



Kraków, 11 marca 2021

Monstrualny akcelerator cząstek w Kokonie Łabędzia

W samym sercu Łabędzia, jednego z najpiękniejszych gwiazdozbiorów letniego nieba, bije źródło cząstek promieniowania kosmicznego o dużych energiach: Kokon Łabędzia. Międzynarodowa grupa naukowców z obserwatorium HAWC zdobyła dowody wskazujące, że ta rozległa struktura astronomiczna jest najpotężniejszym z dotychczas poznanych naturalnych akceleratorów cząstek naszej galaktyki.

Spektakularnym odkryciem mogą się pochwalić naukowcy z międzynarodowego obserwatorium promieniowania kosmicznego HAWC (High-Altitude Water Cherenkov Gamma-Ray Observatory). Ulokowane na zboczach meksykańskiego wulkanu Sierra Negra, obserwatorium rejestruje cząstki i fotony o wielkich energiach, napływające z otchłani kosmosu. Na niebie półkuli północnej ich najjaśniejszym źródłem jest region Kokonu Łabędzia. W HAWC ustalono, że z Kokonu nadlatują fotony o energiach nawet kilkadziesiąt razy większych od rejestrowanych przez wcześniejsze detektory Fermi-LAT i ARGO. Fakt ten sugeruje, że Kokon Łabędzia jest najpotężniejszym z dotychczas zidentyfikowanych akceleratorów cząstek w Drodze Mlecznej. Wyniki badań, w których ważną rolę odegrali naukowcy z Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk (IFJ PAN) w Krakowie, zaprezentowano na łamach prestiżowego czasopisma „*Nature Astronomy*”.

„Odkrycie dokonane dzięki obserwatorium HAWC to istotny element trwającej od ponad stu lat naukowej układanki, której celem jest rozszyfrowanie natury promieniowania kosmicznego, zwłaszcza w zakresie cząstek o największych energiach występujących w naszej galaktyce”, mówi dr hab. Sabrina Casanova (IFJ PAN), inicjatorka najnowszej analizy danych z regionu Kokonu Łabędzia i jej istotna współautorka.

Kokon Łabędzia, rozległa struktura astronomiczna o rozmiarach około 180 lat świetlnych, leży w odległości 4,6 tysiąca lat świetlnych od Słońca. Na naszym niebie znajdziemy go niemal dokładnie w centrum gwiazdozbioru Łabędzia, gdzie zajmuje obszar o szerokości kątowej zbliżonej do czterech tarcz Księżyca. To region intensywnego formowania się masywnych (i w konsekwencji krótko żyjących) gwiazd, z dwiema młodymi gromadami gwiazdnymi Cygnus OB2 i NGC 6910.

„Detektor HAWC ma większą czułość i rozdzielczość kątową od wcześniejszych urządzeń tego typu. W ciągu 1343 dni obserwacji zarejestrowaliśmy za jego pomocą fotony promieniowania gamma o energiach dochodzących nawet do stu teraelektronowoltów, nadlatujące z kierunku gromady Cygnus OB2. Co mogło być źródłem tak wysokoenergetycznego promieniowania?”, zastanawia się dr Casanova.

Z najnowszej analizy promieniowania gamma docierającego do Ziemi z Kokonu Łabędzia wyłania się ciekawy obraz zjawisk o złożonej, wieloetapowej naturze. Źródłem wysokoenergetycznego promieniowania kosmicznego zwykle są pozostałości supernowych, w tym pulsary. Protony bądź elektrony nie mają tu jednak wystarczająco dużo czasu, by rozpędzić się do energii kinetycznej sięgającej aż kilkuset teraelektronowoltów. Mogą jednak trafić do wnętrza młodej gromady masywnych gwiazd. Tutaj turbulencje oddziałujących ze sobą potężnych wiatrów gwiazdowych mogą przyspieszać cząstki przez miliony lat. Niektóre z tych cząstek mają wówczas szanse zyskać energie sięgające petaelektronowoltów.

„Sytuacja jest jednak bardzo skomplikowana”, zauważa dr Casanova i precyzuje: „Wewnątrz gromad masywnych gwiazd niektóre cząstki mogą być przyspieszane przez miliony lat, czas porównywalny z wiekiem samej gromady. Jednak im większa energia cząstek, tym krótszy staje się czas ich przyspieszania. Cząstki z największymi energiami opuszczą gromadę zanim wyemitują fotony gamma, które obserwujemy. Pojawia się więc pytanie, jakie jest maksimum energii, do której mogą się rozpędzić cząstki w gromadzie gwiazd?”.

