

2006 augusztusában és még szeptemberben is tele volt a sajtó „a Plútó lefokozásáról” szóló hírekkel, sőt, a médiában jelentős teret kapott, hogy a „kisbolygóvá való lefokozás” miatt súlyos milliókért kell újraírni egyes földrajz- és fizikatankönyveket.

Annak megértését, hogy a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) 2006. augusztus 24-én Prágában milyen döntést hozott és miért, kezdjük azzal, hogy szó sincs lefokozásról. Lefokozni csak azt lehet, akit elő is lehet léptetni, márpedig a Plútó nem rendőr- vagy katonatiszt, akinek rangját előljárója megváltoztatja. Az újságírói termékenység újabb képtelen hírt hozott létre. Az égitestek különböző osztályai közötti átsorolásról viszont beszélhetünk – és itt csak ennyiről van szó. Az átsorolás nem precedens nélküli dolog, például a Ceresszel is megesett, mint később látni fogjuk.

Planetáris testek

Asztrofizikai szempontból minden olyan égitestet planetáris testnek nevezünk, amelynek tömege 13 jupitertömegnél kisebb. Ennek a meghatározásnak az az alapja, hogy ezekben az égitestekben – sem a belsejükben, sem pedig felszínükön – természetes úton nem indulnak be magfűzős folyamatok, mert ehhez a tömegük nem elegendő. Az ennél nagyobb tömegű égitestekben azonban beindul a magfűző, akár csupán – csillagászati időskálán mérve – egy pillanatra (barna törpék), akár hosszabb időre (csillagok). De szükség van-e a planetáris testek további osztályozására, és ha igen, akkor az milyen legyen?

Először a bolygó fogalma alakult ki, még az ókorban, sőt, minden bizonnyal az írott történelem kezdetei előtt. Eszerint minden olyan égitestet, amely a csillagokhoz képest mozog, vándorló csillagnak (a szó görögül planétának hangzik), magyarul bolyongó csillagnak, röviden pedig bolygónak nevezünk. Hét ilyen volt ismert kezdetben: a Nap, a Hold, a Merkúr, a Vénusz, a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz. *Arisztotelész* óta a hullócsillagokat a Föld légkörében végbemenő jelenségnek tartották (ebben igaza volt), az üstökösöket pedig a Föld kigőzölgéseinek, amelyek a Holdnál közelebb vannak (ebben viszont alaposan melléfogott, de csak 1577-ben derült ki, hogy nincs igaza). A többi csillagot állócsillagnak nevezték – csak 1718-ban mutatta ki *Edmund Halley*, hogy a csillagok is – ha még oly’ lassan is, de – elmozdulnak egymáshoz képest az égbolton. A bolygókról azt tartották, hogy a Föld körül keringenek (egész pontosan egy olyan pont körül, amely a Föld körül kering), s ezt legprecízebben *Ptolemaiosz* fejtette ki Kr. u. 2. században. Ez a bolygófogalom lassan változott annyiban, hogy már nem tartották a bolygókat saját fényvel világító égitesteknek, hanem felismerték, hogy a Nap fényét verik vissza, ezért látjuk

őket. Az ókori próbálkozások (pl. *Arisztarkhosz* vagy *Heraclides Ponticus*) után a 15. században vetették fel komolyan, hogy a bolygók a Nap körül keringhetnek (*Regiomontanus*), sőt, *Nicolaus Cusanus* bíboros azt a gondolatát vetette papírra, hogy minden csillag egy-egy Nap, amelyek körül szintén keringenek bolygók. Ezt a nagyon modern gondolatot teljes egészében csak 1867-re, illetve 1995-re sikerült megfigyelésekkel alátámasztani. 1867-ben kezdte el vizsgálni az angol *William Huggins* a csillagok színképét. Ő és követői megállapították, hogy a csillagok ugyanolyan kémiai elemekből állnak, mint a Nap. Ezzel Cusanus első állítását sikerült bizonyítani. Azt, hogy ezek körül bolygók keringhetnek, először 1995-ben *Didier Queloz* és *Michel Mayor* svájci csillagászok igazolták, felfedezve az első exobolygót, az 51 Pegasi jelű csillag körül keringő Bellerphont.

