parku Narodowym Cairngorms.



Fot. 3. Joe Incandela, rzecznik i szef eksperymentu CMS



Fot. 4. Fabiola Gianotti, rzeczniczka i koordynatorka eksperymentu ATLAS

wypełnia całą przestrzeń, łącznie z kosmiczną próżnią. W uproszczeniu można wyobrazić sobie, że niektóre cząstki (w zależności od swoich właściwości) doznają ze strony tego pola większego lub mniejszego oporu. Opór ten powoduje z kolei większą lub mniejszą bezwładność, a tym samym sprawia, że niektóre cząstki łatwo jest rozpędzić – są lżejsze, a inne trudno – czyli są cięższe.

Obliczenia wskazywały na to, że w pewnych okolicznościach istnienie tego pola manifestowałoby się poprzez pojawianie się specyficznych cząstek – bozonów Higgsa. To pozytywna okoliczność, bo łatwiej jest zweryfikować teorię o istnieniu nowych, nieznanych dotąd cząstek, niż o nowym polu, do którego mierzenia nie mamy żadnej aparatury.

Jednak również do odkrywania cząstek potrzebna jest odpowiednia aparatura. Ta, która odkryła bozon Higgsa, powstała w 2008 r. Jest to Wielki Zde-

Pierwszy tekst, w którym przedstawił jej podstawy, opublikował w piśmie *Physics Letters* w 1964 r. (niektóre źródła podają, że praca została opublikowana w *Physical Review Letters*). W tym samym roku napisał też dłuższą pracę, w której postulował istnienie słynnej cząstki i wyjaśniał działanie



Fot. 5. Reakcja zgromadzonych w sali seminaryjnej pracowników CERN-u na wiadomość o odkryciu cząstki Higgsa (lipiec 2012)



Fot. 6. Fragment plakatu zapraszającego na wystawę „Wszechświat i cząstki”

całego modelu teoretycznego, dzisiaj nazywanego mechanizmem Higgsa.

Kluczowe dla teorii pola Higgsa było jej eksperymentalne potwierdzenie. Sformułowanie Modelu Standardowego było owocem badań trwających dziesięciolecia. Gdyby okazało się, że bozonu Higgsa nie ma, oznaczałoby to, że cały Model Standardowy jest nieprawidłowy i należy go przeformułować. Tymczasem potwierdzenie istnienia bozonu dopełnia teorię i jest dowodem jej prawdziwości.

Komitet Noblowski przypominał jednak, że nie jest to ostatni element „kosmicznej układanki”. „Jednym z powodów jest to, że Model Standardowy traktuje pewne cząstki – neutrino – jako bezmasowe. Podczas gdy niedawne badania wskazują, że w rzeczywistości mają one masę. Inny powód jest taki, że model ograniczony jest jedynie materią widzialną, która stanowi zaledwie jedną piątą materii w kosmosie. Właśnie w celu odkrycia tajemniczej ciemnej materii kontynuowane są poszukiwania nieznanymi cząstek w akceleratorze LHC w CERN” – napisano w komunikacie prasowym komitetu.

Dwa dni po ogłoszeniu nazwisk tegorocznych noblistów z fizyki w Centrum Nauki Kopernik otwarto wystawę „Wszechświat i cząstki”. Wystawa została przygotowana w CERN kilka lat temu i od tego czasu prezentowana jest w różnych miejscach Europy. W Centrum Nauki Kopernik można ją oglądać do 30 marca 2014 r. Ekspozycja „Wszechświat i cząstki” daje możliwość odwiedzającym m.in. obliczyć, z ilu atomów składa się ich ciało. Goście wystawy przekonują się też, że próżnia nie jest wcale pusta. Zobaczą, jak wyglądają miejsca, w których rozpędzane są cząstki w akceleratorach CERN, będą też mogli sami zaprojektować zderzenie cząstek i zobaczyć taką symulację. Mogą też prześledzić ewolucję Wszechświata: od Wielkiego Wybuchu, aż po powstanie Układu Słonecznego. Dyrektor Centrum Kopernik Robert Firmhofer powiedział, że dzięki wystawie będzie można zobaczyć piękno Wszechświata: wejrzeć w głąb najmniejszych cząstek, zrozumieć zasady rządzące przyrodą i zobaczyć relacje między makroświatem i mikroświatem. Zdaniem dyrektora CNK ekspozycja pokazuje, jak teoria sformułowana 50 lat temu przez tegorocznych noblistów Petera Higgsa, a także Francois Englerta, została potwierdzona doświadczalnie.

