

Zmiany zewnętrznej heliosfery widziane w strumieniach atomów neutralnych

Przestrzeń między planetami i gwiazdami wypełniona jest częściowo zjonizowaną plazmą o małej gęstości. W pobliżu Ziemi głównym źródłem ośrodka międzyplanetarnego jest Słońce, które nieustannie emituje w pełni zjonizowaną plazmę nazywaną wiatrem słonecznym. Wiatr słoneczny rozprzestrzenia się z Słońca z bardzo dużą prędkością między 400 a 800 km/s, wydmuchując plazmę międzygwiazdową z układu słonecznego tworząc heliosferę. Heliosfera obejmuje cały układ słoneczny sięgając ponad 100 razy dalej od Słońca niż orbita Ziemi. Słońce i wiatr słoneczny zmieniają się w trakcie cyklu słonecznego, co prowadzi do dynamicznych zmian w heliosferze. Badania heliosfery są skomplikowane, ponieważ tylko kilka sond opuściło układ słoneczny i może mierzyć cząstki w plazmie wiatru słonecznego daleko od Słońca. Jedną z takich sond jest New Horizons, która kontynuuje swoją misję przez heliosferę po minięciu Plutona. Voyagery mierzyły kiedyś plazmę w heliosferze, ale przekroczyły już heliopauzę (zewnętrzną granicę heliosfery) i kontynuują podróż w ośrodku międzygwiazdowym. Chociaż pomiary in situ z sondy New Horizons i Voyagerów są kluczowe dla badania procesów zachodzących w zewnętrznej plazmie heliosfery, to heliosfera jest również obrazowana globalnie za pomocą energetycznych atomów neutralnych.

Energetyczne atomy neutralne powstają we wszystkich obszarach heliosfery z energetycznych jonów, które wychwytyją elektrony od międzygwiazdowych atomów neutralnych występujących we wszystkich obszarach heliosfery. Jony, jak wszystkie naładowane cząstki, podlegają siłom elektromagnetycznym, a zatem ich ruch jest wyznaczony przez globalny przepływ plazmy. Natomiast atomy neutralne podlegają tylko siłom grawitacyjnym i mogą przemierzać heliosferę na trajektoriach balistycznych. W związku z tym energetyczne atomy neutralne wykryte blisko Słońca przekazują informację o stanie plazmy w której powstały. Obecnie te atomy są wykrywane przez instrumenty na pokładzie misji NASA o nazwie Interstellar Boundary Explorer (IBEX). Ten mały satelita skanuje niebo, tworząc coroczne obrazy heliosfery. Pierwsze wyniki misji pokazały, że oprócz przewidywanej wolno zmiennej struktury pochodzącej od heliosfery, istnieje również wąska okrągła struktura nazwana wstęgą IBEX-a. Ta wstęga jest tworzona za heliopauzą w lokalnym ośrodku międzygwiazdowym i wskazuje orientację międzygwiazdowego pola magnetycznego.

W ramach projektu planujemy analizować obserwacje energetycznych atomów neutralnych, aby zrozumieć, jak heliosfera zmienia się w odpowiedzi na ewolucję wiatru słonecznego spowodowaną cyklem słonecznym i długoterminowymi zmianami. Postaramy się znaleźć kształt heliosfery na podstawie obserwacji energetycznych atomów neutralnych helu, które powinny pokazać strukturę ogona heliosfery. Takie obserwacje nie są obecnie dostępne z misji IBEX, ale powinny być możliwe dzięki nowej generacji instrumentów na pokładzie misji Interstellar Mapping and Acceleration Probe (IMAP). Będziemy starannie badać te obserwacje przy użyciu nowo opracowanych narzędzi. Ponadto, planujemy zrozumieć źródło przyspieszania jonów w wietrze słonecznym, co zaobserwowano na misji New Horizons.