

A csillagászati fordulat éve: 1610

A Csillaghírnök

Az égi jelenségeket az 1609–1610-es évekig csak puszta szemmel vizsgálhatták. Az igazán nagy fordulat akkoriban történt a csillagászatban. Akkor találtak fel egy olyan eszközt, amelynek égi használatától az égbolt kinyílt. Rajta átnézve minden nagyobb lett, sosem látott égi objektumok kerültek a szemünk elé.

Az új eszköz a teleszkóp volt, ahogyan magyarul ma mondjuk: a távcső. Ismerjük a távcső előtörténetét, a feltalálásának több résztvevőjét és helyszínét: Hollandiát, Angliát, Itáliát. A szereplők egyike volt Galileo Galilei a Velencei Köztársaságban. Hallomásból elkészített és összerakott egy távcsövet, és 1609. augusztus 21-én nyilvános távcsöves bemutatót tartott a velencei érdeklődőknek. A műszere közel hozta a távoli tárgyakat, azok nagyobbak és részletesebbnek látszódtak. Egy távolról közeledő hajót hamarabb lehetett azonosítani, így már kereskedelmi és katonai hasznossága is felmerült.

Galileo Galilei aztán tudós kíváncsiságból az égre fordította a távcsövet és látta, hogy az ég is más. Ez évezredek óta ismert és változatlan csillagos ég a műszerben más képet mutatott. A csillagképek és csillagalakzatok nemcsak nagyobbak lettek, hanem újabb, sosem látott csillagok jelentek meg műszere látómezejében. Úgy érezhette magát, mint 1492-ben Kolumbusz, akinek egy ismeretlen kontinens szigetvilága között hajózva mindennap számos sziget felfedezése és fel-

térképezése adatott meg. Amikor pedig az évezredek óta ismert hét bolygó (ahogyan akkoriban sorban következtek: Hold, Merkúr, Vénusz, Nap, Mars, Jupiter, Szaturnusz) valamelyikét vette célba Galilei, azokon és azok mellett különös dolgokat látott. Olyasmiket, amelyeket Kopernikusz 1543-ban megjelent csillagászati könyvében olvasot-

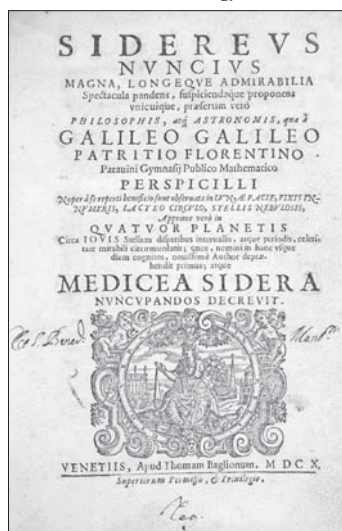
takkal hozhatott kapcsolatba. Azon elmélet szerint a Nap van középen és csak hat bolygó kering körülötte (Merkúr, Vénusz, Föld, Mars, Jupiter, Szaturnusz). Csakhogy a 66 évvel azelőtt leírt elmélet igazolására nem sok bizonyíték akadt.

Másnak is eszébe jutott, hogy távcsövet állítson össze, és az égitestek felé irányítsa az eszközt. Legelőbb egyiküket, egy Thomas Harriot nevű angolt meg kell említenünk. Harriot 1609 nyarán már a Holdat vizsgálta, és a távcsőben látottakat le is rajzolta. Azonban feljegy-

zéseit eltette magának, és nem tette közzé sehol.

Nem úgy Galilei! Ő felfedezései és felismerései közben már a közzétételre gondolkodott, ezért naplószerű jegyzeteket készített a történekről. Arról, hogyan jutott a tudomására a távcső elve, hogyan készítette el első távcsöveit, miket vett vizsgálat alá és milyen felfedezéseket tett az égen.

Amikor első eredményeit már elegendőnek látta, akkor a leíratait letisztázta és kinyomtatatta. Ennek a könyvnek a Sidereus Nuncius (Csillaghírnök) címr adta. Ez a kötet



550 példányban, Velencében jelent meg 1610 márciusában, éppen 400 évvel ezelőtt.

Az 1609 utolsó és 1610 első hónapjaiban látottakat Galilei feljegyezte, értelmezte és nyilvánosságra hozta. Galilei eljárása tehát rögtön példamutató a ma amatőr csillagászainak. Nem elég távcsővel szemlélni az eget, hanem észleléseinket fel is kell jegyezni. Nem elég rögzíteni az észleléseket, hanem azokat be is kell küldeni, hogy nyilvánosságra kerülhessenek.