A bolygófogalom lényeges változása 1543-ban történt, amikor *Kopernikusz* a bolygókról feltette, hogy azok a Nap körül keringenek – kivéve a Hold, amely a Föld körül kering. A Földet ezután tehát ugyancsak bolygónak tekintették. A Nap és a Hold kikerült a bolygók sorából, a Föld holdja pedig a Hold lett (és ez itt nem tautológia, figyeljünk az írásmódra). Kopernikusz tehát nemcsak egy csillagot (a Napot) és egy bolygót (a Földet) fedezett fel, de ő az első holdfelfedező is.

1609-ben a Jupiter körül is fedeztek fel körötte keringő holdakat (*Galilei*) – ezzel legalábbis az a kopernikuszi tétel megfigyelési oldalról nyert igazolást, hogy az égitestek nemcsak egy középpont körül keringhetnek. A Kepler-törvények (1604, 1619) pontos előrejelzést tettek lehetővé, és belőlük – meg a Galilei-féle tehetetlenségi elvből – meg lehetett alapozni a newtoni fizikát (1687). Azóta nyilvánvaló, hogy a bolygók valójában a Naprendszer tömegközéppontja körül keringenek – akárcsak a Nap. Azonban a newtoni fizika alapján levezetett III. Kepler-törvény már lehetővé tette azon égitestek tömegének a meghatározását, amelyek körül kering egy másik égitest (pl. egy bolygó vagy egy Hold). Ebből kiderült, hogy a Nap tömege körülbelül ezerszer meghaladja a Jupiter tömegét, amely a Naprendszerben a legnagyobb tömegű bolygó (pedig a Jupiter tömege is kb. 330-szorosa a Földének), és hogy a Napban összpontosul a Naprendszer tömegének 98%-a. A gravitációs törvény segít nekünk megfelelő meghatározást adni a Naprendszerre is. Eszerint Naprendszeren azt a térrészt értjük, amelyen belül egy égitestre a Nap nagyobb gravitációs vonzóerőt fejt ki, mint a környező csillagok. Ez alapján Naprendszernek a Nap körüli körülbelül 2 fényév (123000 csillagászati egység) sugarú gömböt értjük. Szokás megkülönböztetni belső Naprendszert (a Naptól 100 CSE távolságig) és külső Naprendszert (az előbbi távolságon túli térrész).

Ilyen tömegarányok mellett azonban a Naprendszer tömegközéppontja nem lép ki a Nap belsejéből, tehát szükségtelen módosítani a kopernikuszi definíciót, miszerint bolygó az, ami a Nap körül kering – kivéve az üstökösöket, amelyek napközben csóvát eresztenek és

A 2006. szeptember 26-án Székesfehérváron tartott előadás szerkesztett változata.

a holdakat, amelyek elsődlegesen a bolygók körül keringenek. A 17. század végén írta le először *Jean-Dominique Cassini* az állatövi fényt [1], amelyet már ő maga is helyesen úgy értelmezett, hogy az a Nap körül, a földpálya síkjában vagy ahhoz közel keringő porszemcsékből áll, amely a Nap fényét visszaveri – ez a bolygóközi por. A modern, asztrofizikai értelemben vett planetáris testeket tehát már a 17. század végére bolygókra, holdakra, üstökösökre és bolygóközi porra osztották, és külön kategóriát képviselt a Szaturnusz gyűrűje, amelyet 1655-ben fedezett fel Cassini. Ehhez még vegyük hozzá a meteoroidokat [2], és a Naprendszer legkisebb égitestjeinek osztályozásával készen is vagyunk.

Az Uránusz felfedezése

Az Uránuszt 1781. március 13-án fedezte fel – véletlenül – *William Herschel*. Ez az égitest 84 évente kerüli meg a Napot, átmérője a Földénél négyszer nagyobb (a Jupiter átmérője kb. 11-szer nagyobb a Földnél). Még 1787-ben felfedezője megtalálta két holdját, így tömegét meg lehetett határozni, amely a Földénél 14,5-szer nagyobb. Mérete és tömege alapján bolygó, csak éppen halványasága miatt szabad szemmel nagyon ritkán látszik, folyamatos megfigyeléséhez távcső kell. Így maradt addig észrevétlen az Uránusz, amelyet a Naptól számítva a hetedik bolygónak tekintettek ezután.

