

# JAK POWSTAŁ WSZECHŚWIAT?

**W najbliższy poniedziałek (7 marca) na zaproszenie Towarzystwa Wieży Clausiusa oraz Instytutu Mechatroniki, Nanotechnologii i Techniki Próżniowej Politechniki Koszalińskiej wystąpi z wykładem prof. Krzysztof Piotrzkowski. To szef jednego z dziesięciu zespołów badawczych uczestniczących w słynnym eksperymencie prowadzonym w Wielkim Zderzaczu Hadronów (ang. LHC) w Laboratorium CERN pod Genewą. Wykład odbędzie się w auli PK przy ul. Racławickiej 15, bl.A o godz. 12.**

Prof. Piotrzkowski jest koszalinianinem, absolwentem „bronka” i Uniwersytetu Jagiellońskiego. Obecnie profesorem fizyki na Uniwersytecie w Louvain-la Neuve pod Brukselą i eksperymentatorem w CERN. Niezwykły projekt badawczy, w którym uczestniczą tysiące fizyków, kosztował dotąd 7,7 mld dolarów. Na głębokości 100 m pod granicą szwajcarsko-francuską zbudowano akcelerator o długości obwodu 27 km. Zderzając w nim wiązki protonów rozpędzonych do zawrotnej prędkości 99,99999 proc. prędkości światła (to o 3 metry na sekundę „wolniej” od 300 000 km/s.) fizycy liczą na odtworzenie warunków, jakie panowały tuż po Wielkim Wybuchu. Eksperyment może pomóc w zrozumieniu tego, jak powstał Wszechświat, a także poszerzyć wiedzę z zakresu ciemnej materii i energii, czarnych dziur, odkryć dodatkowe wymiary świata i wyjaśnić pochodzenie masy we Wszechświecie.

**Rozmowa z fizykiem, docentem doktorem Januszem Żmijanem z Instytutu Mechatroniki PK**

**Intuicyjnie wyczuwam, że eksperyment to zagładanie pod bożą podszewkę...**

– Generalnie chodzi tu o racjonalne rozumienie świata materialnego na różnych skalach organizacji tego świata. Nas w Instytucie najbardziej interesuje organizacja świata na poziomie atomów i molekuł. To obszar rzędu jednej miliardowej metra, czyli 10 do -10-tej metra, natomiast domeną badań pod Genewą jest obszar jeszcze milion razy mniejszy, nawet 10 do -20-tej metra, czyli sto miliardów razy mniejszy od metra, ale zarówno w organizacji materii na poziomie subjądrowym 10 do -20-tej metra, jak i tej w obszarze, który nas interesuje, istnieją takie podobieństwa, że i jeden, i drugi charakteryzuje się silnymi oddziaływaniami kwantowymi. W naszym obszarze dzieje się to w świecie elektronów, które są daleko na zewnątrz od jąder atomowych, w których skupiona jest cała masa. Między jądrami natomiast, a orbitami elektronów istnieje straszliwa pustka...

Czyli to, o czym pisze choćby Hawking, że gdyby nasz świat skompresować, to miałby on rozmiar-naparstka?

– Gdyby go skompresować o ten obszar pustynny... Weźmy średnicę naszej Ziemi, to jest 12 800 km, gdyby ją skompresować tylko miliard razy, istotnie, miałaby wówczas wielkość naparstka...

**Świat zatem jest wielką pustką?**

– Tak. Natomiast takim łatwym przykładem, bardzo dobrze rozumianym, który ma miejsce w realnej rzeczywistości, są gwiazdy neutronowe zwane pulsarami. Nasze Słońce skompresowane do samej materii jądrowej (czyli musiałyby tu zajść reakcje między protonami i neutronami) stałoby się ciałem litym, złożonym z samych neutronów. Słońce miałoby wówczas średnicę około dziesięciu kilometrów. Gdyby Mount Everest skompresować w materię neutronową, uzyskalibyśmy jakąś drobinę na łyżeczce, ale nie moglibyśmy nijak jej podnieść, bo masa nie zmieniłaby się. Naprawdę, wszędzie jest straszliwa pustka. Tu przypomina mi się stwierdzenie wielkiego konwertyty Blaise Pascala, który stwierdził, że przeraża go pustka przestworzy. Patrząc na nieboskłon, gwiazdy i widząc tam jeszcze jakieś mgiełki, czyli obłoki Magellana okrążające naszą Drogę Mleczną, mała plamka to Andromeda, najbliższa nam galaktyka, dwa miliony lat świetlnych od nas. Ale, coż to są dwa miliony w porównaniu z wiekiem Wszechświata, 13,7 miliardów lat? Z punktu widzenia nauki pytanie o czas wcześniejszy nie ma sensu.