A távcsöves csillagászat ezzel megkezdődött. A csillagászat távcsöves korszakának legelső könyvét érdemes kissé tüzetesebben megnéznünk. Elég vékony a kötet, csak 55 oldalas. A mű hosszú címének lényege: Sidereus nunciuss magna, longueque admirabilia spectacula pandens, suspiciendaque proponens unicuique, praesertim vero ... perspicilli nuper a se reperti beneficio sunt observata in Lunae facie, fixis innumeris, lacteo circulo, stellis nebulosis, apprime vero in quatuor planetis circa Iovis stellam disparibus intervallis, ... atque Medicea sidera nuncupandos decrevit. MDCX. (Csillag-hírnök amely újonnan, az új távcső jóvoltából szer-

zett megfigyeléseket tartalmazza és ismertet a Hold arculatáról, a Tejútról és a ködös csillagokról, valamint számtalan állócsillagról, nem kevésbé a Medici-csillagoknak nevezett négy planétáról, melyeket sosem láttak azelőtt. 1610.)

Szövege latinul, az akkori világnyelven íródott. A mű előszava Cosimo Medicinek Toszkána nagyfejedelmének ajánlva Padovában kelt, 1610. március 12-én. Ismerteti, hogy mintegy 10 hónappal ezelőtt jutott tudomására a távcső híre. Azt is leírja, hogy a híradás alapján miként készített magának egy, majd további távcsöveket. Első távcsöve háromszorosan nagyított, a második nyolc-

szorosan, a harmadik harmincszorosan. (Az utókor vizsgálatai állapították meg, hogy 10-szeres, 14-szeres, 18-szoros, 20-szoros, 27-szeres, 35-szörös nagyításokat volt képes távcsöveivel elérni. Az objektívek átmérője 37, 51, és 58 mm-es volt, de például a legnagyobb 38 mm-re kellett szűkítenie, hogy jó képet kapjon.) Aztán Galilei leírja azt, hogy az ég felé fordította távcsöveit, majd ismerteti a legutóbbi két hónapban az égen tett felfedezéseit.

A Sidereus Nunciuss immár magyar nyelven is olvasható, hiszen Csaba György Gábor 2008 nyarán lefordította Galilei könyvét és azt 2008 novemberében a Meteor csillagászati évkönyv 2009-ben a Magyar Csillagászati Egyesület közkinccsé tette. A nagy hatású mű pompás stílusát így anyanyelvünkön élvezhetjük. A csillagászat iránt érdeklődőnek ez olyan fontosságú, és olyan érzelmeket keltő, amint ötszáz évvel élt elődeinknek volt az, hogy a Biblia szövegét először magyar nyelven olvashatták!

Galilei könyvében csak három felfedezést ismertet. Az első amit a Holddal, a második amit az állócsillagokkal, a harmadik amit a Jupiterrel kapcsolatban tett. Észlelései így is hetekig, hónapokig tartottak, és nyilván közben még más is láthatott. A nyilvánosságra hozatal kényszere sürgette, hogy amiben bizonyos volt, azt máris közzétegye. Aligha véletlen, hogy mind a három közzétett felismerése a kopernikuszi világkép megerősítését jelentette.

Első felfedezése a Holdra vonatkozott. Eddig úgy tudták, hogy bolygó, mégpedig az örök, változatlan bolygósférák egyike, a bolygók sorában az első. Élesen eltér a Hold alatti világtól, amely változékony, mulandó, bűnös. Eltér a Földtől, amelyen tengerek és kontinensek, hegyek, hegyláncok, völgyek és sík vidékek váltakoznak. Galilei távcsöve

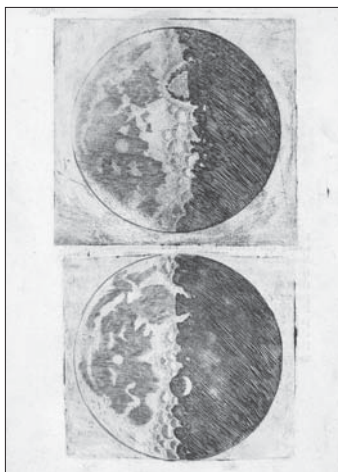


viszont meglepetésként azt mutatta: a Hold a Föld szakasztott mása, a Holdon is vannak hegyek, hegyláncok, völgyek és tengernek tűnő sík vidékek. Amint a könyvben írja: „a Hold felszíne bizony nem lapos és mintegy kisimított, hanem érdes és egyenetlen; és mint maga a Föld felszíne is, jelentékeny magaslatokkal, mély gödrökkel és törésekkel zsúfolva van mindenfelé.” (A cikkben a Galileitől származó minden idézetet Csaba György Gábor fordításában közöljük.) Kis távcsövével is meglátta a hegyek által vetett árnyékokat, amelyek az éjszaka során rövidültek vagy hosszabbodtak, ahogy a Nap magasabbra, vagy alacsonyabbra jutott a holdi tájakon. Kezdetleges