Kisbolygók

A bolygófogalmat a 19. század elején kicsit megváltoztatták. Az (1) Cerest, 1801. január 1-jei felfedezését követően, kezdetben bolygónak sorolták be. Hamarosan kitudt azonban, hogy a Ceres mérete (950 km) jóval kisebb az akkoriban ismert többi bolygó közül legkisebb Merkúrénál (4878 km). 1809-ig fedeztek fel további, a Cereséhez hasonló pályán mozgó égitesteket – (2) Pallas, (3) Júnó és (4) Vesta –, amelyek mérete a Ceresével összemérhető, noha annál kisebb volt. A (4) Vesta például 530 km átmérőjű, és a fő kisbolygóöv összességének 9%-a a Vestaiban összpontosul! A szintén 530 km átmérőjű (2) Pallasban pedig 7%. Az első elképzelések szerint egy hipotetikus bolygó (a Phaeton) valamilyen okból (pl. másik bolygóval, üstökössel, holdjával stb. történt összeütközése miatt) szétesett darabjai a négy felfedezett égitest. Ma már úgy gondoljuk azonban, hogy ezek az égitestek nem tudtak összeállni abban a naptávolságban bolygóvá, és eleve nem is érték el a bolygóméretet. A későbbi ütközések pedig tovább darabolták őket.

Herschel ezeket a kisméretű bolygótesteket csillagocskáknak (latin asteroida, magyarosan aszteroida) nevezte el, de a későbbi csillagászok jobban szerették a kisbolygó (angolul minor planet) elnevezést. Kisbolygónak azokat az égitesteket tartották, amelyek az úgynevezett kisbolygóövezetben (a Mars és a Jupiter pályája között) keringenek a Nap körül, és kisebbek a legkisebb ismert bolygónál, a Merkúrénál. A bolygókat ettől kezdve szokás volt nagybolygónak is nevezni. Az üstök-

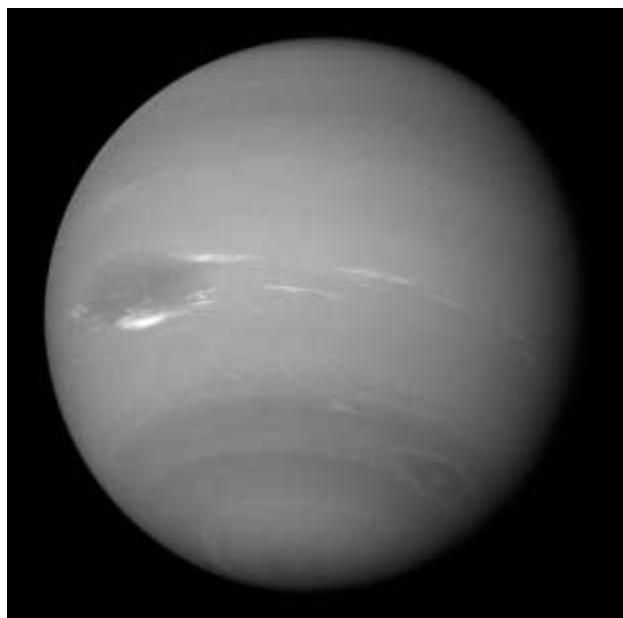
kösköknél kisebb égitesteket pedig meteoroidnak nevezték, ezek a mikrométertől több tucat méterig terjedő égitestek okozzák a hullócsillag-jelenséget. Az ezeknél is kisebb, hullócsillag-jelenséget kis mérete és tömege miatt előidézőni nem képes égitesteket bolygóközi pornak nevezzük.

1845-ben fedeztek fel ismét kisbolygót (az (5) Astraea-t, amely egy körülbelül $167 \times 123 \times 82$ km méretű kisbolygó), és attól kezdve a felfedezések folyamatosan követték egymást. Ma már 130 000-nél is több megszámozott (tehát jól ismert pályájú) kisbolygót ismerünk, számuk azonban ennél bizonyosan több (a becslések szerint 1,1–1,9 millió közötti). A Cereszel később történtek miatt manapság a legnagyobb kisbolygó a (4) Vesta és a (2) Pallas.

