

Galileo krónika

A Jupiter kutatása a távcső feltalálásával egyidejűleg kezdődött. 1610-ben Galileo Galilei itáliai csillagász figyelte meg először távcsővel az óriásbolygót és felfedezte négy nagy holdját. A csillagászati műszerek fejlődése és az egyre nagyobb távcsövek egyre pontosabb megfigyelési lehetőségeket adtak. Ennek köszönhetően 1878-ban felfedezték a Naprendszer legnagyobb viharát, a Nagy Vörös Foltot (bár volt olyan csillagász, aki már 1664-ben látni vélte). A fotólemez megjelenése után elkészülhettek az első fényképfelvételek. A spektroszkópia fejlődése és az első színképelemző készülékek megjelenése után megállapítható volt a Jupiter felhőinek összetétele (főleg metánból és ammóniából áll). Azonban az űrkutatás korszakáig ennél sokkal többet nem lehetett kideríteni. Még a 20. század elején sem voltak megbízható elképzelések, hogy mi rejtőzik a vastag felhőtakaró alatt.

A rakétatechnika ugrásszerű fejlődése lehetővé tette különböző műholdak és űrszondák a bolygóközi térbe való juttatását. Ezzel rohamosan megnöttek a bolygókról, köztük a Jupiterről kapott ismereteink. Az első szonda, amely meglátogatta az óriásbolygót, a Pioneer-10 volt, így elkészültek az első közelfelvételek a holdrendszeréről és a bolygóról. A mérések alapján többet tudtunk meg a Jupiterről, mint előtte együttvéve. Az ezt követő űrszondák (Pioneer-11, Voyager-1, Voyager-2, Ulysses) pontosították a megfigyeléseket és számtalan új felfedezést tettek. Azonban a megfigyelések sokkal több kérdést vetettek fel, mint amennyit megválasoltak. Így már csak idő kérdése volt, mikor indul az első olyan űrszonda, melynek elsődleges programja a Jupiter és rendszerének vizsgálata. A szondát Galileo Galilei tiszteletére Galileónak nevezték el. A Galileo rászolgált a nevére, a megfigyelései, mérési adatai legalább olyan jelentőséggel bírnak, mint az olasz csillagász első észlelései.

Az űr- és bolygó kutatás egyik legsikeresebb űrszondája küldetése vége felé jár. A kilövés több éves halasztása, a nagy adatátviteli sebességű főantenna sajnálatos hibája után kevesen gondolták, hogy a Galileo teljesíteni tudja küldetését. A több ezer fotó és a több milliányi mérési eredmény megtöbbszörözte a Jupiterről és családjáról alkotott eddigi ismereteinket. Mivel lassan befejezi működését, ezért érdemes felcseveíteni a Galileo küldetésének fontosabb eseményeit és eredményeit.

1977. Megszülettek az első tervek az űrszondáról.

1986. május 18. Az eredeti tervekben szereplő időpontban a Galileót a Challenger vitte volna Föld körüli pályára, ahol egy folyékony üzemanyaggal működő rakétával indították volna el. Eredetileg két és fél év alatti ért volna a Jupiterhez.

1989. október 18. Az Atlantis fedélzetén elindult a világűrbe, ahol egy szilárd hajtóanyagú rakétával az útjára bocsátották. Ez a rakéta azonban kisebb teljesítményű volt, mint eredetileg tervezett társa, ezért a szondát csak egy hosszú, alkaskaringós úton lehetett eljuttatni a céljához.