képalkotású távcsöveiben látta a holdi terminátoron fénylő pontként megjelenő hegycsúcsokat, amelyek órák alatt megnövekednek, majd a napsütötte részhez csatlakoznak. Persze ehhez sokáig, az éjszakák folyamán több órán át kellett figyelnie a Hold egyes részeit. Amiként a mai távcsöves bemutatók is az első negyed körüli időpontokat kedvelik, úgy Galilei is „az újhoid utáni negyedik vagy ötödik napon” kezdve látta vizsgálatra legalkalmasabbnak a látványt. Mivel akkoriban az újhoid 1609. október 27-én, 1609. november 26-án, 1609. december 26-án és 1610. január 25-én következett be, Galilei első holdi megfigyelései rendre 1609. október 31-én, 1609. november 30-án, 1609. december 30-án és 1610. január 29-én kezdődhettek, és aztán tarthattak az utolsó negyed utáni napokig.

A Csillaghírnök nagy terjedelemben és rajzokkal illusztrálva a Holdon észlelt látványt ismerteti. A szabad szemmel is látható sötét foltokat síkságoknak látja, amelyeket alig tör meg egy-egy magányos hegycsúcs, amelyek hosszú árnyékokat vetnek a lapos szögben érkező napfényben. Próbálja észleléseiből

kiszámítani a holdi hegyek magasságát, és azokat a földi hegyeknél is magasabbnak találja. A világos területeket viszont lyukakkal, kör alakú mélyedésekkel teleszórtnak észleli, és ezek nagy számát említi. Galilei számos hasonlóságot talál a Föld és a Hold között, ami alapján a Föld is hasonló égitest lehet, mint a Hold. Mindkettő gömb alakú, mindkettő felszíne tagolt, mindkettő a Nap fénye által megvilágított, mindkettő fázisokat mutat. Kölcsönösen egymásra is vetnek fényt, ez néha a földi holdvilágos éjszakákat, néha a holdi földfényes éjszakákat jelenti, utóbbi a Hold hamuszürke fényének magyarázata. Mindezt Galilei sok évvel ezelőtt



„sok bizalmas barátunknak és tanítványunknak” így magyarázta, de most a távcső segítségével még nyilvánvalóbbá vált. Ennyi hasonlóság után bizonyos: ahogy a Hold is égitest, úgy a Föld is égitest!

Második felfedezése az állócsillagok világára vonatkozott. Eddig a legkülső égi szféráról és csillagainak mibenlétéről nem sokat tudtak. A csillagok helyzetében, a csillagképek alakzataiban az emberi történelem kezdete óta nem történt vál-

tozás (Hold alatti, azaz légköri jelenségnek nevezték a néha megjelenő üstökösöket és annak tartották az 1604-ben feltűnt új csillagot is – melyet Galilei is észlelt). A csillagos ég felé fordítva távcsövét, Galilei lelkesen írja: „Hiszen valóban nagy dolog, hogy az állócsillagok sokaságához, amelyeket természetes lehetőségeink által a mai napig megláthattunk, még megszámlálhatatlanul sokat adtunk hozzá, és tártunk szemünk elé, olyanokat, amelyeket eddig senki sem látott, és amelyeknek száma az eddig feljegyzettekét több mint tízszeresen felülmúlja.” A csillagok száma valóban meg sokasodott, azonban természetükre nem derült fény.

Galilei kissé családottan ismerteti, hogy „Először is figyelemre méltó, hogy a csillagok ... amikor távcsővel nézzük, sosem látszik olyan arányban nőni, mint amennyire megannyibodik a többi objektum” és utána, hogy „Említésre méltónak látszik továbbá a bolygók és csillagok látványa közti különbség. A bolygók ugyanis kicsiny, pontosan kör alakú és lekerekített gömböknek mutatkoznak, és mintha mindenütt fényvel elárasztott holdcáskák lennének, kicsiny korongot mutatnak. Az állócsillagok viszont sohasem látszanak kör kerülettel határoltnak, hanem bizonyos köröskörül csillogó sugarakkal vibrálnak és nagyon szcintillálnak; a mondott formát mutatják távcsőben is, amelyet szabad szemmel nézve...”. Azaz a csillagok a távcsőben is csillagoknak látszanak.

