



Kraków, 16 listopada 2017

## **Bliskie pulsary rozjaśniają antymaterialną zagadkę**

*W docierającym do Ziemi promieniowaniu kosmicznym jest zbyt wiele pozytonów o dużych energiach. Takie pozytony – czyli cząstki będące antymaterialnymi odpowiednikami elektronów – mogłyby być wytwarzane przez bliskie nam pulsary. Najnowsze pomiary z obserwatorium HAWC w Meksyku praktycznie wykluczyły tę możliwość, wzmacniając konkurencyjną, znacznie bardziej egzotyczną hipotezę dotyczącą rodowodu nadmiarowych pozytonów.*

Nasza planeta jest zanurzona w promieniowaniu kosmicznym. Wśród cząstek docierających do Ziemi z głębi kosmosu znajdują się pozytony, antymaterialne odpowiedniki elektronów. Astrofizyków od dłuższego czasu intryguje, dlaczego pozytonów o dużych energiach jest w promieniowaniu kosmicznym znacznie więcej niż przewidują obecne modele teoretyczne. Najnowszą próbą odpowiedzi są obserwacje wykonane przez kilkudziesięcioosobowy zespół naukowców ze Stanów Zjednoczonych, Meksyku, Niemiec i Polski, przeprowadzone za pomocą niedawno uruchomionego detektora High-Altitude Water Cherenkov Gamma-Ray Observatory (HAWC). W analizie pomiarów cząstek promieniowania kosmicznego, której wyniki właśnie opublikowano w prestiżowym czasopiśmie naukowym „Science”, uczestniczyła grupa badawcza z Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk (IFJ PAN) w Krakowie, finansowana z grantu OPUS Narodowego Centrum Nauki.

„Wiemy, że cząstki promieniowania kosmicznego o dużych energiach, wędrujące przez naszą galaktykę, szybko rozpraszają swoją energię wskutek oddziaływań z innym promieniowaniem i polami magnetycznymi. Tak zachowują się cząstki pierwotnego promieniowania kosmicznego. Pozytony są wtórne, pochodzą z oddziaływań, w których uczestniczy promieniowanie pierwotne. Oczekiwalibyśmy więc podobnej zależności: wyraźnego spadku liczby wysokoenergetycznych pozytonów”, wyjaśnia dr hab. Sabrina Casanova, prof. IFJ PAN, i dodaje: „Rzeczywistość jest inna. Obserwatoria satelitarne i naziemne rejestrują znacznie więcej pozytonów o dużych energiach niż powinny. Naszym celem było sprawdzenie, czy źródłem tych nadmiarowych pozytonów nie są bliskie nam obiekty astronomiczne, takie jak pulsary i otaczające je mgławice”.

Obserwatorium HAWC znajduje się na zboczu meksykańskiego wulkanu Sierra Negra, na wysokości ponad 4100 m n.p.m. Rozmieszczono tu 300 zbiorników z wodą, otoczonych detektorami wrażliwymi na ulotne błyski świetlne, znane jako promieniowania Czerenkowa. Promieniowanie to pojawia się w zbiorniku, gdy wpadnie do niego cząstka poruszająca się z prędkością większą od prędkości światła w wodzie. Każdej doby w HAWC rejestruje się w ten sposób obecność kosmicznych fotonów gamma o energiach od 100 gigaelektronowoltów (GeV) do 100 teraelektronowoltów (TeV). Są to energie nawet trylion razy większe od energii fotonów światła

widzialnego i kilkunastokrotnie większe od energii protonów w akceleratorze LHC. (Warto dodać, że w całej historii pomiarów promieniowania kosmicznego rejestrowano cząstki o energiach sięgających nawet 300 000 000 TeV.)

„Detektory obserwatorium HAWC rejestrują promieniowanie gamma emitowane m.in. przez pewną populację elektronów wytwarzanych przez pulsary i rozpędzanych przez nie do ogromnych energii. Podstawowe pytanie brzmiało: czy tych elektronów jest wystarczająco dużo, żeby oddziaływania z ich udziałem mogły później wygenerować odpowiednią liczbę pozytonów?”, mówi dr Francisco Salesa Greus (IFJ PAN).

Zespół eksperymentu przeprowadził bardzo szczegółową analizę danych zebranych dla dwóch stosunkowo bliskich pulsarów, znanych jako Geminga i PSR B0656+14. Pierwszy z nich znajduje się od nas w odległości około 800, a drugi ponad 900 lat świetlnych. Oba obiekty należą do najsilniejszych źródeł promieniowania kosmicznego w naszym regionie galaktyki.

