

!!! INFORMACJA OBJĘTA EMBARGIEM DO DNIA 15.10.2009, GODZ. 20:00 CET !!!

UKŁAD INNY NIŻ W SZKOLE

Sonda kosmiczna IBEX bada odległe zjawiska, powstające wskutek oddziaływania wiatru słonecznego z obłokiem międzygwiazdowym, w którym porusza się Układ Słoneczny. Lecz gdzie dokładnie w Układzie Słonecznym zjawiska te zachodzą, jak powstają i jakie jest ich znaczenie?

Zgodnie ze szkolną wiedzą, Układ Słoneczny składa się z ośmiu planet. W kolejności od Słońca są to cztery planety skaliste – Merkury, Wenus, Ziemia i Mars – oraz cztery gazowe olbrzymy – Jowisz, Saturn, Uran i Neptun. Najdalszy Neptun krąży w odległości około 30 jednostek astronomicznych (Astronomical Unit, AU) od Słońca, co oznacza, że jest od niego oddalony 30 razy bardziej niż Ziemia. Obliczenia wskazują jednak, że Słońce jest w stanie grawitacyjnie związać ze sobą obiekty znajdujące się nawet w odległości 100 000 AU, a więc oddalone o ponad rok świetlny. Kula ograniczona orbitą Neptuna ma zatem objętość równą mniej więcej jednej dziesięciomiliardowej objętości naszego całego grawitacyjnego układu planetarnego.

Skala złożoności Układu Słonecznego wzrasta dramatycznie już z chwilą uwzględnienia księżyców planet. Ziemia ma jednego naturalnego satelitę, Mars dwa. Rekordy biją jednak gazowe olbrzymy: Neptun ma 13 księżyców, Uran 27, Saturn 60, a Jowisz, największa planeta Układu Słonecznego, aż 63. Środowisko największych księżycowych światów jest skrajnie zróżnicowane. Io, księżyc Jowisza, wciąż transformuje swoją powierzchnię w strugach lawy i wybuchach wulkanów. W tym samym czasie na otulonym gęstą atmosferą Tytanie, księżycu Saturna, padają węglowodorowe deszcze, spływające korytami rzek do licznych jezior i mórz. Niedaleko Tytana krąży Enceladus, z którego tryskają sięgające kosmosu gejzery wody. Wiele księżyców jest jednak martwymi, skalnymi drobinami o rozmiarach rzędu kilku-kilkunastu kilometrów.

Wszystkie gazowe planety-olbrzymy utworzyły wokół siebie pierścienie – koliste struktury z miliardów okruchów skał i lodu o rozmiarach od cząstek pyłu do kilkumetrowych brył. Istnieją podejrzenia, że własny, słaby pierścień może mieć Pluton, a nawet jeden z księżyców Saturna, Rhea. Jednak to właśnie Saturn jest najbardziej znanym właścicielem pierścieni. Krążąca wokół niego sonda Cassini od lat obserwuje ich zaskakującą dynamikę: grudy pyłu zlepiają się w załążki księżyców, rzeźbią przerwy w pierścieniach, po czym rozpadają się; małe księżyce, którym udało się przetrwać, oddziałują grawitacyjnie na pył pierścieni, wzbudzając w nich charakterystyczne fale. Saturnowe pierścienie mają nawet własną, bardzo rzadką atmosferę.

Własne pierścienie ma także Słońce. Jednym z nich jest pas planetoid między orbitami Marsa i Jowisza, gdzie krąży 1,1-1,9 miliona obiektów o rozmiarach większych od 1 km. Największy z tutejszych „bywalców” ma kulistą formę i rozmiary bliskie 1000 km – to Ceres, sklasyfikowana jako planeta karłowata. Planetoidy w pasie nie poruszają się w dowolny sposób. Jowisz wyrzuca je z orbit rezonansowych, co prowadzi do powstania w pasie przerw, zwanych przerwami Kirkwooda. Część planetoid, mimo małych rozmiarów, ma nawet swoje księżyce.

Planetoidy znajdziemy nie tylko między Marsem a Jowiszem. Kilka tysięcy takich obiektów, pogrupowanych w trzy rodziny, krąży w pobliżu Ziemi. Niektóre planetoidy trafiają także do punktów Lagrange'a. Te „zapomniane przez grawitację” miejsca to obszary, w których równoważą się siły grawitacji Słońca i pobliskiej planety. Dwa najważniejsze punkty Lagrange'a znajdują się przed i za planetą, na jej orbicie. W przypadku Jowisza, Neptuna, a nawet Marsa, znajdziemy tam liczne skalne bryły, nazywane planetoidami trojańskimi.

Między Słońcem a orbitą Neptuna natrafimy również na komety krótkookresowe. Ich liczbę szacuje się nawet na 20-30 milionów. Prawdopodobnie grupują się one w pasy związane z planetami-olbrzymami. Komety, zbliżając się do Słońca, emitują gazy i pyły, które ciągną się wzdłuż ich orbit. Gdy Ziemia przetnie taką smugę, mamy zapewnione piękne widowisko – rój meteorów.