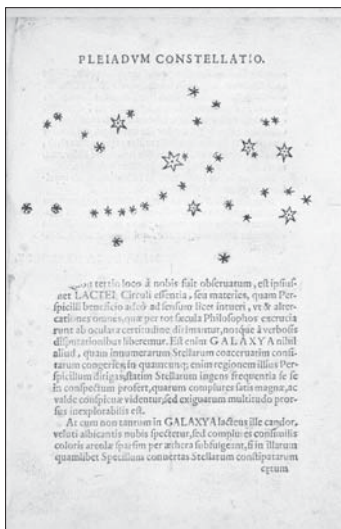
Mai távcsöves bemutatóink közben ez gyakran felmerülő kérdés. A nagyközönség kíváncsi, hogy milyen nagy nagyságú távcsővel láthatnák már korongnak és részletekkel megjelenőnek a csillagokat. A magyarázatunk persze az, hogy ezek olyan hatalmas távolságban vannak, hogy minden távcső pontoszerűnek mutatja a csillagokat. A csillagokat távcsővel elsőként megcélzó Galilei persze nem értette a dolgot. Ha a Nap, a Hold és minden bolygó kiterjednek tűnik, egészen a Szaturnuszig, akkor a Szaturnusz után következő égbolt objektumai miért nem ilyenek? Csak ismertettem ezt a különbözőséget és megelégszik azzal, hogy a távcső sokkal fényesebbnek mutatja az ismert csillagokat, valamint azzal, hogy a távcsővel szabad szemmel sosem látható csillagok láthatók. Ráadásul utóbbiak igen nagy számban figyelhetők: „És bizony, a hat magnitúdós csillagok alatt, a távcsővel olyan sokaságát fogod látni más, szabad szemmel észlelhetetleneknek, hogy az szinte hihetetlenül sok.”

len, többet ugyanis, mint amennyit a többi hat magnitúdóig láthatsz.”

Galilei az 1609 végi, 1610 eleji égbolton keres néhány kiterjedt alakzatot és ködös objektumot és azokat vizsgálta távcsöveivel. Az Orion, a Bika, a Rák és a téli Tejút volt éppen előtte. Először nekiállt lerajzolni a távcsőben látható egyik csillagképet: „Először úgy határoztam, hogy az egész Orion csillagképet rajzolom le; ám a csillagok hatalmas tömegétől, idő hiányában, visszariasztva, más alkalomra halasztottam, hogy ehhez fogjak.” Ezért csak azt a területet rajzolta le, amely az Orion övének három csillaga és az Orion törének hat csillaga között vannak.

Távcsövével itt 80 további csillagot fedezett fel. Aztán a Bikában a Fiastyúkot (Plejádok, ma M45) vette célba, és hat szabadzemes csillag mellé további 36-ot rajzolt. Az Orion fejénél néhány csillag alkotta ködös foltból 41 csillagot számolt távcsövével. A Rákban a Jászol (Praesepe, ma M44) ködösségét több mint 40 csillagocskának látta. Mind a négy észleléséről rajzot is közöl a Csillaghírnökben. Természetesen ezek a mélyéj-objektumok ma is kedvelt célpontjai téli távcsöves bemutatásainknak.

Harmadik felfedezése a Jupiter bolygóhoz kapcsolódott. Távcöve arra nem volt alkalmas, hogy magán a bolygón meglasson bármi részletet. A mai távcöveinkben olyan szembeötlő lapultságot és a felhősávok egyikét sem látta. Felfedezése a Jupiter körüli négy csillag, azaz a négy jupiterhold észrevételét jelentette. A Jupiter 1609 decemberében volt oppozícióban, 1610 januárjában már naplemente után jól látszott. Magasan járt, a Bika szarvai között tartózkodott, az Aldebarantól keletre. 1610. január 7-én kora este a Hold egészen közel haladt el a Jupiter alatt. A Hold már eléggé kerek volt



(január 9. a telihold napja) így azon éppen nem találhatott vizsgáltnivalót, de a Hold mellett ott fénylett a bolygó. Talán ez vitte rá Galileit, hogy a Hold melletti Jupiterre is rásegezze a távcsövét.