A Neptunusz felfedezése

Az Uránusz pályáját természetesen ugyanúgy előre lehetett jelezni, mint a többi bolygóét. A 18. század végére az égimechanika olyan szintre fejlődött, hogy már nemcsak a Nap és a bolygó gravitációs kölcsönhatását tudták figyelembe venni az előrejelzések kiszámításában, hanem a bolygók egymásra gyakorolt hatásait is, az úgynevezett kölcsönös perturbációkat. (Mellékesen, a problémával foglalkozó csillagászok és matematikusok közben kifejlesztették a differenciálegyenletek megoldási módszereinek alapjait.) De míg a többi bolygó úgy mozgott, ahogy az a Newton-törvényekből következett, addig az Uránusz számított és megfigyelt mozgása egymástól eltért. Az eltéréseket egymástól függetlenül *John Couch Adams* és *Urbain Leverrier* egy addig ismeretlen bolygónak tulajdonították, és nehéz számításokat végezve meghatározták pályáját. Míg Adams munkáját Angliában tökéletes érdeklenség övezte, addig Leverrier – az egyébként Adamsénél sokkal pontosabb – számításait Berlinbe küldte. Az általa jósolt helytől alig egy fokra (a telehold átmérője az ég-

1. ábra. A Neptunusz a Hubble-űrtávcsővel készített felvételen





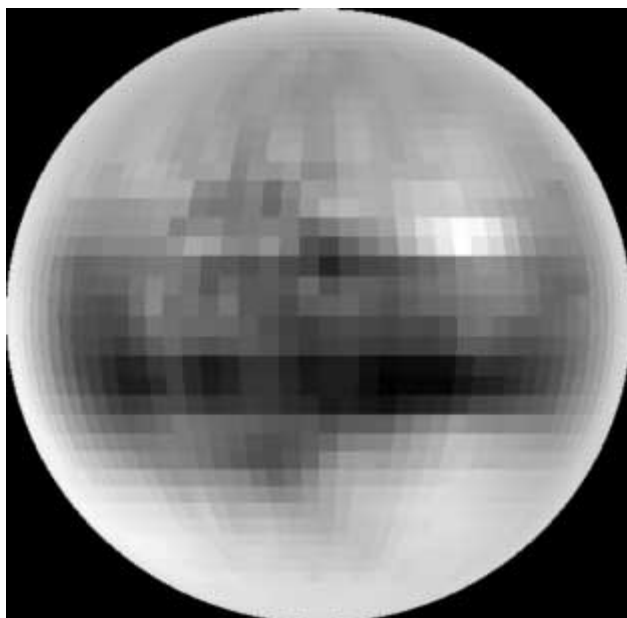
2. ábra. Clyde Tombaugh a felvételek kiértékelésére szolgáló blink-komparátor előtt

bolton fél fok!) *J. Galle* mintegy fél óra leforgása alatt fel is fedezte az új bolygót 1846. szeptember 23-án. A 164 év keringési idejű bolygó a Neptunusz nevet kapta (1. ábra). *W. Lassell* angol csillagász még abban az évben felfedezte legnagyobb holdját, Tritont, amely mintegy hat nap alatt kerül meg az égitestet. Az Uránusz mért és számított mozgásában mutatkozó eltérést a Neptunusz gravitációs perturbáló hatása teljesen megmagyarázta. A Neptunuszt tehát lényegében elméleti úton fedezték fel – ezt tekintjük az égimechanika, és egyben a newtoni fizika teljesítőképessége addigi csúcspontjának.

A Plútó felfedezése

Bár az Uránusz mozgásában helyreállt az összhang az elmélet és a megfigyelések között, most meg a Neptunusz mozgott rosszul: a nyolcadik bolygó nem követte az

