

Saturn – encyklopedické heslo

Saturn je šiestou planétou podľa vzdialenosti od Slnka. Patrí medzi obrie planéty, je z nich druhý najväčší po Jupiteri. Doteraz poznáme 60 potvrdených mesiacov (pozorované boli aj ďalšie 3) a mohutný systém prstencov viditeľný aj malým ďalekohľadom. Saturn je viditeľný voľným okom - bol známy už v staroveku ako *vandrujúca hviezda*.

Heslo vypracoval : Doc. RNDr. Ján Svoreň, DrSc.
Astronomický ústav Slovenskej akadémie vied
astrsven@ta3.sk

Dátum aktualizácie: november 2007

Saturn – čo si má zapamätať žiak

Saturn je šiestou planétou podľa vzdialenosti od Slnka. Patrí medzi obrie planéty, je z nich druhý najväčší po Jupiteri. Saturn je viditeľný voľným okom - bol známy už v staroveku ako *vandrujúca hviezda*.

Saturn je 95-krát hmotnejší ako Zem. Stredná vzdialenosť Saturna od Slnka je 9,6 astronomických jednotiek, čo je asi 1 433 miliónov km. Saturn má najmenšiu hustotu zo všetkých planét, pri strednej hustote 687 kg m^{-3} by plával na vode. Vďaka kombinácii nízkej hustoty, rýchlej rotácie a kvapalného stavu je najviac sploštenou planétou v Slnčnej sústave.

Predpokladá sa, že Saturn, podobne ako Jupiter má malé kamenné jadro veľkosti 9 až 22 hmotností Zeme. Nad jadrom je podstatná časť planéty tvorená tekutým kovovým vodíkom. Najvrchnejšia vrstva planéty obsahuje hlavne molekulárny vodík a hélium. Zloženie Saturna je veľmi blízke zloženiu primordiálnej slnčnej hmloviny, z ktorej sa sformovala Slnčná sústava. Potvrdzuje to našu predstavu, že Jupiter a Saturn sa sformovali veľmi rýchlo po Slnku.

Plynné planéty ako Saturn, nemajú pevné povrchy, ich plynný materiál je jednoducho s klesajúcou výškou stále hustejší. Polomery a priemery uvádzané pre tieto planéty odpovedajú dohodnutej hladine, v ktorej je tlak 1 atmosféra. To, čo vidíme ako ohraničenie týchto planét, sú horné vrstvy oblakov vysoko v atmosfére.

V Saturnovej atmosfére možno občas pozorovať zaujímavé ovály podobné búrkam na Jupiteri. Najvýznamnejším útvarom je *Veľká biela škvrna*, atmosférický vír o priemere viac ako 20 000 km, ktorá sa periodicky objavuje raz za saturnovský rok (30 pozemských rokov) v čase, keď na severnej pologuli vrcholí leto.

Saturn má 60 potvrdených mesiacov a mohutný systém prstencov viditeľný aj malým ďalekohľadom. Pozorované boli aj ďalšie 3 mesiace, ktoré môžu byť veľkými oblakmi prachu v prstencoch.

V rímskej mytológii Saturn bol bohom poľnohospodárstva. Grécky ekvivalent medzi bohmi je Cronus – syn Urána a otec Zeusa (Jupitera).