Za orbitą Neptuna zaczyna się kolejny obszar bogaty w planetoidy – pas Kuipera. Jego najbardziej znanym reprezentantem jest Pluton, obecnie uznawany za planetę karłowatą (status ten mają jeszcze trzy inne duże obiekty z tych okolic). Dziś znamy prawie 1100 obiektów transplutonowych. Orbity części z nich są w rezonansie z Neptunem, co sprzyja grupowaniu. Gdy rezonans orbit wynosi 3:2 (na dwa obiegi Neptuna wokół Słońca przypadają trzy obiegi obiektu) mówimy o plutonkach, przy rezonansie 2:1 – o twotinach. Pas Kuipera nie ma formy dysku, lecz torusa. To efekt oddziaływania planet-olbrzymów, które doprowadziły do powstania dysku rozproszonego, rozciągającego się mniej więcej do 30 do 44 AU od Słońca. To do niego należy nieco większa od Plutona Eris, najdalsza planeta karłowata, obecnie odległa od centrum Układu aż o 97 AU.

Największą strukturą Układu Słonecznego jest Obłok Oorta. Tworzą go lodowo-skalne obiekty (protokomety, planetoidy, być może planety karłowate), wyrzucone w przestrzeń przez planety-olbrzymy w okresie formowania układu planetarnego. Obłok ma prawdopodobnie kształt sferyczny i otacza Słońce grubą „skorupą”, rozciągającą się od 300 do 100 000 AU. Istnienie obłoku jest słabo potwierdzone. Uważa się jednak, że przedstawicielem jego wewnętrznej warstwy jest Sedna, wielka planetoida, która w peryhelium zbliża się do Słońca na 76 AU, a w aphelium oddala na prawie 900 AU – zatem z pewnością nie należy do pasa Kuipera. Z najdalszej, zewnętrznej warstwy obłoku pochodzą komety długookresowe; ich liczba może sięgać nawet biliona.

Gravitacja jest głównym rzeźbiarzem Układu Słonecznego, ale towarzyszy jej dwóch niezwykle kreatywnych pomocników: wiatr słoneczny oraz pola magnetyczne. Wiatr słoneczny to ciągły strumień cząstek, emitowanych przez naszą gwiazdę we wszystkich kierunkach. Wieje z naddźwiękowymi prędkościami (300-800 km/s) i przy orbicie Ziemi ma temperaturę ok. 150 tys. kelwinów. Przeniknięty jest polem magnetycznym, które „unosi” ze Słońca. Wiatr słoneczny kształtuje „pogodę kosmiczną” w Układzie Słonecznym. Ponieważ jest zjonizowany, oddziałuje z polami magnetycznymi planet. Te z nich, które mają silną magnetosferę, są omywane przez wiatr i chronione; jedynie część cząstek spływa wzdłuż linii magnetycznych i kumuluje się w owalu otaczającym bieguny magnetyczne, wytwarzając efektowne zorze. W przypadku Wenus i Marsa, planet o słabych magnetosferach, wiatr słoneczny dosłownie wydmuchuje ich atmosfery w przestrzeń kosmiczną.

Szczególnie ciekawe rzeczy dzieją się z wiatrem słonecznym za orbitami najdalszych planet. Wskutek oddziaływania wiatru z materią międzygwiazdową wokół Słońca formuje się wielki bąbel – heliosfera, która chroni wnętrze Układu Słonecznego przed promieniowaniem kosmicznym o wysokich energiach (jego natężenie na Ziemi byłoby bez niej kilkukrotnie większe). Heliosfera przed Słońcem jest nieco spłaszczona, za nim formuje długi ogon.

W odległości 75-90 AU od Słońca – a więc dwu-trzykrotnie dalej niż orbita Neptuna – wiatr słoneczny zwalnia poniżej prędkości dźwięku. Procesowi temu towarzyszy powstanie fali uderzeniowej – szoku końcowego. Wiatr słoneczny ostatecznie kończy się na heliopauzie, rozciągającej się prawdopodobnie w odległości 110 AU od Słońca, która jest zewnętrzną krawędzią heliosfery i oddziela wiatr słoneczny od materii międzygwiazdowej. Krawędź ta przemieszcza się wraz ze Słońcem z prędkością ok. 26 km/s i zagęszcza przed sobą materię międzygwiazdową. Dlatego przed heliopauzą, ok. 230 AU od Słońca, pojawia się wygięta struktura – fala czołowa heliosfery. Pomiarzy z IBEX-a sugerują, że lokalne, międzygwiazdowe pole magnetyczne silnie oddziałuje z granicami heliosfery, deformuje je i prowadzi do powstania skupisk plazmy. Prawdopodobnie to one są źródłami energetycznych neutralnych atomów, które w niewielkich ilościach docierają do Ziemi.

Układ Słoneczny jest tworem znacznie bardziej skomplikowanym i rozległym niż zbiór kilku planet, o których uczymy się w szkole. Jest tworem pełnym dynamiki – i wielu zagadek, z których część starają się odkryć badacze uczestniczący w misji IBEX.