3. ábra. A Plútó eddigi legpontosabb térképe



előrejelzett pályát. Kézenfekvő volt az egyszer már bevált módszerhez folyamodni: egy ismeretlen bolygót felelőssé tenni a Neptunusz mozgásában mutatkozó rendellenesség miatt. Többen előre is jelezték ezt a bolygót, sőt *William C. Pickering* több lehetséges bolygót is megadott. *Percival Lowell* amerikai milliomos nemcsak kitanulta az ilyen számítások mesterségét, de pénzt is áldozott az általa a Neptunusz problémájának megmagyarázására szolgáló bolygó megkeresésére. Lowell 1916-ban meghalt, az általa létrehozott alapítványnak az örökösökkel folytatott pereskedései miatt a kutatásra rendelkezésre álló összeg megcsappant, és csak 1928-ra készült el az a 33 cm-es távcső, amellyel a keresési programot a Lowell által alapított Flagstaff Observatóriumban elkezdhetők. A munkára felvett másik amatőr csillagász, *Clyde Tombaugh* (később az egyetemet is elvégezte és hivatásos csillagásszá lett) a Lowell által előrejelzett helyeken nem találta a hipotetikus égitestet, ezért 1929-ben szisztematikus keresésbe fogott az állatöv mentén. A szisztematikus munka 1930 elején hozta meg gyümölcsét, amikor is sikerült találnia egy, a Neptunusz pályáján túl mozgó égitestet (2. ábra). Az új bolygót az akkor 11 éves *Venetia Burney* javaslatára Plútónak nevezték el. Burney-ről nevezték el egyébként a 6235-ös sorszámú kisbolygót, és érdekességként említhető, hogy e kislány nagyapja adott nevet a Mars 1877-ben felfedezett két holdjának, a Phobosnak és a Deimosnak.

Problémák a Plútó körül – a Neptunusz-rejtély megoldása

A Plútó felfedezésekor a Lowell által megadott pozíciótól 10 fokra volt, és ez alapján az égimechanikusok úgy vélik, hogy Tombaugh nem Lowell bolygóját találta meg. Sokáig azt gondolták ugyanis, hogy a Neptunusz mozgásában a számított és a megfigyelt helyzetek közötti különbségért egy mintegy hét földtömegnyi bolygót kell felelőssé tenni. A Plútó pályája azonban nem hasonlít egyetlen olyanra sem, amelyet ennek az eltérésnek a magyarázatára adtak meg, tömege pedig nemhogy hétszerese, hanem csak ezrede a Földének. A Plútó tehát tömegét tekintve túl kicsinek bizonyult ahhoz, hogy a Neptunusz mozgásában mutatkozó rendellenességet magyarázza, így felfedezése sem a Neptunusz pályaháborgásai megmagyarázásának következménye.

A Neptunusz tömegét nehéz volt meghatározni, mert holdja, a Triton, hiába a Naprendszer egyik legnagyobb holdja, óriási földtávolsága miatt meglehetősen halvány. Második holdját, a Nereidát 1949-ben találta meg *Gerard P. Kuiper*, és ez még halványabb, márpedig a halvány dolgokat nehéz mérni a csillagászatban. Sokkal később kiderült, hogy a Neptunusz tömegét kezdetben helytelenül határozták meg. Pontosan csak 1989-ben sikerült megállapítani, amikor a Voyager-2 űrszonda elhaladt a bolygó mellett, és pályaváltozásaiból ki lehetett számolni a bolygó tömegét. A Neptunusz mozgásában az eltéréseket a hibás számítások okozták, amelyek végső oka az egyik nagyon fontos bemenő paraméter, a Neptunusz sokáig pontatlan tömegértéke volt.

A Plútó átmérőjét kezdetben körülbelül 10 000 km-nek hozták ki, amely elég tekintélyes méret: nagyobb a Merkúrnál és a Marsnál is, és csak körülbelül 20%-kal kisebb a Földnél. Joggal gondolták tehát kezdetben és még sokáig, hogy nagybolygót találtak. Az 1950-es években végzett újabb vizsgálatok a bolygó átmérőjét 5000 km-re „csökkentették”, a végső eredmény pedig csak az 1980-as években született meg. Kiderült, hogy átmérője mindössze 2300 km, azaz kevesebb, mint fele a Merkúrénak, a legkisebb addig ismert nagybolygóénak, de még mindig mintegy két és félszer nagyobb, mint a Ceres, az akkor ismert legnagyobb kisbolygó mérete. A főként jegekből álló, kis átlagsűrűségű Plútó tömege inkább a nagyobb kisbolygókéhoz áll közel, semmint a többi, kisebb nagybolygókéhoz (3. ábra).

