



Kraków, 8 grudnia 2022

Fantomy wracają z Księżycą z cennymi danymi o dawkach promieniowania kosmicznego

Wraz ze statkiem Orion misji Artemis I na Ziemi wylądują dwa ludzkie fantomy, w ramach eksperymentu MARE wyposażone w liczne detektory promieniowania kosmicznego. Informacje zgromadzone przez detektory po raz pierwszy pozwolą zweryfikować kluczową dla ludzkiej obecności w dalekim kosmosie wiedzę o wpływie promieniowania kosmicznego na zdrowie astronautów mających żyć i pracować w środowisku pozbawionym ochronnego działania magnetosfery naszej planety.

Spośród licznych zagrożeń, czyhających na astronautów podejmujących dalekie podróże kosmiczne, do najpoważniejszych i jednocześnie najtrudniejszych do wyeliminowania należy ekspozycja na szkodliwe dawki promieniowania kosmicznego. W zapewnieniu bezpieczeństwa przyszłym pionierom odległego kosmosu pomogą dane zebrane podczas eksperymentu MARE (MATROSHKA AstroRad Radiation Experiment). W jego ramach wewnątrz statku Orion misji Artemis I umieszczono dwa ludzkie fantomy wyposażone w liczne detektory promieniowania kosmicznego. Na zaproszenie Niemieckiego Centrum Kosmicznego (DLR) w Kolonii, koordynatora projektu MARE, w eksperymencie uczestniczy Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk (IFJ PAN) w Krakowie.

„MARE to kontynuacja serii doświadczeń zrealizowanych na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej w latach 2004-2009 w ramach projektu MATROSHKA, w którym także uczestniczyliśmy. Wtedy dane dotyczące dawek promieniowania z konieczności zbierano na niskiej orbicie wokółziemskiej. Teraz, dzięki amerykańskiej misji Artemis I, nafaszerowane detektorami promieniowania ludzkie fantomy po raz pierwszy trafiły poza ochronny zasięg nie tylko ziemskiej atmosfery, ale i magnetosfery”, mówi prof. dr hab. Paweł Bilski (IFJ PAN).

Promieniowanie kosmiczne, na które zostaną wystawieni astronauta przebywający w dużych odległościach od Ziemi, ma wyjątkowo skomplikowany charakter. Jego składowa galaktyczna pochodzi z odległego kosmosu i zawiera wszystkie rodzaje naturalnie występujących cząstek i jąder atomowych, o bardzo szerokim zakresie energii, nierzadko daleko wykraczających poza wartości spotykane w warunkach ziemskich. Innym źródłem wysokoenergetycznych cząstek, już w obrębie naszego układu planetarnego, są wybuchy na Słońcu, sporadyczne, lecz wiążące się z poważnym zagrożeniem dla zdrowia, a nawet życia astronautów. Ponadto cząstki wiatru słonecznego cały czas kumulują się wokół Ziemi w obrębie dwóch toroidalnych obszarów magnetosfery nazywanych pasami Van Allena. Pasy te znajdują się co prawda na wysokościach rzędu zaledwie kilku-kilkunastu tysięcy kilometrów, trzeba je jednak przebyć dwukrotnie podczas każdej dalszej wyprawy załogowej.

Głównym celem NASA podczas misji Artemis I było przetestowanie statku załogowego Orion w locie wokółksiężycowym bez załogi. Brak pasażerów postanowiono wykorzystać do zweryfikowania współczesnej wiedzy o wpływie promieniowania kosmicznego na ludzkie ciało. W rezultacie wewnątrz Oriona zostały umieszczone dwa żeńskie fantomy o nazwach HELGA i ZOHAR, każdy o wadze 39 kg. Na fantom ZOHAR założono pancierz ochronny AstroRad, wyprodukowany przez izraelską firmę StemRad.

Aby zdobyć informację o dawkach promieniowania kosmicznego pochłanianych przez poszczególne części ludzkiego ciała, w całej objętości fantomów co trzy centymetry rozmieszczono od czterech do sześciu niewielkich, pasywnych detektorów promieniowania z fluorku litu. Dodatkowo w miejscach najważniejszych organów zostały zainstalowane aktywne detektory krzemowe. Łącznie w obu fantomach zamontowano ponad dziesięć tysięcy detektorów pasywnych i 34 aktywne.