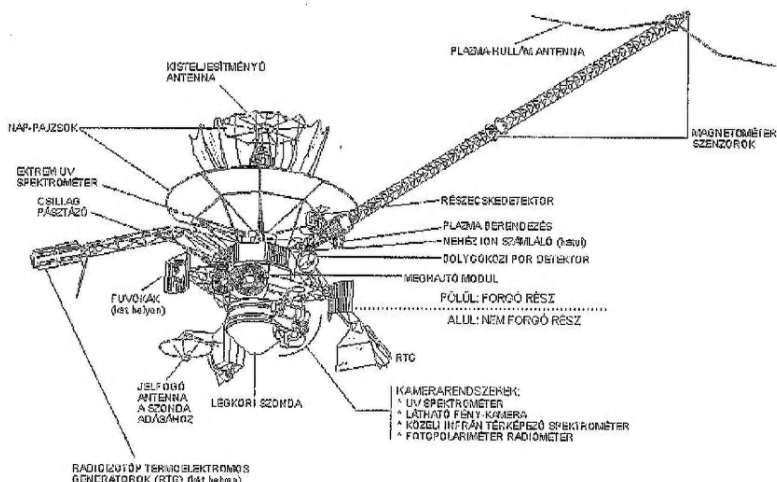
1990. február 10. Az első hintamanővert a Vénusz felhőrétege felett mintegy 15 000 km-re hajtották végre. Próbaképpen először kapcsolták be a műszereket.

1990. december 8. Sor került az első Föld megközelítésre.

1991. április. A főantenna kinyitásakor 3 merevítő beszorult, ezért csak az egyik fele tudott kinyílni. Sajnos az antenna teljesen használhatatlanná vált és a tartalék antennának kellett átvenni a szerepét, ami azonban jóval kisebb teljesítményű. Később az új és hatékonyabb adattömörítési eljárásoknak köszönhetően a tervezett adatmennyiség 70%-át képes lett a Földre továbbítani.

1991. október 29. A Galileo vált az első űrszondává, amely megközelített egy kisbolygót. 1600 km-re suhant el a Gaspra mellett, részletes fotókat és méréseket készített. A várakozásoknak megfelelően a kisbolygó felszíne telis-tele van kráterekkel és barázdákkal. A későbbi feldolgozás kimutatta a Gaspra maradvány mágneses terét.

1992. december 8. Az űrszonda újra visszatért a Földhöz, hogy újabb lendületet vegyen, most már a Jupiter felé. A Föld-Hold rendszerről készült felvételeken felfedeztek egy 2000 km átmérőjű medencét a Hold felszínén.



1993. augusztus 8. Útban a Jupiter felé elsuhant az Ida nevű kisbolygó mellett, mindössze 2480 km-re. A mérések itt is maradvány mágnesességet mutattak ki. A legfontosabb felfedezés az Ida Dactyl nevű holdja volt. Ezzel az Ida vált az első kisbolygóvá, amely körül közvetlen képalkotással holdat fedeztek fel.

1994. július 16–22. Időközben felfedezték, hogy a Shoemaker-Levy-9 üstökös be fog csapódni a Jupiterbe. A Galileo így váratlan feladatot kapott, a becsapódások a Földről nem látszóttak, de a Galileóról igen.

1995. július 13. Pár hónappal azelőtt, hogy leválasztották volna a légköri szondát, a Galileo por-detektora a Jupiter körül tórusz alakú porfelhőt fedezett fel. A légköri egység sikeresen levált a főszondáról.

1995. december 7. A szondapáros megérkezett a Jupiterhez. A légköri egység ugyanezen a napon megkezdte a belépést az óriásbolygó légkörébe. A felhőrétegtől kb. 50 000 km-re egy teljesen új, erős sugárzási övezetet talált. Eközben az anyaszonda 892 km-re elrepült az Io mellett, de fotók és színeképek nem készülhettek a háttértároló hibájából, ami veszélyeztette a légköri szonda adatainak tárolását is. A hibát később sikerült kijavítani. Az Io mellett történt gravitációs mérésekből kiderült, hogy vasmaga és jelentős mágneses tere van.