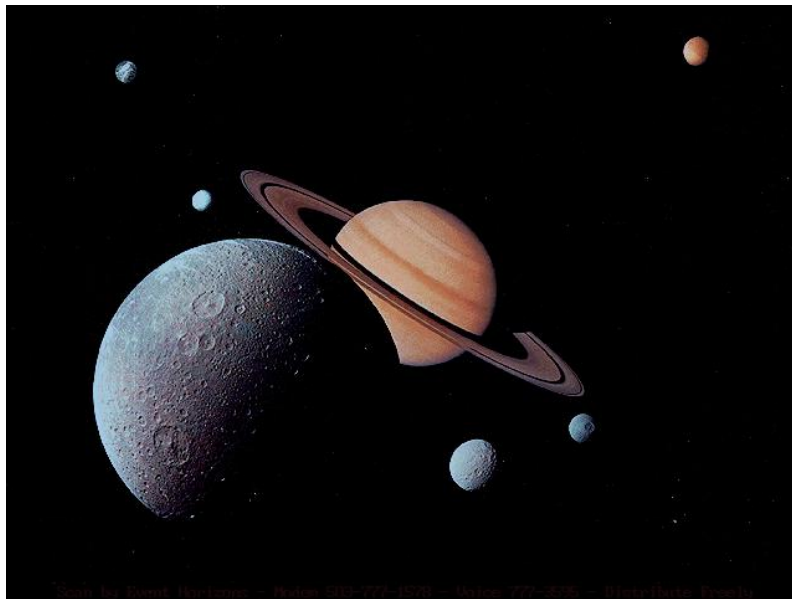


Obr. 1 – Saturn v pravých farbách na snímke Hubbleovho vesmírneho ďalekohľadu

Saturn – čo má na prípravu k dispozícii učiteľ

Všeobecné údaje

Saturn je šiestou planétou podľa vzdialenosti od Slnka. Patrí medzi obrie planéty, je z nich druhý najväčší po Jupiteri. Saturn, spolu s Jupiterom, Uránom a Neptúnom tvoria skupinu *plynných obrov*. Niekedy sú tiež nazývané *joviánskymi planétami* (joviánsky je prídavné meno od Jupiter). Saturn je 95-krát hmotnejší ako Zem. Stredná vzdialenosť Saturna od Slnka je 9,6 astronomických jednotiek, čo je asi 1 433 miliónov km. Saturn má najmenšiu hustotu zo všetkých planét, pri strednej hustote 687 kg m^{-3} by plával na vode. Vďaka kombinácii nízkej hustoty, rýchlej rotácie a kvapalného stavu je najviac sploštenou planétou v Slnčnej sústave.



Obr. 2 – Saturn s prstencami a mesiacmi (montáž)

Saturn je dobre viditeľný voľným okom – bol známy už v staroveku ako *vandrujúca hviezda*. Na zreteľné rozlíšenie prstencov však potrebujeme ďalekohľad s aspoň 20-násobným zväčšením.

Po Slnku, Mesiaci a Venuši je štvrtým najjasnejším telesom na oblohe. Bol známy už v staroveku ako *vandrujúca hviezda*. Galileo ho pozoroval v roku 1610 ako prvý ďalekohľadom, pričom si všimol jeho čudný pretiahly vzhľad spôsobený prstencami. Popísal ho ako *ušatú planétu*, neskôr sa domnieval, že ide o 3 telesá dotýkajúce sa navzájom. Prvé pozorovania Saturna boli komplikované neustálou zmenou vzájomnej polohy medzi rovinou prstencov a zorným lúčom pozorovateľa. Pri nízkom rozlíšení prvých ďalekohľadov sa preto podarilo odhaliť podstatu prstencov až Christiaanovi Huygensovi v roku 1659. Až do roku 1977 bol jedinou známou planétou s prstencami. V tomto roku boli objavené slabé prstence Urána a neskôr aj Jupitera a Neptúna.

