

Megjelenik minden hónap 10-ikén, leg-alább is 3 1/2 nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként szövegközi ábrákkal illusztrálva.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY.

H A V I F O L Y Ó I R A T

KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a társulat tagjai az évdij fejében kapják; nem tagok részére a Pótfüzetekkel együtt előfizetési ára 6 forint.

XXIX. KÖTET.

1897. NOVEMBER

339. FÜZET.

A Saturnus.

A tudomány fokozatos fejlődésében monumentális építkezéshez hasonló. Akad ember, ki nagy körvonalakban megrajzolja a vázlatot; a másik kiegészíti a tervezetet, részleteket rajzol bele, stilizálja; a harmadik kijelöli a határpontokat s megkezdi az alapozást; a negyedik kőhöz követ ragaszt, hordja az anyagot s emelkedik az épület mindig magasabbra az ég felé. Kidől az egyik, a ki elkezdte, kidől a másik, a ki folytatta, s az épület még nem kész; még sok ember munkája kell a befejezéshez.

A csillagászat is ősrégi monumentális építkezés, melynél nem régebb maga az emberiség sem. A ki először tekintett föl az égre, s meglátta a csillagokat, önkéntelenül is gondolatokba mélyedt, mert maga előtt látta a végtelen ürességet, mely sötét és határtalan; csak itt-ott pislog benne egy-egy láng, melyet nem támogat semmi, mozdulatlanul függni látszik a levegőben, nappal elmulik s éjszaka ismét előbukkan.

S az az első megfigyelő nyilván a lehető legdurvább körvonalakban rajzolta meg a csillagászat fogalom-körét.

Utána következtek mások, kik nem elégedtek meg a durva vázlatlalt, hanem, kiegészítették azt, s finomabb részleteket csatoltak hozzája.

Igy haladt az építkezés évről évre, századról századra. Egyik a másiknak adta kezébe a kész anyagot. Az elődök megmutatták a befejezetlen épületet az utódoknak azzal a meghagyással: »folytasd tovább, ha tudod«.

Midőn a Saturnus bolygóról szóló ismereteinket össze akarjuk foglalni, lényegében véve történetileg visszapillantunk a csillagászat e fejezetének fokozatos fejlődésére. Megmutatjuk a kezdetleges, durva vázlatot, az emberiség legelső, tökéletlen ismereteit. Nyomon követjük tovább a tudás haladását, a megfigyelésre szolgáló eszközök tökéletesedésével az ismeretek nagyobbodását.

A legelső észlelés a Saturnusról a keresztény időszámítás előtti 228. esztendőből való. Az észlelés meghatározza az égnek azt a helyét, melyet a Saturnus elfoglal, tehát a bolygó mozgásának megítélésére felhasználható.

A régi szanszkrit nyelvben a Saturnust »lassan bolyongó«-nak mondják, mert pályájában lassan mozdul el az álló csillagok között. Nyugodt fényű, nem pislog, mint a többi csillag; azért a görögök »nyugodtan fénylő«-nek hívták (*γαίρων*), ellentétben a villámló Merkurral, mely a »csillogó fényű« (*στίλβων*) nevet kapta.

A bolygók mozgása és fénye döntő hatással volt az emberiség képzeletére is, a mennyiben elvont tulajdonságokat kötöttek ez égi testek fogalmához, isteni erővel ruházták fel őket, mely, ha kezdetben egyszerű szimbolumnál nem is jelentett egyebet, idők multával azonban a szimbolumot betűszerinti értelemben vették, s a csillagokat úgy imádták, mint valóságos istenségeket.

Igy Apolló volt a Nap istene; Merkur, az élénk és mozgékony, az istenek követe: ma még ő követi Apollót, holnap már előre jelenti érkezését; Vénus, fehér ragyogó csillag, a legfőbb szépség, a csillagok királynéja; Mars vörös sugaraival a harcz és háború istene; Jupiter a fenség csillaga; Saturnus az égi lakók között a leglassúbb, az időt és a sorsot jelképezi, a végzet szava szólal meg általa, s a legnagyobb fájdalokra kiterjed a hatalma.

A bolygókat eleintén mozgásaik különbözősége szerint osztályozták. Már három ezer év előtt azt hitték, hogy a bolygók nyugatról kelet felé körülöttünk keringenek, de bizonyos szabálytalan menetekben, s hogy a melyek a leglassabban és a leghosszabb pályákban mozognak, legtávolabbra állanak tőlünk. Már akkor tudták, hogy durva megközelítéssel a Saturnus 30, a Jupiter 12, a Mars 2, a Nap 1, s a Vénus és Merkur 1 év alatt tesz egy keringést.

Hipparchus rendszerbe foglalta a bolygókra vonatkozó megfigyeléseket; szerinte a mindenség kilencz körből van alkotva; a legkülső körben, vagy inkább gömbön az álló csillagok vannak megerősítve. A gömb középpontjában áll a Föld, körülötte keringenek a bolygók, ú. m. legközelebb a Hold, azután Merkur, Vénus, Nap, Mars, Jupiter s végül a legszélső körön a Saturnus.

Hipparchus rendszere Ptolemeus nagy munkájában maradt fenn számunkra, melyet az arabok »Almagest«-nek neveztek el.

A bolygók mozgásából származó harmónia, a régiek hite szerint, ugyanazon ütem alacsony és magas hangjaiból vegyül össze, melyek különféle módon váltakoznak az összhangzatos hangversenyben. A szférák harmóniájában, melynek hite Kepler idejéig fentartotta magát, a Saturnus és a Jupiter játsza a basszust, Mars a tenort,

Vénus az alt, Merkur pedig a szoprán hangot. Az ember füleit az összhang megtölti ugyan, de halandó szervünk tökéletlen észre-
 vevésére.

Csillagászati ismereteink az egész középkoron át tapogatód-
 zásban veszttek el s az asztrológia ködös miszticizmusába burkolóz-
 tak. A vakhit és a babona még több hatalmat engedett a bolygóknak
 és a csillagoknak az ember sorsának intézésében, mint valaha.

A népek tömege remegett, ha üstököst látott megjelenni az
 égen, mert háborút és döghalált jósoltak nyomában; s meg van
 írva, hogy a gyöngye elméjű VI. Alfons portugál király, országát
 féltvén, az üstökös megjelenésekor szitkokat szórt feléje s pisztolyá-
 val fenyegette.

Kopernikus-nak 1543-ban kiadott »De revolutionibus orbium
 coelestium« című munkája foglalja magában az első alapvető kísér-
 letet a bolygók mozgásának helyes megismerésére.

A Hipparchus-Ptolomeus rendszerében a bolygók látszólagos
 mozgása a legbonyolódottabb föltevéseket idézte elő, melyekkel a
 rendszer eredeti egyszerűsége folytonosan tünedezett. A zavart, mely
 a középkor vége felé tetőfokra hágott, Kopernikus világrendszere
 oszlatta szét. A Nap a rendszer középpontja, s körülötte keringenek
 a bolygók; elsőnek a Merkur, azután a Vénus, a Föld, a Mars, a
 Jupiter és a Saturnus.

A bolygók látszólagos mozgása, a csavarmenet, az epicyklus,
 melyekkel a régiek a bolygók retrográd mozgását magyarázni akar-
 ták, ezzel egyszerű megoldást nyert.

A bolygók retrográd mozgása kettős mozgásnak az eredménye;
 összetevője egyrészt a bolygó saját, másrészt a mi Földünknek Nap
 körüli keringéséből alakul. Ha a Saturnus, viszonyítva Földünk-
 höz, mozdulatlanul állana, a Föld keringése miatt akkor se lát-
 hatnók mindig ugyanazon helyen az álló csillagok között. A Satur-
 nus látszólagos helyváltozásait az 1. ábra tünteti elénk kissé túlzott
 arányokban.

$F_1 F_2 F_3 F_4$ kicsiny körpálya a Földünk pályája a Nap körül,
 mely a kör közepén foglal helyet (N). Az AB körív jelezze a lát-
 szólagos égboltozat egy részét. S a Saturnus bolygó helyzete bizo-
 nyos időpillanatban, mikor is a Saturnus F_1 -ben levő Földünkről
 az égboltozat S_1 helyén látható. A Föld azonban a nyíl irányában
 mozdul el s egy negyed év alatt F_2 -be ér, azalatt tehát a Saturnus
 vetített képe az égboltozaton S_1 -től jobb felé tért el, s így F_2 -ből
 S_2 -ben fogjuk látni. A Saturnus vetített képe mindaddig $S_1 S_2$ között
 marad, míg Földünk pályájának $F_1 F_2 F_3$ ívét be nem futotta. A
 valódi (S_1) helyétől való legnagyobb eltérést az S -en át Földünk

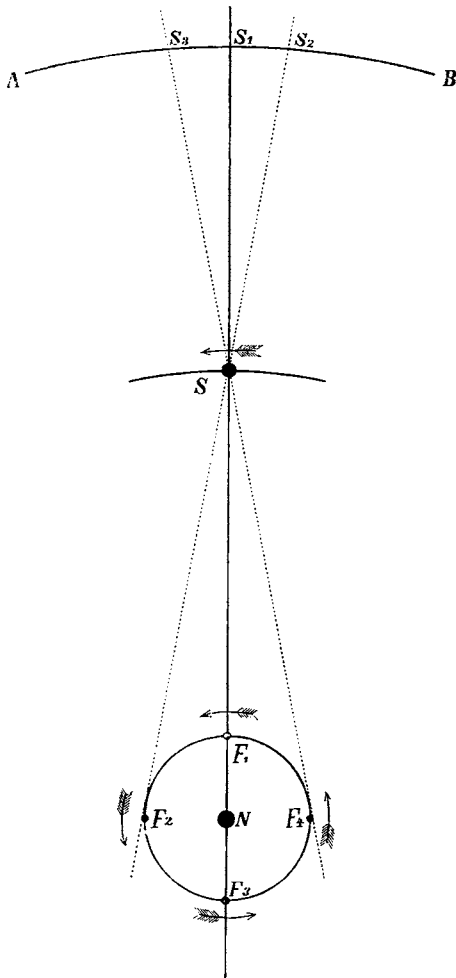
pályájához húzott érintő adja meg. F_3 pontból a Saturnus vetített képe újra S_1 -ben van, azonban ilyenkor a Saturnus láthatatlan, mert a Nap sugaraiban eltűnik. Az alatt, míg a Földünk F_3 -ból F_4 -be mozdul el, a Saturnus képe az égboltozaton S_3 -ba tér ki bal felé a normális helyétől s így eléri baloldali legnagyobb kitérését. S_1 - S_3

között marad mindaddig, míg a Föld F_3 -ból F_4 -en át F_1 -be nem ér.

Valósággal azonban a Saturnus nem áll egy helyben, hanem szintén a Nap körül kering önmagába visszatérő görbében, melyen ugyanazon irányban halad, mint a Föld és a többi bolygó. Ha tehát a Saturnus tulajdon mozgásában a Föld elmozdulásait is tekintetbe vesszük, mindig meg lehet állapítani látszólagos helyzetét az álló csillagok között.

A Saturnus pályája körülzárja Földünk pályáját, de nem fekszik egy síkban, hanem $2\frac{1}{2}^\circ$ -nyi szöveget zár be vele. Innen van, hogy a Saturnus látszólagos helyzete az égi egyenlítőtől nem tér ki messzire, hanem mindig az állatövnek nevezett csillagképeken belül marad.

Pályáját a Nap körül ke-
rek $29\frac{1}{2}$ év alatt futja be; s
minthogy Kepler harmadik
törvénye szerint két bolygó ke-
ringési idejének négyzetei úgy
viszonylanak egymáshoz, mint
közép naptávolságaik köbei,



1. ábra. A Saturnus látszólagos retrográd mozgása Földünk elmozdulása következtében.

tehát kiszámítható, hogy a Saturnusnak elliptikus pályája, vagyis a Naptól való középtávolsága 9.54-szer akkora, mint Földünk középtávolsága a Naptól. Ezen nagy távolságból a Nap átmérője körülbelül 9-szer, felszíne 90-szer kisebbnek látszik, mint Földünkről. A Merkúr, a Vénus és a Föld a Saturnus bolygóról teljesen láthatat-

lan; hiszen a Saturnusról tekintve, a Földünk legnagyobb kitérése a Naptól 6° -on belül marad, s ilyen szög alatt látszik Földünk pályájának fél nagy tengelye a Saturnus bolygóról. De 6° -nyi távolságban a Naptól még a Földünkénél jóval nagyobb Jupiter sem látható, ez is csak 10° -nyi kitérésnél válik láthatóvá az együttállás után, a Saturnus pedig csak 11° — 12° -on tűnik elő.

A Saturnus óriási kerületű pályájában másodpercenként átlag 10 km.-t halad előre; 3-szor lassabban, mint Földünk, mely másodpercenként 30 km. sebességgel kering a Nap körül; a Naphoz legközelebb álló Merkúr pedig 5-ször gyorsabban kering mint a Saturnus. Lassú mozgásában egy év alatt pályájának átlag csak $\frac{1}{30}$ -dát futja meg s így Földünk minden 378 nap mulva utóléri őt s hagyja el ismét.

Midőn valamely bolygó, a Földtől számítva, a Nap koronggal diametrálisan átellenben áll egy vonalban, azt mondjuk, hogy a Nappal oppozíciót alkot, s ez a legalkalmasabb idő a bolygó fizikai tulajdonságainak vizsgálatára. Oppozíció alkalmával ugyanis a bolygó éjjél tájban éri el legnagyobb magasságát a szemhatár fölött, a mikor viszont a Nap legmélyebbre süllyedt a szemhatár alá. Nem tekintve tehát azt, hogy oppozíció alkalmával legközelebb áll Földünkhöz, megfigyelése a földi légkör zavaró hatása miatt is legkedvezőbb ekkor, mert magassága a szemhatár fölött a legnagyobb.

Midőn a Saturnus Földünkkel a Naptól számítva diametrálisan átellenes oldalon egy vonalba kerül, akkor azt mondjuk, hogy a Nappal együttállásban van; ilyenkor távolsága Földünktől a legnagyobb, s minthogy a Nappal egy időben halad át a délkörön, nekünk teljesen láthatatlan.

Az oppozíció sem egyformán alkalmas a bolygó megfigyelésére. Tudjuk, hogy a Saturnust pályájának kicsiny hajlása az állatöv csillagképeihez köti, azokon túl nem távozhatik sem északra, sem délre. Az állatöv csillagképei pedig 45° -nyi északi földrajzi szélesség alatt (Közép-Európa, Magyarország), a téli hónapokban érik el legnagyobb magasságukat a szemhatár fölött. Ennélfogva a Saturnus oppozíciói közül azok alkalmasabbak megfigyelésre, melyek az északi földgömb téli hónapjaira esnek; kevésbé jók a nyári hónapokra eső oppozíciók. Így a Saturnus legutolsó oppozíciója 1897. május 18-ikán a kevésbé kedvezőkhöz számítandó. Minthogy az oppozíció 378 nap mulva ismétlődik, a legközelebbi oppozíció, 1898. május 31-ikén, 1899. június 13-ikán, 1900 június 26-ikán stb. fog bekövetkezni. E szempontból az oppozíció egyre kedvezőtlenebbé válik egészen 1910-ig, a mikortól kezdve a Saturnus szembenállása a Földdel megint a téli hónapokra fog esni.

A Saturnus pályájának középpontkivülisége (excentricitása) 0,056, s így a Naptól való távolsága 1340 és 1500 millió km. között váltakozik. Földünkhöz is majd távolabb, majd közelebb esik, s távolsága 219 és 159 millió mérföld között ingadozik. A Naptól a Saturnus felé irányított egyenes, az úgynevezett radius vector, a Saturnusnak napközeli-pontjában (perihélium) az Ikrék csillagképének η csillaga felé mutat; a Saturnus perihéliumához közel esik Földünk nyári fordulópontja (nyári solstitium) is, s ha ilyenkor oppozícióban áll a két bolygó, a Saturnus elérte legnagyobb északi eltérését, s földrajzi szélességeink alatt körülbelül 16 óráig látható a szemhatár fölött. Ez oppozíció, mely a lehető legkedvezőbb a Saturnus megfigyelésére, csak minden 2-szer $29\frac{1}{2}$, azaz minden 59-ik évben ismétlődik, a mikor is a bolygó lehető legközelebb áll Földünkhöz, tehát korongjának látszólagos átmérője a lehető legnagyobb.

A bolygó átmérője, mely alatt Földünkről látható, tág ingadozásoknak van kitéve a távolság szerint, melyben tőlünk van. Földünkről $15''$ és $21''$ -nyi szög alatt látjuk a Saturnus bolygót. Egyenlítői átmérője középértékben Bessel pontos mérései szerint $17''\cdot 053$ alatt látszik, a sarkait összekötő átmérője pedig $15''\cdot 381$ s ez megfelel körülbelül 15,680, illetőleg 14,140 földrajzi mérföldnek. Ezek szerint tehát a sarki átmérő 1540 földrajzi mérfölddel rövidebb, s így korongjának lapultsága $\frac{1}{10}$ -nek vehető fel.

A Saturnus tömege (gyűrűivel együtt) a Nap tömegének $\frac{1}{3501\cdot 6}$ -ét teszi, azaz a Nap tömegéből 3501 Saturnus telnék ki; a Saturnus tömegéből ellenben 90 olyan gömb kerülne ki, mint a mi Földünk. Térfogatára nézve 700-szor mulja fölül Földünket, s így a térben, melyet a tömege betölt, 700 földgömb foglalhatna helyet.

Ez a tekintélyes tömegű égitest a Jupiter tömegének $\frac{3}{5}$ részét teszi, s a többi bolygó tömegének összegét is jóval fölülmulja. A Saturnus a Jupiter után bolygórendszerünk leghatalmasabb tagja.

Ha azonban a bolygó tömegét arányba állítjuk térfogatával, vagyis kiszámítjuk a tömeg elosztódását, sűrűségét, meglepő eredményre jutunk. A Saturnus sűrűsége jóval kisebb Földünk sűrűségénél, a mennyiben Földünk sűrűségének csak $\frac{1}{8}$ részét teszi; s így az egységül választott víz sűrűségénél is kevesebb. Ha Földünk sűrűségét a legújabb adatok alapján 5,6-nek vesszük, úgy a Saturnus sűrűsége 0,7, tehát a víz sűrűségének $\frac{3}{4}$ része. E bolygó felszínén tehát nem tétélezhetünk föl tengereket, mint a melyek Földünk felszínét borítják. A Saturnus sűrűségéhez közel álló érték a Földünkön, egyes faneműek sűrűségén kívül, csak az éternek, alkoholnak, benzolnak, terpentinnak van.

Mínt hogy a sűrűség a tömeg középpontja felé kétségtelenül nagyobbodik, világos, hogy sűrűsége a bolygó felszínén még a mondott értéket sem érheti el s így valószínűnek látszik, hogy a Saturnus kicsiny sűrű magból áll, melyet ritka elosztódású anyag, gáznemű burkolat vesz körül. A bolygó egyenlítői régióinak korongja körül húzódó szürke öv e föltétellel megmagyarázható, sőt, miként, a gyűrűk vizsgálatairól szólva, látni fogjuk, igen valószínűnek látszik, hogy a Saturnus rendszere nem fejlődött még a szilárdság azon fokáig, melyet a többi bolygón tapasztalunk.

Alig hogy a távcső fel volt fedezve, Galilei 1610-ben valami csodálatos jelenséget vett észre a Saturnuson; úgy rémlett neki, mintha két oldalán két más bolygót látott volna. Ez okból a Saturnust hármastestnek gondolta s fölfedezését bátortalanul titkos mondatban:

»Altissimum planetam tergeminum observavi«.

Láttam, hogy a legmagasabb bolygó hármastest. — fejezte ki, melynek értelmét később maga magyarázta meg. Sokáig nem értették e jelenséget; Helvetius sem tudott rajta eligazodni, míg végül 1659-ben Huygens magyarázta meg, hogy a Saturnust keskeny gyűrű övezi körül, mely nincs vele kapcsolatban, s ráhajlik az ekliptikára. Galilei egy alkalommal épen semmit nem tudott megkülönböztetni a bolygó két oldalán, a hol pedig néhány hónap előtt két fénylő testet látott. Egészen kétségbeesett a sikertelenségen, s már-már azt hitte, hogy távcsöve, vagy szeme csalta meg ennyire. Elkeseredésében hallani se akart többé a Saturnusról, s meghalt a nélkül, hogy tudta volna, hogy a két test, melyet a Saturnus körül látott, a bolygó gyűrűit jelezte.

Hosszú ideig lehetetlennek tartották, hogy a Saturnust gyűrűk övezik körül, melyek magát a gömböt nem érintik. Galilei után Hevelius foglalkozott huzamosabban a Saturnussal s arra az eredményre jutott, hogy a Saturnust egy gömb és oldalt hozzája fűzött sarlóalakú holdak alkotják, melyek a közös tengelyforgás következtében majd láthatók, majd meg láthatatlanok.

Robertovall már közelebb járt az igazsághoz, Riccioli pedig néhány esztendővel Huygens előtt állította, hogy a Saturnus a gyűrűvel kapcsolatos, hogy tehát a gyűrű nem lebeg szabadon a Saturnus gömbje körül, hanem bizonyos pontokon összeér vele.

Huygens kezdetben 12, később 21 láb hosszú távcsövével hosszú időn át rendszeresen tanulmányozta a Saturnust; megfigyeléseit 1659-ben »Systema Saturnium« czímen foglalta össze, s fölfedezései a tudományos világban nagy feltűnést keltettek. Munkájában kimutatta, hogy a Saturnushoz fűződő sok rejtvény csak következménye a kü-

lőnböző helyzeteknek, melyeket a Nap és Földünk az ekliptika síkjára hajló gyűrűrendszerhez viszonyítva foglal el.

Az észlelések kivétel nélkül arra utaltak, hogy a gyűrűk síkja a Saturnus egyenlítőjének síkjában fekszik, tehát a Föld pályasíkjával 28° -nyi szöget zár be; továbbá, hogy a gyűrűk síkja a bolygónak Nap körüli pályafutásában önmagával mindig párvonalosan marad.

Földünk pályasíkjá és a gyűrűk síkja kellő meghosszabbítással egyenes vonalban metszi egymást, melynek egyik vége a Halak, másik vége pedig az Oroszlán csillagképe felé mutat. Ha a Saturnus pályájának ezen irányvonalába került, akkor a gyűrű síkja Földünk középpontján halad át az oppozíció idején, s a gyűrű csak mint vékony vonal látszik a bolygó két oldalán.

Legtöbbször azonban teljesen láthatatlan a gyűrű, ha a Föld a gyűrű síkjába ér, s jelenlétét a bolygó korongján csak vékony árnyékvonal jelzi.

A bolygó forgási tengelyének meghosszabbításában fekvő pontból tekintve a Saturnust, gyűrűi köralakban látszanának; a Földről azonban csak oldalt láthatjuk őket, s a Saturnus legkedvezőbb helyzetében is szélességöknek alig felét fordítják felénk.

Minden körforgás alatt kétszer látjuk a Saturnus gyűrűjét teljes szélességében s kétszer, mint vékony vonalat, mely teljesen el is tűnik. Utóljára 1885-ben fordult felénk a gyűrűrendszer teljes pompájában (2. ábra); hét év múlva, 1892-ben eltűnt a gyűrű s csak a legnagyobb refraktorok jelezték némi nyomát. Azóta mindinkább szélesebb oldalával hajlik felénk s 1899-ben éri el pályájának azt a pontját, melyben a gyűrűrendszer lehető legnagyobb szélességét tárja elénk. Azontúl megint vékonyodni fog a gyűrű 1907-ig s ismét teljesen eltűnik.

A Saturnus pályájának *A* pontjában a bolygó és a gyűrű déli oldalára világít a Nap, a Földről tehát a déli pólust s a gyűrűk déli oldalát láthatjuk. A pálya *C* pontjában ellenben az északi pólus és a gyűrűk északi oldala fordul a Nap felé s Földünkről is ezeket szemlélhetjük.

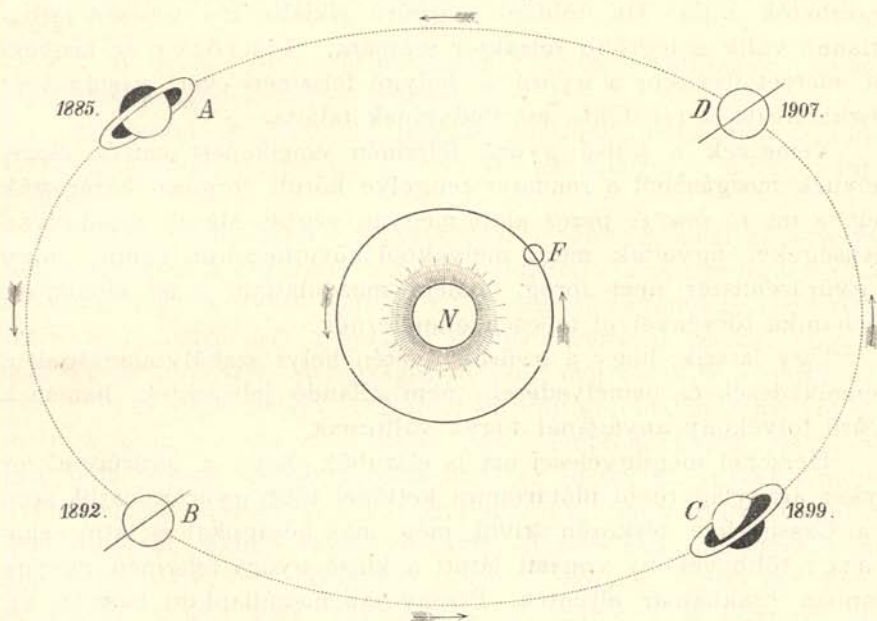
A távcsövek tökéletesedésével csakhamar újabb fölfedezések követték az elsőket. Már 1665-ben William Ball hatalmas távcsövével keskeny, sötét vonalat vett észre a gyűrű síkjában, mely azt majdnem felezte; Wallis is látta, de fölfedezésök feledésbe merült. Cassini s vele egyidejűleg Maraldi 1677-ben ismét látta a sötét vonalat, s az előbbi kimutatta, hogy valóságos hézag az, mely a gyűrűt két részre osztja s a Saturnust teljesen körülveszi. Ezt a közt »Cassini-féle térköz«-nek mondjuk, mely két egyközepű

részre bontja a gyűrűt; a részek nem kapcsolódnak egymásba, hanem szabadon lebegve veszik körül a bolygót.

Cassini 34 láb hosszú távcsöve más színezésben is mutatta be a két gyűrűt; a belső állandóan fényesebb volt, mint a külső.

William Herschel később teljesen igazolta Cassini fölfedezéseit s kimutatta, hogy a két gyűrű közötti hézag a gyűrű északi és déli oldalán egyformán látszik és olyan sötét, mint a körülötte lévő világűr.

Már Maraldi utalt arra, hogy a gyűrűrendszer nem lehet teljesen sík, hanem domború felületnek kell lennie.



2. ábra. A Saturnus gyűrűrendszere láthatóságának különböző fázisaiban.

A gyűrűrendszer látszólagos átmérője a Saturnusnak a Földtől való közep-távolsága mellett, Besselnek heliométerrel végzett mérései alapján $39'31''$. Struve valamivel nagyobb értéket kapott; szerinte a gyűrű külső kerületéhez tartozó átmérő $40'09''$; a gyűrűk vastagsága $6'71''$.

E szögmereteknek megfelelően a gyűrűrendszer legnagyobb átmérője 36,870 földr. mérföld, szélessége pedig 6175 földr. mérföld.

A gyűrűrendszer belső széle tehát a bolygó felszínétől csak 4420 földr. mérföldnyire van távol, alig $0'09''$ -része annak a közep-távolságnak, melyben Holdunk van a Föld felszínétől.

Egyébiránt a bolygó nem foglalja el a gyűrűrendszer közép-pontját. Schwabe 1827-ben a bolygó felszíne és a gyűrű belső kerülete közötti sötét úrt keleti oldalán szélesebbnek találta, mint nyugaton. Struve később mérte is e távolságokat s az excentricitást $0.21''$ -nyire becsülte, mely 183 földr. mérföld különbségnek felel meg. Így a bolygó felszínének legrövidebb távolsága a gyűrű belső kerületétől 4240 földr. mérföldet tesz.

Schwabe és Valz szerint a gyűrű síkja nem is egyközű a Saturnus egyenlítői síkjával, hanem kelet felől inkább észak felé irányul, nyugaton ismét dél felé hajlik az egyenlítő alá.

A gyűrűrendszer vastagsága oly csekély, hogy mérések alig végezhetők rajta. Ha Földünk a gyűrű síkjába lép, teljesen láthatatlanná válik a legtöbb refraktor számára. Schröter az árnyékból, melyet ilyenkor a gyűrű a bolygó felszínére vet, vastagságát meghatározta s 116 földr. mérföldnyinek találta.

Némelyek a külső gyűrű felszínén emelkedést vettek észre, melynek mozgásából a rendszer tengelye körüli forgását határozták meg, a mi 10 óra 32 percz alatt megyen végbe. Mások ismét olyan jelenségeket figyeltek meg, melyekből következtetni lehetne, hogy a gyűrűrendszer nem forog, hanem mozdulatlan, a mi azonban a mechanika törvényeivel teljesen ellenkeznék.

Úgy látszik, hogy a gyűrűk ilyenén helyi szabálytalanságai, a kiemelkedések és bemélyedések, nem állandó jelenségek, hanem a gyűrű folyékony anyagánál fogva változnak.

Herschel megfigyelései azt is elárulják, hogy a gyűrűrendszer olykor aránylag rövid időtartamra kettőnél több gyűrűre oszlik szét, s a Cassini-féle térközön kívül még más hézagokat is látni rajta. Kater több vékony vonalat látott a külső gyűrű felszínén, melyek azonban csakhamar eltűntek. Bizonyosan megállapított hasadás az, melyet 1837-ben Encke fedezett föl a külső gyűrű felszínén vékony vonal alakjában. Az »Encke-féle térköz« Lassell szerint a gyűrűrendszer legkülsőbb széléhez közelebb fekszik, mint a belsőhöz, és a gyűrű szélességét 1:2 arányban osztja ketté.

Ha a Cassini-féle térköz 380 földr. mérföld szélességű, úgy az Encke-féle hasadék az előbbinek mintegy $\frac{1}{3}$ része, tehát körülbelül 126 földr. mérföld. De Vico igen gyakran látta az Encke-féle hasadékot, sokszor olyan sötéten, mint a Cassini-félét, sokszor csak mint vékony vonalat. Néha a bolygó mindkét oldalán látszik, máskor vagy kelet, vagy csak nyugot felől. Sokszor teljesen láthatatlan. (3. ábra.)

De Vico még egy új hasadékot is látott a belső gyűrű felszínén, tehát a Cassini-féle térközön belül, mely mint igen vékony vonal jelenkezett.

Nevezetes fölfedezést tett Bond G. P. 1850-ben óriási refraktorával. Az eddig ismert gyűrűrendszeren belül, tehát a belső gyűrű és a Saturnus felszíne között új, igen gyenge, majdnem átlátszó gyűrűt látott, melynek szélessége körülbelül 1400 földr. mérföldnyi lehetett. A fölfedezést csakhamar mások is igazolták, s kitűnt, hogy már előbb is látták, azonban a gyűrűrendszertől a bolygó felszínére vetett árnyéknak vélték.

Jelenlegi ismereteink a változásokról, melyek a Saturnus gyűrűrendszerén végbemennek, Struve szerint a következő három pontba foglalható össze:

1. A gyűrűk belső széle állandóan a bolygó gömbjéhez közeledik.

2. A belső gyűrű szélének közeledése össze van kötve a gyűrűk egész szélességének növekedésével.

3. Cassini és Herschel megfigyeléseinek időtartama között a belső gyűrűnek szélessége jobban növekedett meg, mint a külső gyűrűé.

Bessel kiszámította a gyűrűrendszer tömegét azon háborgásokból, melyekkel a Saturnus hatodik holdjának (Titán) mozgására hat; s kitűnt, hogy a gyűrű tömege a Saturnus tömegének $\frac{1}{118}$ -ad részét teszi. S ha sűrűségét a bolygó középsűrűségével vesszük egyenlőnek, a gyűrűrendszer vastagságát 30 földr. mérföldnyire tehetjük.

A bolygó korongja a Naptól elfordított oldalán árnyékot vet, mely a gyűrűkre esvén, sokszor egy gömbfelület sík vetületével meg nem egyező szabálytalanságokat tár elénk. Az árnyék képének ilyenén szabálytalanságai ismét arra utalnak, hogy a gyűrűrendszer nem alkothat síkban fekvő felületet, hanem vagy bizonyos kúpos görbületet alkot, tehát domború felszínű; vagy az egyes gyűrűknek egymással szöget kell bezárniok, s így, bár egy a közepök, még se fekszenek egy síkban.

Az a körülmény, hogy a bolygó árnyékot vet a gyűrűre, s azon a részén elsötétíti s viszont, hogy a gyűrű árnyéka a bolygó felszínén szintén sötét színezetű, első sorban arra enged következtetni, hogy se a bolygónak, se a gyűrű rendszerének nincsen saját fénye, tehát csak a Nap sugarait verik vissza.

A Saturnus oppozíciói alkalmával az árnyékjelenség vizsgálata csak a legkritkább esetekben lehetséges, minthogy ilyenkor a bolygó korongja a gyűrűt elfödi. Legkedvezőbben látható az árnyék a negyedek alkalmával, tehát mikor Földünk, a Nap és a Saturnus egymással derékszögben áll; ilyen kedvező volt a helyzet a múlt évben.

Föltéve, hogy a gyűrűrendszer sík felületet zár be s a gyűrűk is mind egy síkban vannak, a bolygó korongjának árnyéka a gyü-

rük síkjában a perspektíva szabályai értelmében csak görbével határolt idomot alkothat, mely homorú oldalát a gömb felé fordítja.

A megfigyelések általában bizonyítják is, hogy árnyéka homorú görbe idom, határvonalai élesek és szabályosak, miként a 3. ábrán látni.

Úgy látszik azonban, hogy az árnyéktünemény szabálytalanságai nem állandó jelenségek s arra engednek következtetni, hogy a gyűrűk külső alakjának s egymáshoz való helyzetének folytonos változásai idézik azokat elő. Az árnyék deformációja Mascari, valamint a magam észleléseiből ítélve, a bolygók negyede után egy hónap múlva állott be, időtartama pedig semmiesetre sem lehetett egy hónapnál hosszabb lefolyású.

Az árnyékjelenséggel egyidejűleg egy másik tünetnyilvánul a gyűrűrendszer elhelyezésében. Már Mascari megfigyeléseinél, s még inkább saját észleléseimből kitűnik, hogy a külső gyűrűt valósággal elfedni látszik a belső, vagy, hogy a külső gyűrű síkja a bolygó északi oldalán a belső gyűrű síkja alá kerül úgyannyira, hogy a Cassini-féle térköz látszólag a gyűrűrendszer külső pereméig nyomul. Ez a jelenség is rövid időn belül folyt le s megerősíti azt a nézetet, hogy a gyűrűrendszer változik.

A megfigyelések alapján tehát úgy látszik, hogy a gyűrűrendszer nem állandó és egy szög alatt hajló sík felület.

Mindebből arra a következtetésre juthatunk, hogy a Saturnus gyűrűrendszere a felszínét folytonosan változtatja, a gyűrűk síkja pedig más-más felé hajlik. A Saturnus gyűrűrendszere e szerint az útirányzón használatos Cardani-féle gyűrűs felfüggesztés hasonmása volna, csak hogy a mágnestű helyét a Saturnus bolygó hatalmas tömege foglalja el. A rendszer változásai s a gyűrűk síkjának ingadozásai egyrészt a Saturnus holdjainak háborgásaiból eredhetnek, másrészt azonban planetáris eredetűek is lehetnek.

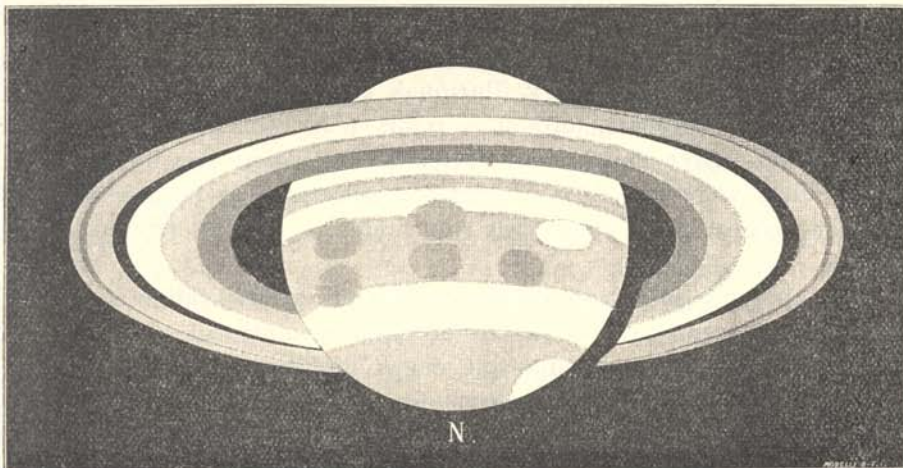
Nagyobb lencsés távcsövekben a Saturnus korongjának felületén több sötét szalagot vehetünk észre, ezek közül legjellemzőbb s legállandóbb az, mely az egyenlítő mentén húzódik; a többiek szélessége kevésbé feltűnő. Beer és Mädler 1835-ben 12 cm. nyílású refraktorral látta a szürkés sávolyt az egyenlítő mentén s a jelenséget majdnem világos hajnalhasadásig észlelte.

Nagyjában a Saturnus bolygó felszíne sok tekintetben hasonlít a Jupiter korongjához. A Saturnus sávjai azonban sokkal állandóbbaknak látszanak, mint a Jupiter felszínén jelenlevők. Oppozíciókor hónapokon át ugyanolyan az elhelyezésük, határvonalaikban is alig van némi változás. Színezetük általában gyengén szürke vagy szürkésbarna, a mihez néha kis vörhenyesség is vegyül. A sarki régiók

is rendszeren szürke színűek, azonban a déli sark tájéka sötétebb, s némi kékes színezetű.

Bolygórendszerünk ezen két hatalmas tagjának hasonló felszíne első sorban arra utal, hogy hatalmas levegőréteg burkolja őket körül, mely a bolygó tulajdonképeni topografiáját, igazi felszínét elrejtí előlünk; a sötét sávok pedig, melyek a bolygó egyenlítőjével egy-közösen helyezkednek el, nem egyebek felhőképződményeknél s bolyhos alakjokkal a mi cirrus-felhőinkhez hasonlók.

Az egyenlítői sávok mentén úgy, mint a szomszédos Jupiter bolygón is, sötétebb árnyalatú foltok jelennek meg, melyek a bolygó tengelyforgásának meghatározására szolgáltatnak alkalmat. Herschel



3. ábra. A Saturnus képe. Felvette Kis-Kartalon 1896. augusztus 15-ikén 7^h 45^m–8^h 20^m-kor W onaszek A. Antal. Nagyítás 130—200. Az Encke-féle térköz igen jól látható. A korong és gyűrűrendszer képe rendkívül tiszta; az equatoriális sávoly igen élénk; a két baloldali sötét folt biztosan látható.

1793-ban ilyen foltok megjelenéséből határozta meg a Saturnus tengelyforgásának idejét, s 10 óra 16 perczen állapította meg. Egészen 1876-ig nem is határozták meg újra; ekkor Hall a washingtoni csillagvizsgáló intézet 26 hüvelykes refraktorával vizsgálván a Saturnust, a korong keleti oldalán, a központhoz közel fényes foltot vett észre, mely 1 $\frac{1}{2}$ óra lefolyása után a központ másik oldalára mozdult el. Kevés nappal azután előbbi alakjától eltérően hosszúkás formában nyúlt el s határvonalai is elmosódtak. A folt megjelenéséről értesülve, más megfigyelők is foglalkozhattak vele; a foltot 1876. december 7-ikétől 1877. januárius 2-ikáig észlelték, miből a Saturnus tengelyforgásának idejét 10 óra 14 percz 23 másodperczen határozták meg.

A 90-es évek elején az angol Williams Stanley gyakran látott világos foltokat a Saturnus korongján, melyek a Hall megállapította tengelyforgás idejével egyező időtartamot szolgáltattak. Több oldalról fölvetették a kérdést, vajjon a Saturnus korongján egyes megfigyelőktől jelzett világos és sötét foltoknak van-e reális alapjuk? S ha van, mi idézi elő, hogy a nagyobb távcsövekben teljesen láthatatlanok?

Az első kérdésre teljesen kielégítő választ nyújt az a körülmény, hogy a Saturnust 1896. évi oppozíciója alkalmával a világ különböző helyén, különböző megfigyelők más-más méretű s más-más minőségű refraktorokkal figyelvén meg, meglehetősen egybehangzóan állapították meg, hogy az egyenlítői sávok mentén a foltok valóban megvoltak, s elhelyezésök, egymásnak megfelel.

Bár sokan a Saturnus-foltok megjelenését az észlelők érzéki impressziójának tartják vagy illúziónak tudják be, a pozitív adatokat mérlegelve, a Saturnus foltjainak reális alapját még se ejtethjük el. Ezt az eredményt saját megfigyeléseim, melyeket Lussinpiccolóban 1896. július vége felé és Kis-Kartalton augusztus és szeptember hónapban végeztem, a mellékelt rajz tanúsága szerint szintén támogatják.

A bolygó gyors tengelyforgása következtében felületének minden pontja tetemes centrifugális erő hatása alatt áll. S a mint a forgási sebesség az egyenlítő felé nagyobbodik, a nehézség gyorsulása is abban a mértékben kisebbedik; a tárgyak súlya az egyenlítőn majdnem $\frac{1}{6}$ -dal kevesebb, mint a bolygó sarkvidékén; a bolygó nagy tömegénél fogva a tárgyak többet nyomnak ugyan a Saturnus pólusa tájékán, mint Földünkön, súlyuk azonban az egyenlítő felé csökken s ott már jóval kevesebb, mint a Földön. Egy szabadon eső test, mely nálunk 1 mp. alatt 4.90 méter utat hagy hátra, a Saturnus sarkvidékein 5.34 métert, az egyenlítőjén pedig csak 4.51 métert haladna. Ha a Saturnus forgási sebessége csak $2\frac{1}{2}$ -szeresen megnagyobbodnék, ez elegendő volna, hogy egyenlítője vidékén az egyszer felhajtott test a világtérbe sodortassék.

Saturnus forgási tengelye nem áll merőlegesen pályájának síkjára, hanem 64.4° -nyi szög alatt hajlik feléje, az egyenlítő síkja tehát, mely kiegészítő szöget alkot a tengely hajlásszögével, 25.7° -nyi szög alatt tér el a nappálya síkjától. Földünk egyenlítő síkja az ekliptikával $23\frac{1}{2}^{\circ}$ -nyi szöget zár be s így a Saturnus egyenlítőjének hajlása a Nap körüli pályájának síkjához közel egyező értéket szolgáltat.

A Saturnus bolygón is van tehát trópusi vidék, mely az egyenlítőtől északra és dél felé terül el s körülbelül 51° -nyi széles öv

alatt veszi körül a Saturnus korongját. A trópusi vidékek minden pontjára egy-egy Saturnus-esztendő alatt kétszer esnek merőlegesen a Nap sugarai, a térítőkön túl fekvő vidékeket azonban csak ferde szög alatt találják. A térítőkön túl egészen a 64° -nyi északi és déli szélességig terjed a két mérsékelt öv, melyeken bizonyos ritmus szerint váltakoznak az évszakok: a tavaszt felváltja a nyár, ezt ismét az ősz és a tél. Érdekes azonban, hogy a Saturnuson, tengelyforgása következtében, a nappal és az éjjel gyors egymásutánban követi egymást, — hiszen 5 óra s néhány perczig tart a nappal s ugyanannyi ideig az éjszaka, — az évszakok mindegyike pedig hét földi esztendőnél hosszabb, minthogy a Saturnus esztendeje, vagyis Nap körüli útjának tartama $29\frac{1}{2}$ földi évnek felel meg.

A 64° -on túl kezdődik a sarkvidék, a mi fogalmaink szerint az örök hó határa. Ezen vidékeken a nappal összeolvad az esztendővel, s az esztendő csak egyetlen egy, de végtelenül hosszú nappalból s éjszakából áll. A Nap keltét csak 15 esztendő múlva követi a Nap lenyugvása, a 15 esztendei nappalra a 15 esztendei éjszaka borul.

A bolygó tömegének igen kicsiny sűrűségéből s abból, hogy a korong szélei felé a felszínén levő szürke sávok és foltok gyengén elmosódva látszanak, némi körlégre lehet következtetni, mely a Saturnust körülburkolja. A színeképelemzés megerősíti ezt a nézetet.

Zöllner fotometriai mérései szerint a Saturnus a Nap fény-sugarait kétszer erősebben veri vissza, mint a fehér homokkő, mint-hogy fényvisszaverő ereje (albedója) 0.5 értékű. A Jupiter albedója 0.72 ; s így valószínűnek látszik a feltevés, hogy a Jupiter felszíne még gyengén vörös-izzó állapotban van, a Saturnus felszínén pedig már sokkal alacsonyabb a hőmérséklet.

Minthogy a Saturnus is a Nap sugarait veri vissza, spektruma első sorban az ismeretes Fraunhofer-féle vonalakat tünteti elő. Ezen kívül azonban még más jellemző vonalakat is fedeztek föl benne, melyek a Jupiter színeképében talált abszorpcziós vonalakkal hasonló elhelyezésűek. Secchi a Saturnus színeképének vörös régiójában egy széles, igen sötét szalagot talált, mely nyugodt levegőn teljesen fekete volt. A vörös szín határvonala elmosódnak s ott is a sötét szalag nyomai mutatkoznak. A spektrum vörös és sárga színei között meglehetősen éles szalagot látni, mely a nátriumgőz jelenlétét árulja el; a sárga színeképen túl a Brewster-féle sáv jelenkezik; s ez ismét azt bizonyítja, hogy a Saturnus atmoszférájában vízgőz is van. A vízgőz jelenlétét később Janssen is kimutatta s Vogel különösen utalt arra, hogy a Saturnus atmoszférája a napsugarak kék és ibolya részeit nyeli el, minthogy különösen az egyenlítői sávok spektrumában teljesen hiányoznak.

A Saturnus maga is egy bolygórendszer középpontja: gyűrűrendszerén kívül még nyolcz hold kering körülötte. A holdak távolságai a bolygótól bizonyos sorrendet tüntetnek fel, mely azonban az 5-dik és 6-dik hold között megszakad s nem lehetetlen, hogy itt még eddig ismeretlen holdja kering, mely gyenge fénye miatt láthatatlan.

Legnagyobb holdját, Titánt, Huygens fedezte föl 1665-ben. Ez a bolygótól való távolságára nézve a hatodik helyen áll s Bessel kimerítő tanulmánya következtében a Saturnusnak legjobban ismert holdja. Pályáját a Saturnus körül 15 nap 22 óra 41'4 percz alatt futja be. Középtávolsága a bolygó középpontjától 20'7 Saturnus fél-átmérővel egyenlő. Nagyságát kezdetben kelletlenül nagyobbnak vették. Nyolczadrangú csillag fényében látszik s átmérője Schróter szerint 680 földrajzi mérföld. Mädler mérései a dorpati refraktorral kisebbnek találták, úgy hogy átmérője 400 földrajzi mérföldnyi lehet, vagyis a Merkurnak $\frac{5}{8}$ részét teszi.

Másodiknak a Saturnus 8-dik holdját fedezte föl Cassini 1671-ben, melyet J. Herschel Japetusnak nevezett el. Pályáját és tömegét még nem ismerjük kellő pontossággal. Keringési ideje 79 nap 7 óra és 54 percz. Sajátságos, hogy pályájának keleti felében teljesen eltűnik a gyengébb refraktorok látásmezejében, miből következtethetni, hogy korongjának egyik fele gyengébben veri vissza a fényt, mint a másik, s egyszersmind azt is, hogy tengelye körüli forgásának ideje a Saturnus körüli keringésének idejével ugyanaz. Pályájának excentricitása a Saturnus holdjainak eddig ismert excentricitásai között a legnagyobb.

Ugyancsak Cassini fedezte föl az 5-dik holdat, a Rheát, 1672-ben, a mely 4 nap 12 óra 25'2 percz alatt kering a bolygó körül és melynek átmérője Schröter szerint 260 földrajzi mérföld. Excentricitása igen kicsiny.

Negyedik holdja, Dione, 1684 óta ismeretes. Cassini látta először; keringési ideje 2 nap 17 óra 41'1 percz. A Saturnustól való távolsága szerint harmadik helyen áll a Thetis. Ezt is Cassini fedezte föl 1684-ben; Lamont határozta meg pályáját s azt találta, hogy 45 óra 13'5 percz alatt kering a Saturnus körül. Excentricitása kicsiny.

Második holdja Enceladus; W. Herschel fedezte föl 1789-ben. Keringési ideje 32 óra 53 percz. Excentricitása igen csekély.

A Saturnusnak első holdja, Mimos 22 óra 36'3 percz alatt kering körülötte. W. Herschel fedezte föl 1789-ben. Megfigyelése nagy nehézségekkel jár nemcsak azért, mert a Saturnus korongja s

gyűrűi csekély kitérése következtében nagyrészt elfödik, hanem leginkább tömegének kicsiny volta s gyenge fénye miatt.

Utolsónak a Saturnus 7-ik holdját 1848-ban Bond és Lassell fedezte föl; Hyperion a neve. Valamennyi között a legkisebb s a leggyengébb fényű; keringési ideje 21 nap 6 óra 48'9 percz.

A Saturnus holdjainak tömegét, nagyságát általában nagyon kevésé ismerjük, s így e tekintetben hátrább állanak a Jupiter holdjainál.

Herschel J. a Saturnus több holdjának keringési idejére vonatkozólag sajátságos kapcsolatra utalt, mely a Jupiter holdjainál tapasztaltakkal megegyező. A harmadik holdnak keringési ideje ugyanis kétszer akkora, mint az elsőé; a negyediké kétszerese a második hold keringési idejének. D'Arrest még más sajátságot is talált, azt tapasztalván, hogy a Saturnus négy első holdja $465\frac{3}{4}$ nap múlva, a bolygóhoz és a Naphoz viszonyítva, ugyanazon a helyen található, azaz a Saturnus

első holdjának	494 keringése
második holdjának	340 »
harmadik »	247 »
negyedik »	170 »

ugyanazon időtartamot adja, mely 465 nap és 18 órából áll.

A nagy társaság, mely bolygórendszerünk ezen tagját kíséri pályafutásában, a legkülönbözőbb elrendezésben csoportosulhat; igen gyakori a Saturnuson a nap- és holdfogyatkozás, a mennyiben majd az egyik, majd a másik holdja lép a bolygó árnyékkúpjába, vagy vonul el a Nap korongja előtt. Sőt nem tartozik a ritkaságok közé, hogy egyszerre több holdja tűnik el a bolygó korongja mögött a Nap fénysugarai elől. A gyűrűrendszer maga is, a Saturnus pályájához való hajlásánál fogva, majd a bolygó északi, majd meg a déli félgömbje számára takarja el a Napot s 15 esztendei éjszakát idéz elő, melybe csak a holdak derengő fénye és a csillagok pillogása varázsol némi barátságosabb hangulatot.

WONASZEK A. ANTAL.