A légköri egység kinyitotta ejtőernyőjét és megkezdte a süllyedést. Eközben mérte a felhők kémiai összetételét, a nyomást, a hőmérsékletet, a sűrűséget, vizsgálta az energiaviszonyokat, a villámzásokat és a szelek erősségét. A leszállóegység 57 percig tudott működni, majd összeroppant. A szonda 130 km mélyre süllyedt az 1 bar-os szinthez képest. A hélium részaránya feleakkorának bizonyult, mint azt feltételezték és nem találtak bonyolultabb szerves molekulákat sem. A műszerek nem találták a 3-as tagozódású felhőszerkezetet. Eközben a Galileo 216 000 km-re közelítette meg a Jupitert (ez volt a legközelebbi elrepülés a Jupiter mellett az egész misszió alatt) és pályára állt a bolygó körül.

1996. június 25. Elkészítették az első Io-fotókat, több mint 2 millió km-ről. A felvételeken sok vulkán és friss látató mutatkozott, a felszín jelentős változásokat mutatott a korábbi Voyager-képekhez képest.

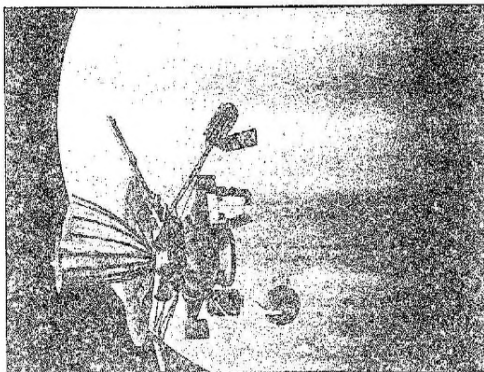
1996. június 27. Az első Ganymedes-megközelítés. A 835 km-ről készült felvételek a viszonylag fiatal Uruk Sulusról és az öreg, barázdált Galileo-régióról készültek. Az elsónél tektonikus mozgásokra utaló repedéseket találtak, míg a másodikat inkább a sok kráter jellemzi. A Galileo felfedezte a Ganymedes mágneses terét, mely részben olvadt vasmagra utal. Felfedezték a hold ionoszféráját és légkört, amely oxigént is tartalmaz.

1996. szeptember 7. A második Ganymedes-elrepülés ezúttal közelebb, alig 262 km-re az északi pólus felett történt meg, és így páratlan lehetőség nyílt a mágneses tér vizsgálatára. A szonda jeleiből sikerült kiszűrni a hold rádiójeleit. A gravitációs mérések értelmezéséből arra lehetett következtetni, hogy a Ganymedes felszínét 800 km-es jégréteg borítja, és a hold belső szerkezete differenciálódott. A megközelítés előtt elkészült az első Amalthea-fotó is.

1996. november 4. A Galileo először repül el a Callisto mellett, 1104 km-re a felszín felett. Ionoszférát találtak e hold körül is, amelyből vékony légkörre lehetett következtetni. A belső szerkezet homogénnek mutatkozik, a fémek mag hiányzik.

1996. december 19. Az első Europa-megközelítésnél a szonda alig 692 km-re suhant el a hold mellett, de még előtte mérte a Vörös Folt hőmérsékletét, melyből később előállították a folt teljes hőtérképét. Eszerint hidegebb, mint környezete, és a közepe magasabban van, mint a széle. Az Európáról készült felvételek a korábban gondoltnál erősebben szabdaltságot mutattak, kevés a kráter, viszont annál több a rianás és a repedés. A rianások mentén sötétebb anyag található, mely a jég repedésénél felszínre törő szilikátos víztől eredhet. Ezen felvételek alapján egyre valószínűbbé vált az a feltevés, hogy az Europa felszíne alatt folyékony óceán, vagy képlékeny jég található. Mágneses teret észleltek e hold körül is, amelynek térerőssége kb. negyede a Ganymedesének.