Ahogy 1610. január 7-én távcsővel nézett a Jupiterre, rögtön észrevette a mellette látszó csillagokat. Állócsillagoknak hitte ezeket, csak azt találta különösnek, hogy egymással és a bolygóval egy vonalban álltak, éppen olyan irányban, ahogy az ekliptika vonala is elhelyezkedik. Bár csak három csillagocskát látott, valójában már az első pillanatban mind a négy jupiterhold fénye a szemébe ötlött. Ennek elemzését Galilei rajzainak a mai számítógépes programokkal készített összevete teszi lehetővé. (Lásd Ernie Wright oldalán: <http://home.comcast.net/~erniew/astro/sidnunj1.html>).

Első este, január 7-én három csillagocskát látott. A Ganymedes nyugatra, a Callisto keletre volt. A keletre közelebb lévő Io és Europa egymáshoz nagyon közel, összetapadt fénnel egy harmadik csillagnak tűnt Galilei szemében.

Második este, január 8-án megint csak három csillagot látott Galilei: rajzán az Io, az Europa és a Ganymedes szerepel. A Callisto is ott volt, csak keletre, nagyon távol, azt hihette állócsillag, így nem számította a többi közé.

Harmadik este, január 10-én csak két csillagot rajzolt a keleti oldalon. A távolabbi, a most már beleszámított Callisto. A közelebbi megint két hold (Europa és Ganymedes) egynek látszó fénye. Az Io hold nyugatra, de nagyon a Jupiter közelében volt, a bolygó erős fényében nem vette észre Galilei. Ezen az estén értette meg Galilei, hogy ezek nem lehetnek állócsillagok, amelyek között a Jupiter mozog, mert ilyen mozgás nem

képzelhető el. A mozgás az említett csillagocskákhoz tartozik, azok végeznek mozgást a Jupiter körül.

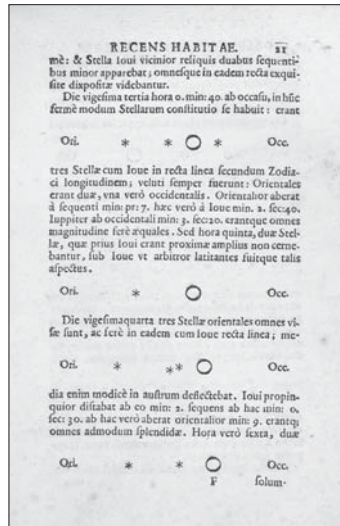
Negyedik este, január 11-én megint csak két holdat látott: a keletre lévő Ganymedest és Callistot. Az Io és az Europa nyugatra volt, de egymáshoz és a Jupiterhez is nagyon közel, így azokat nem észlelte Galilei.

Ötödik este, január 12-én hármat rajzolt. Keletre két csillagocska volt (egyik a Ganymedes, a másik a Callisto és az Io összetapadva), nyugatra egy (az Europa). „A harmadik csillagocska a harmadik órában kezdett megjelenni, először kevésbé látszott, amint érintette a Jupitert a keleti oldalon, és még nagyon halvány volt.”

Hatodik este, január 13-án végre mind a négy hold szépen, egymástól és a bolygótól is elkülönülten látszott.

Ezt követően még sok éjszakán át vizsgálta a Jupitert, és minden tiszta estén lerajzolta a csillagocskák helyzetét, a bolygótól való távolságát, az egymáshoz viszonyított fényességüket. A Csillaghírnökben precízen közzé is teszi ezeket kis rajzokban, szöveges leírásokkal ismertetve. Néha több órán át észlelve a holdak egymáshoz viszonyított elmozdulását is követte. Látta a holdakat

eltűnni vagy előjönni a Jupiter árnyékából. Látta, ahogy egyik-másik közeledik bolygó felé, és eltűnik annak fényzónében. Idővel az észlelései egyre pontosabbak lettek, már azt is észrevette, ha véletlenül valódi állócsillag került a látómezőbe. Az is feltűnt neki, hogy a holdak keringési síkja mégsem pontosan felénk néz, a kis hajlásszög miatt a holdak néha kissé feljebb vagy lejjebb látszódtak, az elején egyenes vonalúnak hitt elrendezéshez képest. Azt is hamar észrevette, hogy az állócsillagokkal ellentétben az újonnan felfedezett holdak egyáltalán nem



szcintilláltak. A fényük pislogásának vagy villódzásának hiánya kicsi, de meglevő kiterjedtségüket jelenti. A legutolsó észlelése a Jupiter rendszeréről, amely belekerült a Csillaghírnökbe, 1610. március 2-án este történt.