Átmeneti objektumról lenne szó? Csillagászati szakkörökben, vagy éppenséggel az egyetemeken az 1990-es években már kisbolygóként említették a Plútót, amelyet inkább csak a hagyományok tisztelete miatt sorolunk be a nagybolygók közé – ehhez azért még kellett némi bátorság is akkor. Még ma is sokan szeretnék, a hagyomány miatt, nagybolygónak tekinteni a Plútót [3].

Új kisbolygóövezet a Naprendszer peremén

Már 1948-ban megjósolták, hogy a Neptunusz pályáján túl is kell lennie egy kisbolygóövezetnek, amely tény a Naprendszer keletkezési elméletéből következne. Csak 1992-ben sikerült megtalálni e kisbolygóövezet első tagját, az (5040) Pholus kisbolygót. Ezt a Neptunusz pályáján túli kisbolygóövezetet *Kuiper-öv*nek nevezzük. Azóta már körülbelül ezer kuiper-övbeli kisbolygót találtak. Ezek közül az egyikről, a három évvel ezelőtt felfedezett 2003 UB₃₁₃ ideiglenes nevű kisbolygóról kiderült, hogy mérete körülbelül a Plútóéval egyező. Sőt, esetleg nagyobb is nála. A Naprendszer tizedik bolygója lenne? A legtöbb csillagász úgy gondolta, hogy a Plútó, amely főleg jegekből áll és sűrűsége nagyon kicsi, tömege alapján inkább csak kisbolygó. Ha ez igaz, akkor a 2003 UB₃₁₃ is csak kisbolygó. A Nemzetközi Csillagászati Unió éleslátását bizonyítja, hogy ezt a Plútó pályáján túli égitestet Erisről nevezték el, aki a görög mitológiában a viszály istennője. A név világosan utal arra, hogy mennyi vita volt a 2003 UB₃₁₃ körül... Megtalálói a bolygófelfedezés dicsőségét szerették volna maguknak megszerezni, a vitákat ezért nem kevés személyeskedés jellemezte a háttérben, majd a nyilvánosság előtt is.

Méretbeli eloszlás

A problémákat azonban a személyeskedésen túl tudományosan is meg lehet közelíteni – igazából ez lenne a megfelelő hozzáállás. (De ki tud lemondani a bolygó-felfedezéssel járó hírnévről!?) A Naprendszerben található planetáris testek méretbeli eloszlását vizsgálva az tűnik ki, hogy a legnagyobbtól (a Jupitertől) a legkisebbekig (az állatövi fény porszemcséiig) az átmenet teljesen folyamatos, minden mérettartomány ki van

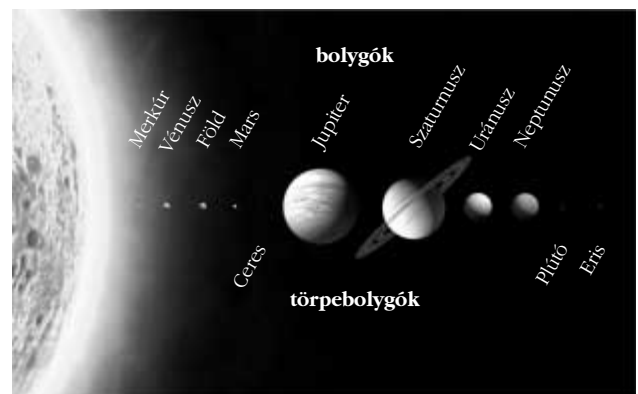
töltve. Sőt, az az állítás is igaz, hogy a csillagoktól lefelé, a barna törpéken át, a más csillagok körül megismert bolygókat is tekintetbe véve, teljesen folyamatos a méretbeli átmenet a legkisebb bolygóközi szemcséig – bár fizikai és csillagászati tulajdonságaikban óriási változások történnek, egyedül a méret alapján nem lehet különbséget tenni bizonyos objektumok között. Egy kései M típusú csillag, amely százszoros jupitertömegű és magjában hidrogénfúzió folyik, ugyanakkora méretű, mint maga a Jupiter vagy egy barna törpe! Tehát a planetáris testek körében is érdemes lehet a méreten kívül más tulajdonságokat figyelembe venni a viták eldöntésénél. A planetológusok ezeket a pálya jellemzőjében és abban találták meg, hogy az égitest hidrosztatikai egyensúlyban van vagy sem.