Obejmująca 17 miesięcy obserwacji analiza wykazała, że promieniowanie z obu pulsarów i otaczających je mgławic rzeczywiście odpowiada za część pozytonów w promieniowaniu kosmicznym. Wbrew oczekiwaniom sporej grupy naukowców, wkład ten w zakresie wysokich energii, sięgających teraelektronowoltów, okazał się jednak kilkakrotnie za mały do wytłumaczenia rzeczywistej liczby pozytonów.

„Skoro udział bliskich pulsarów w generowaniu napływającego do nas strumienia pozytonów o dużych energiach jest tak skromny, coraz bardziej prawdopodobne stają się inne wytłumaczenia. Najciekawszym z nich jest hipoteza o pochodzeniu nadmiarowych pozytonów z rozpadu bądź anihilacji ciemnej materii”, komentuje prof. Casanova.

Gdyby hipoteza o rodowodzie pozytonów z anihilacji bądź rozpadu ciemnej materii okazała się z czasem prawdziwa, nadmiarowe pozytony w promieniowaniu kosmicznym byłyby pierwszymi rejestrowanymi przez ludzkość cząstkami pochodzącymi z interakcji ciemnej materii. O tym, czy jednak nimi naprawdę są, zadecydują dopiero przyszłe obserwacje.

Instytut Fizyki Jądrowej PAN (IFJ PAN) w Krakowie zajmuje się strukturą materii i własnościami oddziaływań fundamentalnych od skali kosmicznej po wnętrza cząstek elementarnych. Wyniki badań – obejmujących fizykę i astrofizykę cząstek, fizykę jądrową i oddziaływań silnych, fazy skondensowanej materii, fizykę medyczną, inżynierię nanomateriałów, geofizykę, biologię radiacyjną i środowiskową, radiochemię, dozymetrię oraz fizykę i ochronę środowiska – są każdego roku przedstawiane w ponad 600 artykułach publikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych. Częścią Instytutu jest nowoczesne Centrum Cyklotronowe Bronowice, unikalny w skali europejskiej ośrodek obok badań naukowych zajmujący się terapią protonową nowotworów. IFJ PAN jest członkiem Krakowskiego Konsorcjum Naukowego „Materia-Energia-Przyszłość” o statusie Krajowego Naukowego Ośrodka Wiodącego (KNOW) na lata 2012-2017. Instytut zatrudnia ponad pół tysiąca pracowników. W kategoryzacji MNiSW Instytut został zaliczony do kategorii naukowej A+ w grupie nauk ścisłych i inżynierskich.

#### **KONTAKT:**

dr hab. **Sabrina Casanova**, prof. IFJ PAN  
Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk  
tel.: +48 12 6628274  
email: [sabrina.casanova@ifj.edu.pl](mailto:sabrina.casanova@ifj.edu.pl)

dr **Francisco Salesa Greus**  
Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk  
tel.: +48 12 6628268  
email: [francisco.salesa@ifj.edu.pl](mailto:francisco.salesa@ifj.edu.pl)

#### **PUBLIKACJE NAUKOWE:**

1. „Extended gamma-ray sources around pulsars constrain the origin of the positron flux at Earth”  
A.U. Abeysekara et al.  
Science, 17 November 2017  
DOI: 10.1126/science.aan4880

### **POWIĄZANE STRONY WWW:**

<https://www.ifj.edu.pl/dept/no1/nz12/OpusGroup/>  
Strona grupy astrofizycznej w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN.

<http://www.hawc-observatory.org/>  
Strona obserwatorium HAWC.

<http://www.ifj.edu.pl/>  
Strona Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk.

<http://press.ifj.edu.pl/>  
Serwis prasowy Instytutu Fizyki Jądrowej PAN.

### **MATERIAŁY GRAFICZNE:**

**IFJ171116b\_fot01s.jpg**

**HR:** [http://press.ifj.edu.pl/news/2017/11/16/IFJ171116b\\_fot01.jpg](http://press.ifj.edu.pl/news/2017/11/16/IFJ171116b_fot01.jpg)

W promieniowaniu kosmicznym obserwujemy więcej pozytonów o dużych energiach niż mogą wyprodukować bliskie nam pulsary. Zdjęcie przedstawia pulsary Geminga i PSR B0656+14. (Źródło: John Pretz)

**IFJ171116b\_fot02s.jpg**

**HR:** [http://press.ifj.edu.pl/news/2017/11/16/IFJ171116b\\_fot02.jpg](http://press.ifj.edu.pl/news/2017/11/16/IFJ171116b_fot02.jpg)

Obserwatorium High-Altitude Water Cherenkov Gamma-Ray Observatory (HAWC) w Sierra Negra w Meksyku. (Źródło: Jordan A. Goodman)