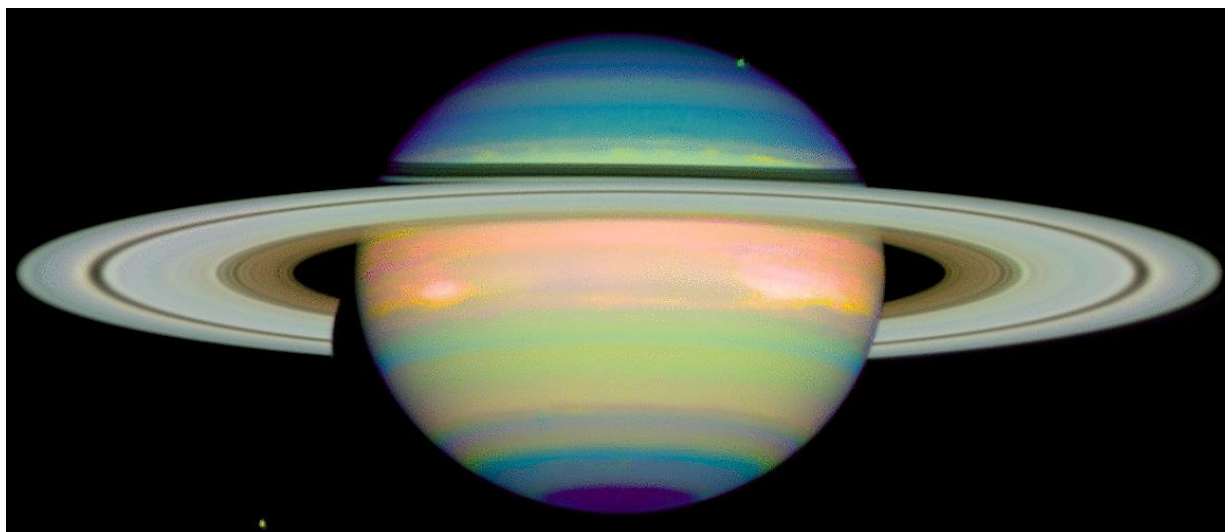
V rímskej mytológii Saturn bol bohom poľnohospodárstva. Grécky ekvivalent medzi bohmi je Cronus – syn Urána a otec Zeusa (Jupitera), babylónsky Ninurta. V hindskej astrológii mal meno Shani, starí Číňania a Japonci ho nazývali *zemskou hviezdou* (土星). Symbolom planéty je štylizované znázornenie roľníkovho kosáka ♄ (Unicode +2644).

Fyzikálne charakteristiky Saturna

rovníkový priemer	120 536 km	veľká polos dráhy	9,58 AU
polárny priemer	108 728 km	excentricita dráhy	0,0557
hustota	687 kg/m ³	sklon dráhy k ekliptike	2° 29'
hmotnosť (Zem = 1)	95	siderická obežná doba	29,66 roka
objem (Zem = 1)	764	stredná dráhová rýchlosť	9,69 km/s
teplota pre hladinu 1 bar	134 K	rotačná doba	10 hod 32 min
gravitácia (Zem = 1)	0,91	Bondovo albedo	0,34
jasnosť v opozícii	-0,2 ^m	úniková rýchlosť	35,5 km/s
sploštenie	0,098	rýchlosť vetra	do 1800 km/hod

Stavba a zloženie

Predpokladá sa, že Saturn, podobne ako Jupiter má malé kamenné jadro veľkosti 9 až 22 hmotností Zeme. Nad jadrom je podstatná časť planéty tvorená tekutým kovovým vodíkom. Táto exotická forma najrozšírenejšieho prvku je možná len vďaka obrovskému tlaku vo vnútri Saturna, a tiež aj Jupitera. Tekutý kovový vodík sa skladá z ionizovaných protónov a elektrónov, rovnako ako vo vnútri Slnka, ale pri ďaleko nižšej teplote. Pri teplote a tlaku vo vnútri Saturna je vodík kvapalinou a nie plynom. Táto vrstva pravdepodobne tiež obsahuje nejaké hélium a stopy rozličných ľadov. Najvrchnejšia vrstva planéty obsahuje hlavne molekulárny vodík a hélium.



Obr. 3 – Saturn v nepravých farbách (HST)