1997. február 20. Az elrepülés előtt elkészült az első fotó a Thebe nevű holdról és tovább folytatódott az Amalthea kutatása. A második szoros Europa-megközelítés



587 km-re a felszín felett történt. Elkészültek az első felvételek, amelyeken töredezett, óriási jégtáblák látszanak befagyva a felszínbe. Ebből már egyértelműen következett, hogy a felszíni jégréteg nem lehet valami vastag. A jégtáblák mintegy 50–150 méter magasra emelkednek ki a környező szint fölé. A színképelemzés kimutatta, hogy a vékony légkör főleg oxigénből áll, ezzel megerősítve a korábbi Hubble-méréseket.

1997. április 5. Mint minden hold elrepülésénél, most is születtek megfigyelések a Jupiterről és más holdjairól. A Jupiteren forró foltokat figyeltek meg, és fotózták a Thebe, Metis és Amalthea holdakat is. A harmadik Ganymedes-megközelítés kicsit távolabb, 3102 km-re a holdtól történt. Sikerült feltérképezni a hold felszíni kémiai összetételét, és vizsgálták a Jupiter és a Ganymedes magnetoszférájának kölcsönhatását.

1997. május 7. A Galileo felvételeket készített a légköri egység leszállási helyéről és felfedezte a száraz foltokat, ahová a légköri egység is bejuthatott. Ezek a helyeken a szélirány összetartó és lefelé irányuló, ezért víz- és ammóniamentes. A későbbi megfigyelések megerősítették a felhőréteg hármas tagozódását. A Galileo először figyelte meg a Jupiter sarki fényeit a látható tartományban. Rádióokkultációs mérésekkel vizsgálták a Ganymedes roppant ritka légkörének szerkezetét, és felvételek készültek az Osiris boltozatos szerkezetéről és különböző krátermezőkről. Az alapprogram során ez volt az utolsó Ganymedes-közéltetés, 1600 km-re a holdtól.

1997. június 25. A Callisto második megközelítése 415 km magasan a felszín felett. A megfigyelések főleg a Valhalla többszörös gyűrűs szerkezetének vizsgálatára irányultak. Sikeres rádióokkultációs kísérletekkel kimutatták a légkört, amely hidrogénből és szén-dioxidból áll, de találtak benne oxigént is.

1997. szeptember 17. Ezúttal 538 km-re suhant el a Galileo a Callisto mellett. Tovább vizsgálták a légkört és a krátermezőket. A felvételek alapján valószínűsíthető egy kb. 200 km-re a felszín alatt húzódó óceán létezése.

1997. november 6. Az alapprogram utolsó holdközelítése az Europa mellett 2043 km-re történt meg. A megfigyelések elsősorban a Pwyll- és a Mannann'an-kráterről készültek. Formálisan december 8-án kezdődött meg a Galileo űrszonda meghosszabbított programja, a Galileo Europa Misszió (GEM), mely 8 Europa, 4 Callisto és egy vagy kettő Io elrepülést (akkor még nem tudták biztosan) tartalmazott.

1997. december 16. Elkészültek az Európáról a legjobb, majdnem 1 méter felbontású képek alig 200 km messzeségből. Újra fényképezték a Pwyll-krátert, a képek alapján elkészíthetővé vált a pontosabb modellje. Fotózták a káoszterületeket és ún. „forró foltokat” kerestek a felszínen. Ezek a „forró foltok” egyértelműen bizonyítanák a felszín alatti melegebb áramlatok létezését és a belső aktivitást. A felvételeken ház nagyságú jégtömböket és köztük csúszásnyomokat találtak, ami mind arra utal, hogy a jégréteg időnként megreped vagy elmozdul.

1998. február 10. Újabb Europa-megközelítés ezúttal távolabb, 3552 km-re a holdtól. Az elrepülés során csak Doppler-effektuson alapuló méréseket végeztek, amelyekből a hold belső tömegeloszlására lehetett következtetni. Szintén februárban figyelték meg először, hogy a Jupiter két fehér oválisa összeolvadt, létrehozva a Nagy Vörös Folt utáni legnagyobb vihart a Jupiterten.