**Miliony lat świetlnych i rzędy milionów. I wciąż podobieństwa?**

– Podobne jest atakowanie problemów. Materia jądrowa, czyli nukleony, a przez nukleony rozumiemy właśnie protony i neutrony, składają się z bardziej elementarnych, które nazywamy kwarkami. Proton i neutron to układy trójkwarkowe. Kwarki wiążą się ze sobą poprzez quasi cząstki, gluony. Gluon jest odpowiednikiem fotonu, czymś takim jak dla grawitacji hipotetyczny grawiton, wciąż poszukiwany, a który słabo się przejawia.

**W eksperymencie pod Genewą mowa jest o cząstce Higgsa, określites ją jako boską...**

– To określenie luminarzy fizyki światowej. Boska cząstka, która byłaby odpowiedzialna za mechanizm kreowania masy. Na przykład elementarne składniki protonu, czyli trzy kwarki, w sumie mają znacząco mniejszą masę niż masa protonu, na poziomie około 1 proc. jego masy. Dzięki wiązaniom i wzmacnianiu przez prądy gluonowe ta masa się powiększa do tego stopnia, że jest równa dwóm tysiącom mas lekkiego elektronu.



Zamysł polega na tym, by odkryć odpowiedzialną za kreowanie masy cząstkę Higgsa. Z całkiem racjonalnych oszacowań wynikających z modeli matematycznych, które zdają się dobrze odwzorowywać strukturę naszego Wszechświata ocenia się, że masa bozonu Higgsa może być zbliżona do ok. 140 GeV. Tu muszę dodać, że ta egzotyczna nazwa gigaelektronowolty podzielone przez przez c kwadrat to jest dla wielu fizyków przyjęta jednostka masy i energii. Elektronowolt to rząd 10 do -19-tej Joule’a, a więc miliardy miliardów razy mniejszy od Joule’a. Hipotetyczny bozon Higgsa jest w zasięgu możliwości LHC.

**Czyli jest już dosyć precyzyjnie określony...**

– W procesach rozpraszania cząstek, które się przeprowadza w laboratoriach, widać że pojawia się energetyczne wzbudzenie rezonansowe wokół tego obszaru. Fizycy chcą to zweryfikować z wiarygodną dokładnością, żeby nabrać pełnego przekonania.

**Wróćmy do CERN, 100 metrów pod Genewą, pierścień o długości 27 km...**

– Tak, to już końcowy pierścień, bo jest kilka nieco mniejszych, w których zachodzi wstępne przyspieszanie protonów dzięki potężnym elektromagnesom, w tym końcowym protony są już tak rozpędzone, że jest to praktycznie prędkość światła, tylko o 3 metry na sekundę mniejsza od 300 000 km/sek., niewiarygodne!

**Co daje nam rozpędzanie cząstek do takiej prędkości?**

– Akcelerator to przyrządy do przyspieszenia cząstek naładowanych elektrycznie do prędkości istotnie zbliżonej do prędkości światła. Cząstki te niosą wówczas ze sobą gigantyczną energię ruchu, czyli kinetyczną, dzięki której

można pokonać straszliwie dużą potencjalną energię odpychania kulombowskiego między tak samo naładowanymi protonami. To pozwala dostać się do świata czystych i silnych oddziaływań międzykwarkowych. Na skutek zderzania układów kwarkowych w chmurze gluonowej dochodzi do kaskadowej produkcji zupełnie nowych cząstek, które mogą na krótki moment zaistnieć. Akcelerator obudowany jest detektorami czułymi na różnego rodzaju cząstki.