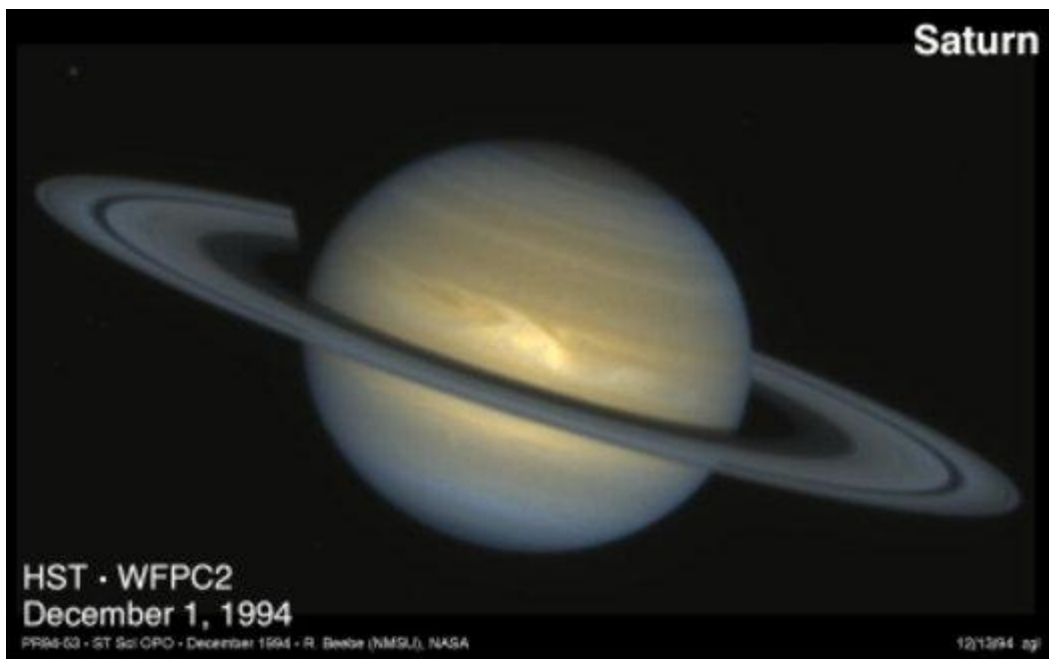
Podobne ako Jupiter aj Saturn sa skladá z približne 90% vodíka a 10% hélia (čo do počtu atómov; hmotnostne je pomer 75:25), so stopami metánu, vody, čpavku a „skál“ na báze kremičitanov. Je to veľmi blízke zloženiu primordiálnej slnečnej hmloviny, z ktorej sa sformovala Slnečná sústava. Potvrďuje to našu predstavu, že Jupiter a Saturn sa sformovali veľmi rýchlo po Slnku.

Saturn, podobne ako Jupiter, vyžaruje do priestoru až 2,5-krát viac energie ako získava zo Slnka. Vnútro Saturna je horúce: jadro má teplotu okolo 11 700 K. Teplo vzniká Kelvinovým-Helmholtzovým mechanizmom, t. j. pomalým gravitačným stláčaním planéty. Saturn nevytvára energiu jadrovou fúziou ako Slnko (!) – je príliš malý a v jeho jadre nie je dostatočne vysoká teplota na spustenie jadrovej reakcie. Mechanizmus gravitačného stláčania

nevysvetľuje dostatočne množstvo produkovanej energie, takže vo vnútri Saturna musia byť prítomné aj ďalšie procesy uvoľňujúce energiu.

Atmosféra

Plynné planéty ako Saturn, nemajú pevné povrchy, ich plynný materiál je jednoducho s klesajúcou výškou stále hustejší. Polomery a priemery uvádzané pre tieto planéty odpovedajú dohodnutej hladine, v ktorej je tlak 1 atmosféra. To, čo vidíme ako ohraničenie týchto planét, sú horné vrstvy oblakov vysoko v atmosfére. Vonkajšia atmosféra Saturna obsahuje okrem molekulárneho vodíka (93,2%) a hélia (6,7%) aj metán (0,2%), vodnú paru, čpavok, acetylén, etán, fosfín a ďalšie jednoduché molekuly prítomné v stopových množstvách. Horná vrstva oblakov je zložená z kryštálikov čpavku, zatiaľ čo dolná vrstva sa pravdepodobne skladá z hydrogénsulfidu amónneho (NH_4SH) a vody. V atmosfére Saturna je hélium zastúpené oveľa menej v porovnaní so zložením Slnka (i Jupitera).