„Wkład naszego instytutu w eksperyment MARE to przede wszystkim 276 pasywnych detektorów termoluminescencyjnych w fantomie ZOHAR oraz dalszych 288 detektorów w 12 pakietach pomiarowych na powierzchni obu fantomów. Detektory te mają postać cienkich, białych pastylek o średnicy kilku milimetrów”, mówi prof. Bilski.

Głównym materiałem używanym do produkcji detektorów z IFJ PAN jest fluorek litu wzbogacony o starannie dobrane domieszki. Powodują one, że w materiale pojawiają się dodatkowe, metastabilne poziomy energetyczne. Gdy cząstki promieniowania kosmicznego przelatują przez tak skomponowany materiał, dochodzi do jonizacji atomów. Niektóre z wybitych elektronów trafiają wówczas na poziomy metastabilne, gdzie niczym w pułapce mogą przebywać przez wiele miesięcy. Kluczowe znaczenie ma fakt, że im więcej cząstek promieniowania kosmicznego przeleci przez detektor, tym większa liczba elektronów zostanie uwięziona w pułapkach.

Odczyt dawki promieniowania zarejestrowanej przez detektor z fluorku litu jest możliwy dzięki zjawisku termoluminescencji. W laboratorium poszczególne detektory stopniowo podgrzewa się do temperatury kilkuset stopni Celsjusza. Dostarczona energia powoduje, że elektrony zaczynają wyskakiwać z kolejnych metastabilnych pułapek energetycznych. Część z nich szybko rekombinuje, czemu towarzyszy emisja fotonów. W rezultacie pojawia się świecenie, przez fizyków nazywane termoluminescencją.

„Nasze detektory z fluorku litu działają w ten sposób, że ilość światła emitowanego przy ich podgrzewaniu jest proporcjonalna do dawki zdeponowanej przez cząstki promieniowania kosmicznego, które weszły w oddziaływanie z materiałem. Odczyt informacji jest więc wiarygodny i stosunkowo prosty, aczkolwiek nietrywialny. Różne pułapki w materiale mają bowiem różne właściwości i opróżniają się w różnych temperaturach”, wyjaśnia prof. Bilski.

Pomiary w ramach eksperymentu MARE mają przede wszystkim zweryfikować dotychczasową wiedzę o wpływie promieniowania kosmicznego na organizm człowieka. Priorytetem jest redukcja do minimum zagrożeń dla astronautów, ale badania mają także wymiar czysto praktyczny. Chodzi bowiem o to, aby nadmiernie restrykcyjne normy bezpieczeństwa nie ograniczały ludzkiej aktywności w dalekim kosmosie.

Jeśli powrót statku Orion misji Artemis I zakończy się sukcesem, detektory z fantomów ZOHAR i HELGA wkrótce wrócą do IFJ PAN w celu odczytania danych. Wstępne wyniki dotyczące zarejestrowanych przez nie dawek promieniowania kosmicznego zostaną przedstawione przez międzynarodowy zespół eksperymentu MARE w pierwszych miesiącach przyszłego roku.

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 klasyfikacji MEiN Instytut został zaliczony do najwyższej kategorii naukowej A+ w obszarze nauk fizycznych.

KONTAKT:

prof. dr hab. **Paweł Bilski**
Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk

tel.: +48 12 6628414
email: pawel.bilski@ifj.edu.pl

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:

IFJ221208b_fot01s.jpg

HR: http://press.ifj.edu.pl/news/2022/12/08/IFJ221208b_fot01.jpg

Fantomy ZOHAR (w pancerzu ochronnym) i HELGA w kapsule statku Orion. (Źródło: NASA / Frank Michaux)

IFJ221208b_fot02s.jpg

HR: http://press.ifj.edu.pl/news/2022/12/08/IFJ221208b_fot02.jpg

Montaż pasywnych detektorów termoluminescencyjnych w fantomie. (Źródło: DLR)

IFJ221208b_fot03s.jpg

HR: http://press.ifj.edu.pl/news/2022/12/08/IFJ221208b_fot03.jpg

Misję Artemis I wykorzystano do zebrania danych o wpływie promieniowania kosmicznego na ludzki organizm znajdujący się poza ochronnym działaniem ziemskiej magnetosfery. (Źródło: NASA)