**W CERN-ie są cztery takie detektory.**

– Z tym, że każdy z tych czterech to kompleks różnego rodzaju detektorów. Jedne są wrażliwe na wysokoenergetyczne wzbudzenia elektromagnetyczne nie tylko rentgenowskie, ale i te bardziej przenikliwe, takie jak promienie gamma, inne na zwyczajne cząstki, elektrony, jeszcze inne na odmiany elektronów znane jako miony, czy mezony, jeszcze inne informują o gęstości neutrin nieuchronnie towarzyszącym tym przemianom.

**Te cząstki są niesłychanie efemeryczne, istnieją krócej niż miliardowe części sekundy. Ogromna baza danych. Jednak wszystkie te zdarzenia są rejestrowane przez detektory i rozsyłane do ośrodków na całym świecie celem analizy.**

– Tak. I oczywiście, to musi być powtarzalne, w tych samych warunkach. Eksperymenty muszą dawać te same wyniki.

**Jaki pożytek z tych badań będzie miała nauka, ta na poziomie 10 do -20-tej, i ta na poziomie 10 do -10-tej, tym, na którym wy pracujecie?**  
– Głębsze zrozumienie procesów na poziomie 10 do -15-tej metra pozwoli być może zrozumieć, jakie są możliwości czerpania z nowych źródeł gigantycznych energii.

Przede wszystkim pozwoli zrozumieć to, co się dzieje w gwiazdach, czyli słońcach i pozwoli przeprowadzać kontrolowane mikrosyntezy nuklearne, podobne do tych które zachodzą w gwiazdach, ale w warunkach ziemskich. Już ruszyły prace w tym kierunku: w Caradache we Francji budowany jest taki przyrząd, będzie to jakby miniaturowe Słońce na Ziemi. Trzeba dodać, że energię jądrową wykorzystuje się na dwa sposoby. W pierwszym wykorzystuje się ją na zasadzie rozpadów promieniotwórczych pierwiastków takich, jak uran 235, czy pluton, a w przyszłości być może tor i tutaj wykorzystuje wzór się  $E=mc$  do kwadratu, co jest związane z tzw. defektem masy, gdzie prędkość światła do kwadratu jest tylko przelicznikiem, olbrzymim. O wiele efektywniejszy od procesu rozpadu jest proces dla pierwiastków lekkich, zwłaszcza dla najlżejszego, czyli wodoru. Wodór jest dominującym paliwem w gwiazdach, przemiana wodoru czy jego izotopów, deuteru i trytu w następny z kolei pierwiastek hel pozwala, dzięki najsłynniejszemu wzorkowi fizyki, otrzymywać nie samowite zasoby energii. Gdyby wziął oddzielnie: wodór, czy jego izotopy i zderzył je otrzymując hel, to masa początkowych składników będzie większa niż tego końcowego. Więc gdzie się podziała ta masa? Ona nie zaginęła, pojawiła się pod inną postacią, jako energia swobodna. Masa rozpędzonych protonów doznaje relatywistycznego wzrostu tak, że nie należy się dziwić, że produkty rozpadu po zderzeniu protonów mają masę większą niż protony wyjściowe. Oczywiście, trzeba było włożyć energię w rozpędzenie protonów, ale jeśli ma się świadomość, że  $E=mc$  kwadrat i jeżeli produkty końcowe będą lżejsze niż wyjściowe, to mamy dodatkowy zysk energetyczny. Lekkie pierwiastki przechodzą przemianę zwaną fuzją, czyli syntezą, cięższe, z końca tablicy Mendelejewa to rozpad.

**Czy w przybliżeniu tu leży możliwość rozwikłania historii Wszechświata?**

– To znaczy zrekonstruowania bardzo prawdopodobnego scenariusza. To, co się działo od milionowej części sekundy do chwili obecnej jest bardzo racjonalnie zrekonstruowane na poziomie wiarygodności rzędu 99 proc., natomiast to, co się działo między 10 do -35-tej sekundy, a tą milionową częścią sekundy, a więc bardzo blisko Big Bangu, tego początkowego momentu kreacji Wszechświata znamy na poziomie ufności rzędu 60-70 proc....

Rozmawiał:  
**Jupi Podlaszewski**