Obr. 4 – búrka na Saturne

V atmosfére Saturna, podobne ako u Jupitera, sa vyskytuje vysokorýchlostné prúdenie (vietor), ktoré je ohraničené v širokých pásoch rovnobežných s rovníkom a dosahuje rýchlosti až 1800 km/hod (sú to najvyššie rýchlosti vetra v celej Slnčnej sústave). Spodná vrstva oblakov hrúbky asi 10 km má teplotu $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ a je tvorená vodným ľadom. Nad ňou je 50 km hrubá vrstva kryštálikov hydrogénsulfidu amónneho s priemernou teplotou $-93\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ďalšou je 80 km hrubá vrstva oblakov čpavkového ľadu s teplotou $-153\text{ }^{\circ}\text{C}$. Najvyššie sa nachádza vrstva zložená z molekulárneho vodíka a hélia hrubá až 270 km s oblakmi, ktorých vrcholky môžeme pozorovať.

Veľká biela škvrna

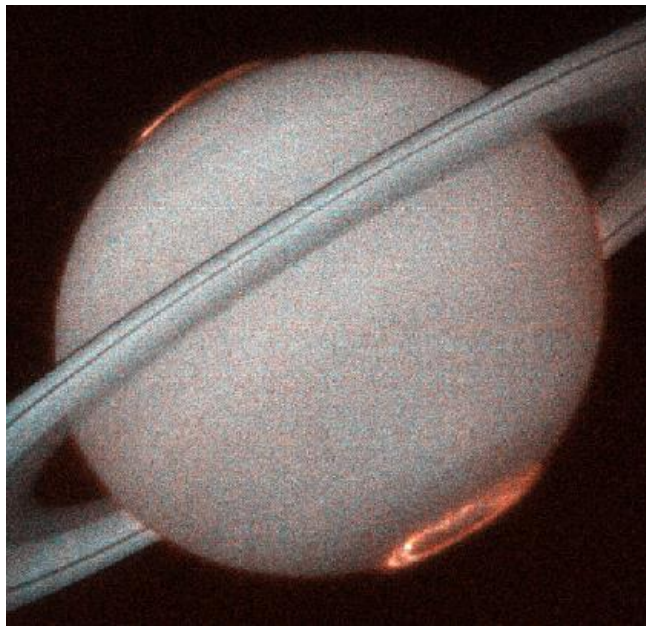
V Saturnovej atmosfére možno občas pozorovať zaujímavé ovály podobné búrkam na Jupiteri. Škvrny však trvajú len obmedzenú dobu, nemajú dlhodobý charakter ako na Jupiteri. Najvýznamnejším útvarom je *Veľká biela škvrna* (Great White Spot) – atmosférický vír o priemere viac ako 20 000 km, ktorá sa periodicky objavuje raz za saturnovský rok (teda 30 pozemských rokov) v čase, keď na severnej pologuli vrcholí leto. Pozorovaná bola v rokoch

1876, 1903, 1933 a 1960. V roku 1990 ju podrobne študoval Hubbleov vesmírny ďalekohľad. Ak sa zachová periodicita, najbližšie ju budeme môcť vidieť v roku 2020.

Magnetosféra

Saturn má magnetické pole, ktorého veľkosť je približne 1/20 mimoriadne silného Jupiterovho. Je dokonca o niečo slabšie aj v porovnaní s magnetickým poľom Zeme. Saturnove magnetické pole je jednoduché symetrické pole – magnetický dipól. V porovnaní s Jupiterom je aj magnetosféra Saturna menšia – aj tak však siaha až za dráhu mesiaca Titan.

Magnetické pole vzniká podobne ako na Jupiteri. Zdrojom je elektricky vodivý kvapalný vodík, ktorý vyplňa vnútro Saturna. Na Saturne boli tiež zaznamenané polárne žiary, nedosahujú však intenzitu jupiterovských.



Obr. 5 – polárna žiara na Saturne a jej rýchle zmeny

Mesiace Saturna

Doteraz poznáme 60 potvrdených mesiacov a mohutný systém prstencov viditeľný aj malým ďalekohľadom. Pozorované boli aj ďalšie 3 nepotvrdené mesiace, ktoré môžu byť veľkými oblakmi prachu v prstencoch. V prstencoch Saturna sa totiž vyskytujú zhustenia, ktoré sa prakticky nelíšia od mesiacov – technicky je veľmi ťažké stanoviť hranicu medzi veľkými časticami prstencov a drobnými mesiacmi.