Kluczowe pytanie dotyczy natury cząstek odpowiedzialnych za emisję wysokoenergetycznych fotonów, które zarejestrowano w obserwatorium HAWC. Gdyby źródłem fotonów były elektrony, ich energie musiałyby być kilkukrotnie większe od energii fotonów. Jeśli jednak źródłem były protony, ich energie musiałyby sięgać nawet petaelektronowolta. To wartość stukrotnie większa od energii zderzeń protonów w akceleratorze LHC.

„Nasza analiza nie przynosi jednoznacznego rozstrzygnięcia odnośnie do pochodzenia fotonów o energiach sięgających 100 TeV. Wskazuje jednak na wyraźnego faworyta: protony o ekstremalnych energiach, przyspieszane w zderzeniach wiatrów gwiazdowych, a następnie emitujące fotony gamma w trakcie zderzeń z materią międzygwiazdową”, mówi dr Casanova.

Jeśli przyszłe obserwacje potwierdzą obecną interpretację, gromada gwiazd Cygnus OB2 we wnętrzu Kokonu Łabędzia byłaby najpotężniejszym ze wszystkich dotychczas zidentyfikowanych akceleratorów naszej galaktyki.

Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk (IFJ PAN) w Krakowie prowadzi badania podstawowe i aplikacyjne w obszarze fizyki oraz nauk pokrewnych. Główna część działalności naukowej Instytutu koncentruje się na badaniu struktury materii, w tym własności oddziaływań fundamentalnych od skali kosmicznej po cząstki elementarne. Częścią Instytutu jest nowoczesne Centrum Cyklotronowe Bronowice, unikalny w skali europejskiej ośrodek, obok badań naukowych zajmujący się terapią protonową nowotworów. IFJ PAN prowadzi też cztery akredytowane laboratoria badawcze i pomiarowe. Wyniki badań – obejmujących fizykę i astrofizykę cząstek, fizykę jądrową i oddziaływań silnych, fizykę 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 wysoko punktowanych czasopismach naukowych. Corocznie Instytut jest organizatorem lub współorganizatorem wielu międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych oraz szeregu seminariów i innych spotkań naukowych. IFJ PAN jest członkiem Krakowskiego Konsorcjum Naukowego „Materia-Energia-Przyszłość”, któremu, na lata 2012-2017, nadany został status Krajowego Naukowego Ośrodka Wiodącego (KNOW). Wiele projektów i przedsięwzięć realizowanych przez Instytut jest wpisanych na Polską Mapę Infrastruktury Badawczej (PMIB). Instytut zatrudnia ponad pół tysiąca pracowników. Komisja Europejska przyznała IFJ PAN prestiżowe wyróżnienie „HR Excellence in Research” jako instytucji stosującej zasady „Europejskiej Karty Naukowca” i „Kodeksu Postępowania przy rekrutacji pracowników naukowych”. W kategoryzacji MNiSW Instytut został zaliczony do najwyższej kategorii naukowej A+ w grupie nauk ścisłych i inżynierskich.

KONTAKT:

dr hab. **Sabrina Casanova**
Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk
tel: +48 12 6628274
email: sabrina.casanova@ifj.edu.pl

PUBLIKACJE NAUKOWE:

„HAWC observations of the acceleration of very-high energy cosmic rays in the Cygnus Cocoon”
The HAWC Collaboration
Nature Astronomy, 2021
DOI: <https://doi.org/10.1038/s41550-021-01318-y>

POWIĄZANE STRONY WWW:

<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:

IFJ210311b_fot01s.jpg HR: http://press.ifj.edu.pl/news/2021/03/11/IFJ210311b_fot01.jpg
Region Kokonu Łabędzia ze źródłem fotonów o energiach dochodzących do 100 TeV, pokrywającym się z młodą gromadą masywnych gwiazd Cygnus OB2. (Źródło: IFJ PAN / HAWC)

IFJ210311b_fot02s.jpg

HR: http://press.ifj.edu.pl/news/2021/03/11/IFJ210311b_fot02.jpg

Cygnus X, jeden z najbliższych i najjaśniejszych regionów formowania gwiazd w galaktyce (zaznaczony kolorem czerwonym), znajduje się w centrum Kokonu Łabędzia, rozległej struktury astronomicznej, zajmującej na ziemskim niebie obszar o kątowej szerokości czterech tarcz Księżyca. (Źródło: IFJ PAN / Stellarium)

IFJ210311b_fot03s.jpg

HR: http://press.ifj.edu.pl/news/2021/03/11/IFJ210311b_fot03.jpg

Obserwatorium HAWC (High-Altitude Water Cherenkov Observatory) na zboczu meksykańskiego wulkanu Sierra Negra. (Źródło: HAWC Observatory)