A vita és a döntés

A vitát az IAU 2000. évi, Manchesterben tartott közgyűlésén nem sikerült véglegesen rendezni (ott úgy határoztak, hogy a Plútó, a hagyományok miatt, maradjon nagybolygó). A 2006. évi, prágai közgyűlésre maradt a döntés. Az elsőként benyújtott határozatterv nem nyerte el a résztvevők tetszését. A vita a döntés napját megelőzően is folyt, sőt, a döntés előtti percekben sikerült csak megszövegezni a véglegesen elfogadott javaslatot – az ilyen eljárásról aligha hihetjük, hogy átgondolt és megfontolt határozattervet képes letenni az asztalra.

Az előző fejezet végén említett ismérvek alapján végül úgy döntöttek, hogy kisbolygó az, ami elsődlegesen a Nap körül kering (tehát nem holdja egyetlen másik égitestnek sem), és – a hidrosztatikai egyensúlytól távol esvén – alakja szabálytalan. Törpebolygó és nagybolygó az, ami elsődlegesen a Nap körül kering (tehát nem hold), hidrosztatikai egyensúlyban lévén pedig alakja gömb vagy ahhoz közeli. A nagybolygók pályájuk térségét megtisztították a velük rezonanciában (ennek jelentését lásd [3]-ban) nem álló kisbolygóktól: azaz például a Jupiter pályáján keringhetnek vele egyenlő keringésidejű, 1:1 napi középmozgás rezonanciában lévő kisbolygók (a trójaiak), de pályája mentén más kisbolygókat nem találunk. A törpebolygók tömege viszont nem elegendő, hogy a pályájuk térségét megtisztítsák a nem rezonáns kisbolygóktól, ezért ők a kisbolygóövezetekben keringe-

4. ábra. A Naprendszer bolygói és törpebolygói



nek. Három égitest került a törpebolygók közé: a Ceres, a Plútó és az Eris (4. ábra). Árulkodó jel, hogy ezeket a döntés szerint a kisbolygók között kell nyilvántartani, nem lesznek külön katalogizálva...

A döntés utóélete

A döntést az IAU mintegy tízezres tagságából körülbelül háromszázan rögtön kifogásolták, jelezve, hogy nem értenek egyet a fenti definícióval. Az aláírók mind egy nemzetből származnak – a következtetéseket a petíció szövege ismeretében mindenki vonja le maga [4]. Még tüntetésekre is sor került a Plútó nagybolygó státusban maradása érdekében – ez kevéssé tudományos érv a Plútó nagybolygókénti osztályozása mellett.

A csillagászok többsége biztosra veszi, hogy 2009-ben a Rio de Janeiro-i közgyűlésen a vita folytatódik – mivel

ez a definíció sok csillagászt így nem elégít ki. Amíg a döntés érvényben van, izlelgessük a törpebolygó fogalmát. Ahogy *Mike Brown*, az Eris törpebolygó felfedezője mondta: „... tekintve ezt az egész őrült cirkuszt, valahogy a helyes válaszba botlottunk. (...) A tudomány nyilvánvalóan önjavító módon működik, még ha néha erős érzelmek vannak is benne.” [5]

Irodalom

1. KISS CSABA, ÁBRAHÁM PÉTER: *Az infravörös égi báltér* – in: Csillagászati Évkönyv 2004, 216–233.
<http://www.konkoly.hu/evkonyv/infra/infra.html>
2. CSIZMADIA SZILÁRD: *Meteorcsillagászat* – in: Meteorcsillagászati évkönyv 2004, 249–273.
<http://www.konkoly.hu/evkonyv/meteor/meteor.html>
3. BOTH ELŐD – *Természet Világa* 2006/10 (2006) 455
4. http://hirek.csillagaszat.hu/pluto/20060907_pluto_134340_2.html;
KISS L., SÁRNECZKY K.: *Nagybolygóból törpebolygó: (134340) Pluto* – *Meteor* 2006/10 (2006) 3
5. *New York Times*, 2006. aug. 24.