1998. március 29. Harmadjára 1645 km-re suhant el a Galileo e hold mellett. Tovább folytatódott a két magnetoszféra vizsgálata és az Europa hőterképezésének összeállítása. Vizsgálták a hold légkörének változásait jégvulkánok gőzei után kutatva; egy újabb terület kémiai összetételét térképezték fel.

1998. április 3. Bejelentették, hogy egy teljesen új porgyűrűt találtak a Jupiter körül a Galileo pordetektorának mérései alapján. A gyűrű közel 1 millió km átmérőjű, részecskéi retrográd irányban keringenek. A gyűrű anyaga valószínűleg bolygóközi eredetű.

1998. május 31. A negyedik megközelítésnél a legjobb felbontású képek 2521 km-ről készültek. A felvételek segítenek jobban feltérképezni az Europa ásványi összetételét és geológiáját. Újra fotózták a többi nagy Galilei-holdat is. Vizsgálták a légkör változásait geológiai aktivitás után kutatva. A közeli felvételek főleg a Cilix-kráterről készültek. Időközben az Io belépett a Jupiter árnyékába, így jobban feltérképezhetővé vált a kén-dioxid vulkánok hőmérsékletkülönbsége. Ezen mérések alapján fedezték fel az Io szilikát-vulkanizmusát. E vulkánok kb. 500 K-nel forróbbak földi társaiknál.

1998. július 19. Az ötödik Europa-megközelítés során az űrszonda hibát észlelt és biztonsági üzemmódba kapcsolott, így sajnos az adatok jelentős része elveszett. Szintén július folyamán készültek azok a felvételek a Ganymedesről, amelyek egy lebe-nyes, folyásos alakzat látható, annak bizonyítékként, hogy a holdon valaha létezett jég-vulkanizmus.

1998. szeptember 26. Tovább folytatódott az Europa felszínének ásványi anyag tartalmának feltérképezése, a „forró foltok” keresése, az Io vulkánjainak és a Jupiter felhőinek, öveinek hőmérsékletmérése. Az Europa felszíne felett 3582 km-re repült el a Galileo, programjában szerepelt az Agenor Linea nevű régió fényképezése, mely egy nagy felületi fényességű terület. A megközelítés előtt újra megvizsgálták a két összeolvadt fehér oválit, és mérések készültek a Jupiter magnetoszférájáról is. Az Io légkörében a pólusokhoz közel izzó hidrogéngáz-felhőket találtak, melyeknek eredete kétséges.

1998. november 22. Az utolsó előtti Europa-megközelítés sajnos nem sikerült, mert a Galileót ért erős sugárzás miatt megint biztonsági üzemmódba állt át.

1999. január 31. A GEM utolsó Europa-megközelítése a felszín felett 1439 km-re történt meg. A felvételek a Pwyll-kráterről, az északi pólus környékén lévő egykori jégvulkánokról és egy „foltos” területről készültek.

1999. május 5. A GEM első Callisto megközelítése a négyből, melynek során rendszeresen vizsgálták a Jupiter felhőrendszerének apró változásait, hőmérsékletét, magnetoszféráját és annak kölcsönhatását az Io pályája mentén elterülő tóruszal. A felvételek főleg különböző krátermezőkről készültek. A kráterek morfológiájából és számából meg lehet állapítani a Callisto felszínének korát. A felvételeken a kráterek tövében törmelékanyag található, mely a magasabb területekről csúszott le.

1999. június 30. A Galileo most 1048 km-re közelítette meg a Callistót. Folytatódott a felszíni összetevők meghatározása és a roppant ritka légkör vizsgálata. Részletes méréseket közvetített az Io tóruszáról, a felszín hőmérsékletéről és a vulkánok változásairól. A tóruszban klórt találtak, ami felszíni sólerakódásra, vagy a magmában lévő oldott sóra utal.