Wśród osób otwierających wystawę byli przedstawiciele Ministerstwa Nauki, CERN-u, Centrum Nauki Kopernik, wybitni polscy fizycy: prof. Agnieszka Zalewska i prof. Łukasz Turski.

Przemawiając podczas otwarcia wystawy dyrektor CERN ds. akceleratorów i technologii, dr Stephen Myers podkreślił, że „naszym głównym zadaniem jest coraz dalej przesuwać granice wiedzy. Badamy tajemnice Wszechświata, to, co się zdarzyło zaraz po tym, jak powstał. Aby to zrobić, musieliśmy rozwinąć wiele technologii. Trzema głównymi technologiami były: akceleryatory, detektory i centra obliczeniowe” – zaznaczył. Dr Myers powiedział też, że potencjalnych zastosowań dla technologii rozwijanych dzięki CERN jest bardzo wiele. Na przykład magnesy nadprzewodzące potrzebne w Wielkim Zderzaczu Hadronów (LHC) wykorzystywane są teraz w skanerach rezonansu magnetycznego, a elementy stosowane przy detekcji w LHC znalazły zastosowanie w pozytonowej emisyjnej tomografii komputerowej (PET).

„To wystawa poświęcona w sumie cząstkom najmniejszym, ale prezentowana jest przez centrum,

które jest jednym z największych laboratoriów świata” – zauważył dr Jacek Guliński, podsekretarz stanu w Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Przewodnicząca Rady CERN, prof. Agnieszka Zalewska doprecyzowała: „CERN jest obecnie największym i najważniejszym światowym laboratorium fizyki cząstek”. Jednocześnie przyznała, że nie zawsze tak było. Przypomniała, że dawniej to Stany Zjednoczone przodowały w fizyce cząstek. „Obecnie takim centrum jest Europa. To fantastyczne osiągnięcie” – zaznaczyła.

Zbieżność daty przyznania tegorocznych nagród Nobla z terminem otwarcia wystawy CERN-owskiej była zapewne przypadkowa, ale sprawiła, że przyznanie Nobla dla twórców koncepcji bozonu H stało się głównym tematem rozmów i wywiadów dziennikarzy.

Przedstawiciel PTJ skorzystał z okazji i zadał prof. Agnieszce Zalewskiej, przewodniczącej Rady CERN, pracownicy Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie kilka pytań. Oto z niewielkimi skrótami treść tej rozmowy.

1. Jakie badania będą teraz – po potwierdzeniu w zeszłym roku – istnienia bozonu Higgsa – prowadzone przy użyciu Wielkiego Zderzacza Hadronów w CERN-ie: czy będzie to poszukiwanie cząstek supersymetrycznych, mające na celu doświadczalne potwierdzenie istnienia ciemnej materii i ciemnej energii, czy będą to badania dotyczące kwantowej teorii grawitacji, czy jakieś inne?

W tej chwili LHC jest w przebudowie. Uruchomiony będzie ponownie na początku 2015 r. Energia przyspieszanych cząstek wyniesie wtedy 14 TeV. Dotychczas, czyli przed wyłączeniem zderzacza energia ta wynosiła 8 TeV. Można się zatem spodziewać, że odkryte zostanie więcej



Fot. 8. Prof. Agnieszka Zalewska

niż dotąd cząstek Higgsa, a także, że uda się zbadać coś spoza Modelu Standardowego. Jednak priorytetem jest lepsze zbadanie bozonu Higgsa, bo to co jest obecnie, to jest Higgs Modelu Standardowego (MS). Warto też zauważyć, że bozon Higgsa jest cząstką skalarną. Wszystkie inne cząstki w MS mają w spoczynku wyróżniony kierunek, a ta jedna nie ma tej własności. Spin tej cząstki wynosi 0.

Czy i jakie inne badania? Wspomniał Pan o cząstkach supersymetrycznych. Chodzi o ciężkie cząstki, które oddziałują słabo, dlatego ich nie widzimy. Ich odkrycie pozwoliłoby zbliżyć się nam do ciemnej materii. To nie jest ta zwykła materia barionowa. Warto podkreślić, że obecnie potrafimy wytłumaczyć istnienie zaledwie 5% widzialnej materii, 23% to jest ciemna materia, reszta – ciemna energia. Na razie nie udało się jej poznać ani zbadać. Modele wykraczające poza MS nie zostały potwierdzone eksperymentalnie. Teoretycy nie rezygnują jeszcze z koncepcji cząstek supersymetrycznych, mając nadzieję, że pomogą one poznać ciemną materię, ale na razie nie ma jeszcze dowodów na jej istnienie.