Z mesiacov, pre ktoré poznáme doby rotácií, majú všetky, s výnimkou Phoebe a Hyperiona, viazanú rotáciu (otočia sa okolo svojej osi za rovnaký čas ako obehnú okolo Saturna, takže sú k nemu stále otočené rovnakou časťou).

Tri páry Mimas-Tethys, Enceladus-Dione a Titan-Hyperion interagujú gravitačne tak, že majú vytvorené stabilné vzťahy medzi svojimi dráhami. Obežná doba Mimasu je presne polovica obežnej doby Tethysa, teda sú v rezonancii 1:2. Enceladus a Dione sú tiež v rezonancii 1:2 a Titan s Hyperionom sú v rezonancii 3:4.

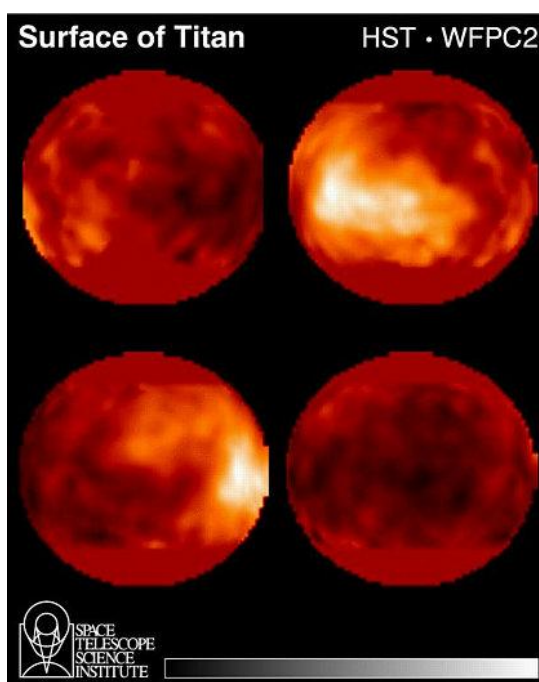
Mesiace Saturna

Po- ra- die	meno	označenie		elementy dráhy				prie- mer (km)	rok objavu
		defini- tívne	predbežné	veľká polos(km)	excentri- cita	sklon	obežná doba(dni)		
1	Mimas	I	-	185 600	0,021	1,57	0,94	397	1789
2	Enceladus	II	-	238 100	0	0,01	1,37	499	1789
3	Tethys	III	-	294 700	0	0,17	1,89	1060	1684
4	Dione	IV	-	377 400	0	0,00	2,74	1118	1684
5	Rhea	V	-	527 100	0,001	0,33	4,52	1528	1672
6	Titan	VI	-	1 221 900	0,029	1,63	15,95	5150	1655
7	Hyperion	VII	-	1 464 100	0,018	0,57	20,92	266	1848
8	Iapetus	VIII	-	3 560 800	0,028	7,57	79,35	1436	1671
9	Phoebe	IX	-	12 944 300	0,164	174,8	550,0	240	1898
10	Janus	X	-	151 500	0,007	0,16	0,70	178	1980
11	Epimetheus	XI	-	151 400	0,021	0,34	0,70	119	1980
12	Helene	XII	-	377 400	0	0,21	2,74	32	1980
13	Telesto	XIII	-	294 700	0,001	1,16	1,89	24	1980
14	Calypso	XIV	-	294 700	0,001	1,47	1,89	19	1980
15	Atlas	XV	-	137 700	0	0	0,60	32	1980
16	Prometheus	XVI	-	139 400	0,002	0	0,61	32	1980
17	Pandora	XVII	-	141 700	0,004	0	0,63	84	1980
18	Pan	XVIII	-	133 600	0	0	0,58	20	1981
19	Ymir	XIX	-	23 040 000	0,335	173,1	1306	18	2000
20	Paaliaq	XX	-	15 200 000	0,364	45,13	699,8	22	2000
21	Tarvos	XXI	-	17 983 000	0,531	33,82	900,5	15	2000
22	Ijiraq	XXII	-	11 124 000	0,316	46,44	438,1	12	2000
23	Suttungr	XXIII	-	19 459 000	0,114	175,8	1014	7	2000
24	Kiviuq	XXIV	-	11 111 000	0,334	45,71	437,4	16	2000
25	Mundilfari	XXV	-	18 685 000	0,210	167,3	953,8	7	2000
26	Albiorix	XXVI	-	16 182 000	0,478	33,98	68,7	32	2000
27	Skathi	XXVII	-	15 541 000	0,270	152,6	723,5	8	2000
28	Erriapo	XXVIII	-	17 343 000	0,474	34,62	852,9	10	2000
29	Siarnaq	XXIX	-	17 531 000	0,295	45,56	866,8	40	2000
30	Thrymr	XXX	-	20 474 000	0,470	176,0	1094	7	2000
31	Narvi	XXXI	-	19 007 000	0,431	145,8	978,5	7	2003
32	Methone	XXXII	-	194 000	0	0	1,01	3	2004
33	Pallene	XXXIII	-	211 000	0	0	1,14	4	2004
34	Polydeuces	XXXIV	-	377 400	0	0	2,74	4	2004
35	Daphnis	XXXV	-	136 500	0	0	0,60	7	2005
36	Aegir	XXXVI	-	20 735 000	0,252	166,7	1115	6	2004
37	Bebhionn	XXXVII	-	17 119 000	0,469	35,01	836,4	6	2004
38	Bergelmir	XXXVIII	-	19 338 000	0,142	158,5	1004	6	2004
39	Bestla	XXXIX	-	20 129 000	0,521	145,2	1066	7	2004
40	Farbauti	XL	-	20 390 000	0,206	156,4	1087	5	2004
41	Fenrir	XLI	-	22 453 000	0,136	164,9	1256	4	2004
42	Fornjot	XLII	-	25 108 000	0,206	170,4	1486	6	2004
43	Hati	XLIII	-	19 856 000	0,372	165,8	1045	6	2004
44	Hyrrokkin	XLIV	-	18 437 000	0,333	151,4	934,9	8	2004
45	Kari	XLV	-	22 118 000	0,478	156,3	1228	7	2006
46	Loge	XLVI	-	23 065 000	0,187	167,9	1308	6	2006
47	Skoll	XLVII	-	17 665 000	0,464	161,2	876,8	6	2006
48	Surtur	XLVIII	-	22 707 000	0,451	177,5	1278	6	2006
49	Anthe	XLIX	-	197 700	0,001	0,10	1,04	1	2004
50	Jarnsaxa	L	-	18 811 000	0,216	163,3	963,4	6	2006
51	Greip	LI	-	18 206 000	0,326	179,8	917,3	6	2006
52	Tarqeq	LII	-	18 009 000	0,160	46,09	902,5	7	2007
53	-	-	S/2004 S07	19 800 000	0,580	165,1	1040	6	2004

54	-	-	S/2004 S12	19 650 000	0,401	164,0	1029	5	2004
55	-	-	S/2004 S13	18 450 000	0,273	167,4	935,8	6	2004
56	-	-	S/2004 S17	18 600 000	0,259	166,6	947,3	4	2004
57	-	-	S/2006 S1	18 981 135	0,130	154,2	976,5	6	2006
58	-	-	S/2006 S3	21 132 000	0,471	150,8	1147	6	2006
59	-	-	S/2007 S2	16 560 000	0,218	176,7	795,8	6	2007
60	-	-	S/2007 S3	20 518 500	0,130	177,2	1098	5	2007

Z potvrdených 60 mesiacov bolo 52 pomenovaných. Väčšina mesiacov je veľmi malá: 34 má menší priemer ako 10 km a ďalších 13 menší ako 50 km. Len 7 bolo dostatočne veľkých na to, aby vplyvom hydrostatickej rovnováhy vytvorili kváziguľové tvary.

Najväčším Saturnovým mesiacom je Titán s polomerom 2575 km, jediný mesiac v Slnčnej sústave, ktorý má hustú atmosféru. Po Slnku, 8 planétach a Jupiterovom mesiaci Ganymede, Titan je jedenáctym najväčším telesom Slnčnej sústavy. Bol objavený Huygensom už v roku 1655. Existujú na ňom metánové a etánové jazerá a náznaky riečneho systému.