1999. augusztus 14. Az utolsó két Callisto-megközelítésnél (az utolsó szeptember 16-án 1052 km-re volt) elsősorban rádióokkultációs mérésekkel vizsgálták a hold légkörét.

1999. október 11. A Galileo először vette közelebről (617 km-ről) is szemügyre az Iót. A felvételeken hihetetlen részletességgel figyelhetők meg a lávafolyások, a vulkánok és a meredek falú lávaképződmények részletei. A közeli megfigyelések a Pele,

a Prometheus és a Pillan vulkánokról készültek, amelyek alapján pontosabban meg lehetett állapítani a láva anyagát és hőmérsékletét.

1999. november 26. A második Io-megközelítés során 300 km-re merészkedett a holdhoz, és tovább vizsgálták az Io és a Jupiter magnetoszférájának kölcsönhatását és a tórusz alakját. Elkészültek a legjobb, 3,7 km-es felbontású Amalthea-felvételek is. Lefotózták az Europa éjszakai oldalát, így fel lehetett térképezni a holdfelszín hőeloszlását melegebb területek után kutatva.

A GEM ezzel véget ért és megkezdődött a Galileo Millenniumi Misszió, melyet először csak január végéig engedélyeztek, később viszont meghosszabbították.

2000. január 3. Az új év rögtön egy Europa-megközelítéssel kezdődött, 343 km-re a felszín felett. A megfigyelések elsősorban a gyenge magnetoszférára és a Callanish-kráter topográfiájának meghatározására irányultak. A korábbiaknál nagyobb felbontással vizsgálták az Amalthea, a Metis és a Thebe holdakat.

2000. február 22. Az egész misszió legközelebbi elrepülése 198 km-re történt az Io felszíne felett. A legjobb felbontás 5 méteres volt. Folytatódott a Jupiter felhőrendszerének és magnetoszférájának kutatása. Az Io felszínén továbbra is megfigyeltek aktív vulkánokat (elsősorban a Lokit), melyeknek hőterképét és kémiai anyagvizsgálatát is elvégezték. Elkészítették a Tohil Mons és a Camaxtli Patera háromdimenziós képét.

2000. május 20. Az eddigi legutolsó hold, amelyet a Galileo megközelített, az a Ganymedes. A holdat 808 km-ről vizsgálta. Rádióokkultációs mérésekkel vizsgálták a Jupiter és a Ganymedes légkörének szerkezetét. Feltérképezték a hold mágneses terének szerkezetét. Fotózták a Ganymedes legrégebbinek vélt alakzatait, a világos és sötét területek határait. Elkészültek az első olyan felvételek, amelyeken az Europa alakzataihoz nagyon hasonló felszíni részeket lehetett megfigyelni. Ez alapján feltételezhető egy a Ganymedes kérge alatti óceán léte.

2000. december 28. A 2326 km-ről történő megfigyelések során a Ganymedes a Jupiter árnyékában tartózkodott, mely jó alkalom volt a hold hőmérsékleti térképének elkészítésére. Vizsgálták a két magnetoszféra kölcsönhatását is.

2000. december 31. A Cassini legnagyobb közelségben a Jupiternél. A közös megfigyelések már októberben megkezdődtek és márciusig tartottak. Az elsődleges program a bolygó magnetoszférájának vizsgálata és a Jupiter-holdak fogatkozásainak megfigyelése volt.

Ha a szonda állapota megengedi, akkor márciusban egy újabb Io-megközelítés következik. 2003-nál tovább azonban nem lehet húzni a kutatási programot, ugyanis addigra mindenféleképpen elfogy a hajtóanyag. A jelenlegi tervek szerint a Galileo becsapódik majd az Io felszínébe, vagy a Jupiter felhői közt ég el.