Jest też inna teoria zakładająca istnienie cząstek zwanych akcjonami. W CERN-ie prowadzone są poszukiwania tych cząstek (ale nie na LHC, lecz w innych eksperymentach).

A jeśli chodzi o LHC to jak wspomniałam wciąż jest nadzieja, że odkryjemy coś, co nie „pasuje” do MS, nie mieści się w MS. Już są opracowane – rozszerzone w stosunku do Modelu Standardo-



Fot. 7. Prof. A. Zalewska udziela wywiadu Dorocie Truszczak z Polskiego Radia (pierwsza z prawej)



fot. E. Zalewska

Fot. 9. Katarzyna Nowicka, zastępca rzecznika prasowego Centrum Nauki Kopernik, udziela wywiadu

wego – modele z uwzględnieniem cząstek supersymetrycznych zakładające, że cząstek Higgsa jest kilka, które m.in. różnią się masą. Ta najbliższa jest zbliżona własnościami do cząstki Higgsa-MS. Jeśli supersymetria jest poprawną teorią, wówczas najbliższe cząstki supersymetryczne powinny być znalezione w LHC.

2. Mówi się, że nie byłoby tegorocznego Nobla dla panów Higgsa i Englerta, gdyby nie odkrycie cząstki Higgsa w eksperymentach ATLAS i CMS. W przygotowaniu i prowadzeniu tych eksperymentów uczestniczyli też polscy naukowcy z Krakowa i Warszawy. Czy Pani zdaniem odkrycie „boskiej cząstki” i tegoroczny Nobel z fizyki będzie dodatkowym impulsem do jeszcze większego zaangażowania Polaków w badania prowadzone w CERN-ie, czy wręcz odwrotnie: ponieważ cząstka już została odkryta to nie ma motywacji do dalszych badań?

Mam nadzieję, że już częściowo na to pytanie odpowiedziałam. Na razie jest motywacja. Wszyscy czekamy, co będzie przy wyższych energiach

LHC. Ważna jest współpraca między fizykami teoretykami i eksperymentatorami. Jeśli obie te grupy fizyków będą harmonijnie współpracować to i polscy fizycy będą czuli się w CERN-ie potrzebni i będą się czuli dowartościowani.

3. Tak się składa, że jutro (11.10.) w Auditorium Maximum na UW polscy fizycy, a wśród nich zaangażowani w badania prowadzone w CERN-ie będą debataować na temat „Nauka a wiara”. Czy Pani profesor uważa, że takie debaty mają sens? Że można pogodzić naukę z wiarą w Boga?

Ja sama jestem osobą wierzącą. Uważam, że nauka i religia/wiara odpowiadają na inne pytania, więc godzę bycie fizykiem i katolikiem. Są jednak fizycy, którzy na serio dyskutują problem nauki i wiary i toczą w tej sprawie gorące spory.

Red. Dorota Truszczak z Polskiego Radia w tej samej rozmowie z prof. Zalewską pytała szefową Rady CERN, między innymi o to, czy spodziewała się nagrody dla „ojców” bozonu Higgsa, czy nie powinna być przyznana nagroda CERN-owi i co było powodem opóźnienia ogłoszenia komunikatu po nagrodzie.

Odpowiadając na te pytania Agnieszka Zalewska powiedziała, że nagrody dla Petera Higgsa i Francois Englerta spodziewała się, wręcz była pewna, że ją otrzymają. Nagrodzenie CERN-u, czyli wielkiej organizacji przy obecnym regulaminie nie było możliwe. Wyłonienie ewentualnie jednego fizyka spośród setek, a może tysięcy eksperymentatorów pracujących przy LHC i dołączenie go do dwójki nagrodzonych też byłoby niemożliwe. Może kiedyś regulamin się zmieni? A może CERN powinien otrzymać pokojową nagrodę Nobla? Przecież badania prowadzone w CERN-ie mają charakter pokojowy. Co do opóźnienia to pojawiły się różne spekulacje, ale powodu tego 45-minutowego przesunięcia czasu zakomunikowania światu o nagrodzie na razie nie znamy.

Prof. Agnieszka Zalewska powiedziała na zakończenie wywiadu, że tegoroczna nagroda Nobla z fizyki jest też w jakiejś mierze nagrodą dla tych polskich fizyków cząstek elementarnych, którzy uczestniczyli w eksperymentach ATLAS i CMS.

dr Stanisław Latek,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa