

Magyar részvétel a Naprendszer űrszondás kutatásában – Szegő Károly-emlékülés

A belső helioszféra kutatása

Belső helioszférának nevezzük a Naprendszer azon részét, amely a legkülső kőzetbolygó, vagyis a Mars pályájáig terjed. A NASA és az ESA számos űrszondával vizsgálta és vizsgálja az itt található égitesteket, továbbá a Napból eredő hatásokat az égitestekhez közvetítő plazmaáramlás, a napszél tulajdonságait. A Nap és a napszél plazmafolyamatainak megismerése és azok hatásainak kutatása munkánk fókuszja. Vizsgáljuk a napközeli térség struktúráit és eseményeit a jelenleg aktív Parker Solar Probe és Solar Orbiter napszondák segítségével. A napszél bolygókra gyakorolt hatásait pedig a jelenleg még úton lévő BepiColombo Merkúr szondával, a már befejezett Venus Express küldetés Vénusznál gyűjtött eredményeivel, valamint számos földi és marsi megfigyeléssel tanulmányozhatjuk. Szegő Károly jelentős eredményekkel járult hozzá ezen terület kutatásához. Előadásunkban bemutatjuk a Mars, a Vénusz és a Merkúr bolygókkal, közvetlen és tágabb környezetükkel, illetve a napszél vizsgálatával foglalkozó űrmissziók néhány fontos és érdekes eredményét.

A Szaturnusz és plazmakörnyezetének vizsgálata – részvétel a Cassini–Huygens űrmisszióban

A Szaturnuszt elsőként hosszabb időn át (2004–2017) vizsgáló Cassini–Huygens űrmisszió nagymértékben gazdagította az óriásbolygók fizikájára vonatkozó ismereteinket. A Wigner Fizikai Kutatóközpont űrkutató csoportjának munkatársai a Cassini Plasma Spectrometer és a Magnetometer méréseinek felhasználásával vizsgálták a magnetoszféra szerkezetét, a plazma összetételét, eloszlását, valamint a különleges Titán holdat és környezetét. A magyar részvétel lehetővé tételében Szegő Károly professzornak meghatározó szerepe volt.

Az üstökös kutatás múltja, jelene és jövője

Szegő Károly munkássága felöleli az üstökös kutatás két legfontosabb megvalósult programját, és a jövő talán legérdekesebb üstökös-missziójának születésében is szerepet játszott. Az előadás a VEGA, a Rosetta és a Comet Interceptor programokat fogja röviden bemutatni.

Az 1980-as években zajló VEGA űrmisszió egyik célja a Nap közelébe 76 évenként visszatérő Halley üstökös közeli vizsgálata volt. A VEGA szondákon a magot követő forgó platformot az űrkutatás történetében először fedélzeti képfeldolgozás alapján vezérelték; a TV rendszert irányító szoftver fejlesztésében, továbbá egy közepes energiájú ion/elektron detektor

és egy plazmaspektrométer készítésében vettek részt a KFKI munkatársai. A Halley üstökös magját a VEGA-1 szonda fényképezte le először közelről. A töltött részecskék méréséből a napszél és az üstökös eredetű ionok kölcsönhatása folyamán kialakuló különböző plazmatartományok és az őket elválasztó határfelületek helyzetét, tulajdonságait vizsgálták. Az ESA Rosetta űrszondája 2014-ben a világon elsőként állt pályára egy üstökös mag körül, illetve hajtott végre leszállást a mag felszínén. A leszálló egység példa nélkül álló helyszíni méréseket végzett a felszínen, a keringő egység pedig végigkísérte az üstökös aktív időszakát az üstökös kómájának és csóvájának megszületésétől az aktivitási maximumon át az üstökös kihunytaig. A programhoz jelentős mértékben járultak hozzá magyar mérnökök és kutatók. A plazmakörnyezet számos tartományára kiterjedő folyamatos megfigyelés egyedülálló új eredményekkel járult hozzá az űrtudományhoz.

Az ESA Comet Interceptor programjában először indul majd űrszonda a célpont ismerete nélkül az űrbe. Az űreszköz egy olyan üstököst látogat meg, amelyik korábban még nem járt a Nap közelében – ezért a célpont kiválasztása előtt indítják, majd az űrben vár a megfelelő égitest felfedezésére. A primitív állapotú üstökös mag felszíni anyaga és morfológiája minden korábbi mérésnél pontosabb ismereteket nyújthat a születő Naprendszerrel. A szondán több magyar részegység is van: a kamera Digitális Feldolgozó (és Adatrögzítő) Egysége, amit a REMRED és SGF Kft. cégek terveznek és építenek a CSFK Csillagászati Intézete közreműködésével, továbbá a hőszigetelés is magyar, az Admatis Kft. révén.

Mit tudunk meg az üstökös magokról az eddigi helyszíni (in situ) űrmissziókból?

A Halley-üstökös magja közeli vizsgálata után több üstököst tanulmányoztak közelről űrszondák és kiderült, hogy mennyire változatos a magok alakja és felszíne. Ez a diverzitás a kialakulásuk körülményei, belső szerkezetük és aktivitásuk, időbeli fejlődésük következménye. Az eddig legrészletesebben vizsgált 67P-üstökös magjáról a Rosetta szonda által szerzett ismereteket foglaljuk össze és az eredményeket összehasonlítjuk az eddig űrszondákkal közelről vizsgált többi üstökös mag tulajdonságaival.

Kémia a jeges égitestek ionokkal bombázott felületén és az ezt modellező kísérletekben

A távoli világűr molekuláris felhőiben és a bolygórendszerekben a kémiai folyamatok jelentős része az anyag jég halmazállapotában zajlik. A szükséges energiát ehhez sok folyamat esetén kívülről érkező bombázó részecskék szolgáltatják. Ezek lehetnek fotonok, semleges és töltött részecskék. Komoly szerep jut az elektronoknak, a csillagokból áramló ionok úgynevezett csillagszél ionjainak és a kozmikus sugárzás részecskéinek. A folyamatokat távolból,

spektroszkópiai módszerekkel követhetjük, de a Naprendszeren belül szerencsés esetben a helyszínre küldött szondákkal is tanulmányozhatjuk, amelyek méréseiben szintén domináns szerepet játszik a spektroszkópia. Az adatok értelmezéséhez elengedhetetlen a folyamatok laboratóriumban történő, kísérleti modellezése is. Nemrég egy ilyen, több gyorsító által kiszolgált laboratóriumi együttes került kiépítésre Debrecenben, az Atommagkutató Intézet gyorsítói mellett. Az előadásban ennek ismertetése mellett néhány eddigi mérés példán kerül bemutatásra a módszer és annak lehetőségei.

Amikor a holdak a magnetoszférán belül mozognak: milyen hatások érik a Jupiter jeges holdjait?

A Jupiter plazmakörnyezete az egyik legérdekesebb plazmalaboratórium Naprendszerünkben. A plazmaforrások és -nyelők tanulmányozása, valamint a Jupiter magnetoszférájának konfigurációjának és dinamikájának megértése kulcsfontosságú a galaxisunk hasonló asztrofizikai rendszereinek megértéséhez. Az egész rendszert plazmaforrások táplálják, amelyek túlnyomórészt a magnetoszférán belülről származnak, külső hozzájárulásokkal. Az Io vulkanikus hold a legerősebb belső forrás, kisebb mértékben járul hozzá az Europa hold és esetleg más holdak, valamint a Jupiter ionoszférája. A Jupiter belső magnetoszférájába ágyazódva a jeges holdak erős kölcsönhatást tapasztalnak a környező plazmával. A Voyager és a Galileo adatai azt mutatták, hogy ezeket a holdakat folyamatosan energikus ionok (H^+ , Cn^+ , On^+ és Sn^+) és elektronok bombázzák a keV és MeV közötti energiatartományban. Ennek az intenzív besugárzásnak a jégre gyakorolt hatása a fő mozgatórugója az égitestek körüli vékony légkörök kialakulásának, és döntő jelentőségű lehet a jeges kéreg alatti óceán tulajdonságainak kialakításában. A felszíni folyamatok részletei és a környezetre gyakorolt hatásuk azonban kevésbé ismertek. Az Europlanet együttműködés keretében a Debreceni Atommagkutató Intézetben ezen folyamatokat, amelyek az élet keletkezése szempontjából is alapvető fontosságúak lehetnek, laboratórium modellezzük a minden részletre kiterjedő megismerés céljából.