Eredményei hatására már most tervezik a jövő űrszondáit a Jupiter rendszerébe, melyek főleg az Európát látogatják majd meg. Az első 2003-ban indul majd, és feladata a felszín és a jég réteg vastagságának feltérképezése lesz. Az óriásbolygók kutatása tovább folytatódik a Cassinivel, amely reméljük, hasonlóan szenzációs eredményeket szolgáltat majd a Szaturnuszról és rendszeréről.

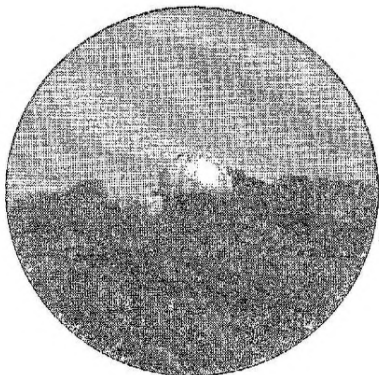
MÉSZÁROS SZABOLCS

A témához kapcsolódó képmellékletünk a 32. oldalon található.

A Galileo-program honlapja: <http://galileo.jpl.nasa.gov>

Ágasvár 2001

július 20–27.



MCSE Ifjúsági Tábor

A Magyar Csillagászati Egyesület Ifjúsági Táborát július 20–27. között tartjuk az ágasvári turistaházban, a 15–19 éves korosztály számára.

Az ifjúsági tábor részvételi díjai: turistaházban, napi háromszori étkezéssel: 19 000 Ft (tagoknak 18 000 Ft), saját sátorban, napi háromszori étkezéssel: 15 000 Ft (tagoknak 14 000 Ft), saját sátor étkezés nélkül egységesen 3500 Ft.

Ágasvár a Nyugati-Mátrában található, 635 m-es tengerszint feletti magasságban. A zavaró fényektől mentes észlelőhely mindenki számára kiváló lehetőséget nyújt a csillagos éggel és a természettel való ismerkedésre. Az egy hét során barátságot kötünk a nyári égbolt látnivalóival, megismerkedünk az észlelési lehetőségekkel, előadásokat hallgunk, ellátogatunk a Piskés-tetői Observatóriumba stb.

Jelentkezési határidő: június 15. Jelentkezés: Magyar Csillagászati Egyesület, 1461 Budapest, Pf. 219., tel.: (1) 279-0429

Az MCSE Csillagásztörténeti Szakcsoportja, a szombathelyi Gothard Amatőrcsillagászati Egyesület és az Armilla Kutatócsoport 2001 augusztusában csillagásztörténeti konferenciát szervez Szombathelyen. A magyarországi csillagászat ezeresztendeje

címmel. A konferencia témája: az elmúlt évezred csillagászati ismereteinek és kutatásainak története; a magyarországi csillagásztörténeti tanulmányok helyzete; eredmények és hiányok a csillagásztörténeti adatgyűjtésben; módszertani kérdések megvitatása.

A konferencia időpontja:
2000. augusztus 24–26.

A konferencia költségei előreláthatóan nem lépik túl a 4–5000 Ft-ot.

Az érdeklődés felmérésének érdekében kérjük azokat, akik a konferencián részt kívánnak venni, hogy szándékukat írásban jelentsék be (név és lakcím pontos feltüntetésével) az alábbi címen: Bartha Lajos, 1023 Budapest, Frankel Leó út 36., tel.: (1) 326-0074

Kérjük, hogy akik előadást vagy beszámolót kívánnak tartani, közöljék azt a fenti címen, az előadás tárgyának néhány soros összefoglalását mellékelve. (Az előadások időtartama 15 perc, a beszámolóké 10 perc.)

Továbbra is várjuk Olvasóink fényképes beszámolóit távcsőépítési tapasztalataikról, szakkörük, klubjuk, csillagvizsgálójuk tevékenységéről, lakóhelyük csillagászati életéről.

Magyar Csillagászati Egyesület
1461 Budapest, Pf. 219.
E-mail: mcse@mcse.hu