NAGY ÉGBOLTFELMÉRÉSEK A CSILLAGÁSZATBAN

Szabó M. Gyula
SZTE Kísérleti Fizikai Tanszék

Bár a laboratóriumi fizika és az asztrofizika ugyanazt a tudományos alapot és nagyjából ugyanazt a tárgyalásmódot használja, megfigyelő módszereik gyökeresen különböznek egymástól. Ennek oka egyszerű: egy ideális laboratóriumban pontosan ismert és hangolható körülmények között elvileg tetszőleges számú kísérlet végezhető, az asztrofizikai megfigyelések alapja viszont azon szörványosan és véletlenszerűen bekövetkező jelenségek összessége, amelyeknek a pontos körülményeit is a jelenség lefolyásából kell kikövetkeztetnünk. Sőt, a megfigyelés szempontjából elegendően gyors lefolyású folyamatok a csillagászatban ritkák. Ezért nem egy esetben fontosabb lehet a megfigyelt jelenség körülményeinek jellemzése, mint magának a jelenségnek a pontos leírása.

Nyilvánvaló, hogy ehhez a kiszemelt jelenség igen sok bekövetkezését kell vizsgálnunk. A megfigyelt jelenségeket rendszerbe állítva fejleszthetjük tovább világképünket. Ennek két különböző módszertani megvalósítása:

1. *válogatott egyedi objektumok részletes vizsgálata*, beleértve a jelenséget befolyásoló paraméterek és a teljes környezet minél pontosabb megfigyelését és értelmezését;

2. *nagyszámú objektum áttekintő jellegű vizsgálata* egyetlen fontos, jól megfigyelhető tulajdonság segítségével. Mivel a második típusú vizsgálatok igen nagy éterület, nemritkán az egész látható égbolt előre meghatározott terv szerint való „végigszelését” jelentik, e stratégiát szokás a *nagy égboltfelmérés* fogalmával jelölni.

A csillagászati vizsgálatok e két megközelítése, az egyedi objektumok részletes megfigyelése és az égboltfelmérés, természetesen nem kizárja, hanem kiegészíti egymást. Min-

dig lesznek kérdések, amelyekre nem lehet égboltfelméréssel válaszolni, és mindig lesznek olyan problémák is, amelyeket *csak* égboltfelméréssel lehet megoldani. A két módszer közti különbség elsősorban ott érhető tetten, hogy az égboltfelmérések gyakran általánosságban fölvethető kérdésekhez és általános összefüggések fölismeréséhez vezetnek, a kérdésekre a részletes válaszokat viszont az egyedi objektumok vagy jelenségek részletes vizsgálatától, és minden megfigyelhető paraméterre kiterjedő, módszeres összehasonlításától várhatjuk. A jelenkor legnagyobb égboltfelmérési vállalkozását, az LSST (Large Synoptic Survey Telescope) üzembe állítását irányító *Zeljko Ivezić* hasonlatával élve: egy égboltfelmérés olyan, mint a házi orvos: áttekint a „leleteket”, abból következtet az általános állapotra, és a speciális folyamatokat is a „nagy egész” szempontjából értékeli. A diagnosztikai gyanút megfogalmazza, és a beteget szakorvoshoz küldi. Ahogy nyilvánvaló, hogy a beteg megfelelő ellátáshoz mindkét szakember munkájára szükség van, ugyanúgy van szükség a nagy fölmérések és a részletes kutatások együttes alkalmazására a modern csillagászat módszertanában.

E cikk célja, hogy áttekintést adjon az égboltfelmérések módszereiről, a jelen és a jövő programjairól, és ezeken keresztül bemutassa a mai csillagászati kutatások néhány kiemelkedő jelentőségű eredményét.

Az égboltfelmérések tervezése

Az égboltfelméréseket technikailag néhány paraméterrel össze lehet foglalni. Ezek közül a legjellemzőbb a felmérés *bullámhossza*. Ez általában egy közepes vagy széles $\lambda \pm \Delta\lambda$ hullámhossztartományt jelent, a vizsgált elektro-

Az OTKA T042509 és a Magyar Zoltán Felsőoktatási Közalapítvány támogatásával.