Itt a holdak mai (Io, Europa, Ganymedes, Callisto) nevét írtuk, ezeket Simon Marius használta először, 1614-ben megjelent könyvében. Galilei sem sorszámmal, sem külön névvel nem látta el ezeket a Sidereus Nunciában. Medici-csillagoknak nevezte el, arról a Cosimo Mediciről, akinek könyvét is ajánlja, és akinek pártfogását remélte. Amint a neki írt előszóban részletezi: „Íme tehát négy csillag, a te hős nevednek fenntartva ... Ezek ugyanis egymás közt különböző mozgással a Jupiter, a többi közül legnemesebb bolygó körül, mint annak édes gyermekei, futásukat s pályájukat csodálatra méltó gyorsasággal végzik, miközben közös egyetértésben a világ centruma, azaz hát a Nap körül, mind hasonlóképpen 12 év alatt nagy pályájukon is végighaladnak.” A Medici család dicsérete és a holdak ismertetése közben elrejtve, de nyilvánvalóvá teszi, hogy szerint a Nap a világ centruma!

Ori. * *  * * Occ.

A Jupiter-holdak rendszeres és pontos megfigyelésének naplószerű ismertetése teszi ki a Csillaghírnök nagy részét. A könyvet olvasva, ma is magával ragad a felfedezés élménye, mi is találhatjuk, mi lehet magyarázata a csillagocskák keleti és nyugati oldalon való megjelenésének, ide-oda vándorlásának. Ha a Jupiter az égen van, manapság is szeretjük távcsöveinkkel bemutatni a bolygót és holdjait. Erre a legkisebb távcső is alkalmas, és a távcsőben látottak lenyűgözik a nézőt. Ám a holdak keringése nem olyan gyors, hogy az pár perc alatt észrevehető lenne. A keringés alakja sem körben, vagy ellipszisben látható, azt csaknem oldalnézetből szemléljük. Ezért igényelnek magyarázatot a nagyközönségnek a távcsőben látottak.

A csillagászattal foglalkozó Galilei számára természetesen nem okozott gondot a Jupiter

keleti és nyugati oldalán az ekliptika vonalában vándorló égitestek helyzete. Rögtön a Nap keleti és nyugati oldalán az ekliptika vonalában vándorló szabadszemes bolygókra gondolt. A Csillaghírnökben hangoztatja ezt a hasonlóságot. Így a Jupiter és a körülötte keringő holdak mini-naprendszerként mutatnak a Nap és a körülötte keringő bolygók nagy Naprendszerére. Az olvasót Galilei ezzel is a kopernikuszi rendszer igazságára vezette.

Mindezt a távcső elkészítése, annak égre fordítása, a nevezett megfigyelések végzése és annak közkinccsá tétele tette lehetővé. Azóta 400 keringést végzett földi világunk a közepén álló Nap körül. És, hogy ezt ilyen helyesen és bizonyosan tudjuk, annak köszönhető, hogy a Csillaghírnök megjelent. Éppen 400 éve!

Galileo Galilei 1564-ben született. Kulin György az 1964-es csillagászati évkönyvben ezeket a sorokkal zárja „Galilei távcsövei” cikkét:

„400 éve született Galilei. 355 éve annak, hogy megkezdte távcsöves felfedezéseinek sorát, aminek nyomán új korszak nyílt a Világegyetem megismerésének történetében. Hány ember élt és halt meg az elmúlt 355 év alatt anélkül, hogy tudomást szerzett volna erről? A ma élő három milliárd ember között is mily kevesek azok, akik látták már azt, amit Galilei látott! Ifjúságunk nagyrésze úgy nő fel, hogy csak olvas és tanul ezekről a nagy felfedezésekről, de saját szemével még nem látta azokat. Ha méltón akarjuk megünnepelni Galileit, akkor tennünk kell azért is valamit, hogy azt az évszázados mulasztást pótoljuk. Tegyük meg mindent azért, hogy egyetlen iskolát ne hagyjasson el a tanuló anélkül, hogy legalább annyit ne lásson az égből, amennyit Galilei 355 évvel ezelőtt látott. Indítsunk mozgalmat, hogy minden iskola megszerezhesse Galilei első távcsövének mását és a nevelők e távcső mellett emlékezzenek e nagy szellemre, akinek munkássága volt alapja a mai természettudományos kultúránknak.”

Keszthelyi Sándor