Obr. 6 – povrch mesiaca Titán

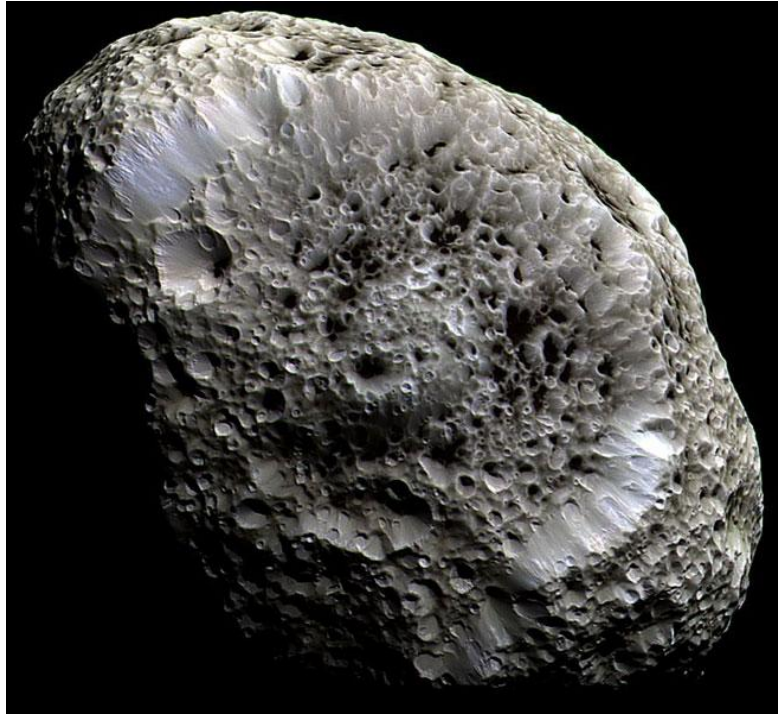
V rokoch 1671-1684 objavil J.D. Cassini ďalšie 4 mesiace: Iapetus, Rhea, Tethys a Dione. Po viac ako 100 rokoch v roku 1789 objavil W. Herschel mesiace Mimas a Enceladus a v roku 1848 bol objavený Hyperión. Posledným mesiacom objaveným pred érou kozmických objavov bol Pickeringov objav mesiaca Phoebe v roku 1899.

Druhý najväčší mesiac Saturna je Rhea. Skladá sa z vodného ľadu a má kamenné jadro. Medzi zaujímavé mesiace patrí aj Enceladus, na ktorom boli objavené mohutné vodné gejzíry.

Mesiac Enceladus má najväčšie albedo zo všetkých známych telies v Slnčnej sústave – až 0,99.

Mimoriadne zaujímavý obraz poskytuje mesiac Saturna Hyperión. V rokoch 2005 a 2006 bol Hyperión spolu so Saturnom a jeho ďalšími mesiacmi skúmaný sondou Cassini, od ktorej sa oddelilo letové púzdro Huygens, ktoré vstúpilo do atmosféry Titánu (Cassini-Huygens je spoločným projektom NASA, ESA a talianskej ASI). Okrem niekoľkých snímok zo strednej vzdialenosti sa 26. septembra 2005 uskutočnil blízky prelet len 500 km od povrchu Hyperióna. Zistená hustota je približne len polovica hustoty vody, zloženie prevažne vodný ľad s malým

množstvom prachových zŕn, štruktúra značne pôrovitá (popis sa bezvýhradne hodí aj našu predstavu o kometárnom jadre). Jeho albedo 0,2-0,3 svedčí o tenkej povrchovej vrstve tmavého materiálu, podľa analýz z 2007 je tam významne zastúpený organický materiál. V plytkých kráteroch boli zistené uhl'ovodíky, ktorých prítomnosť znamená, že zlúčeniny potrebné pre život sa vyskytujú na rôznych miestach Slnecnej sústavy.



Obr. 7 - špongiovitý vzhľad Saturnovho mesiaca Hyperión na snímke zo sondy Cassini.

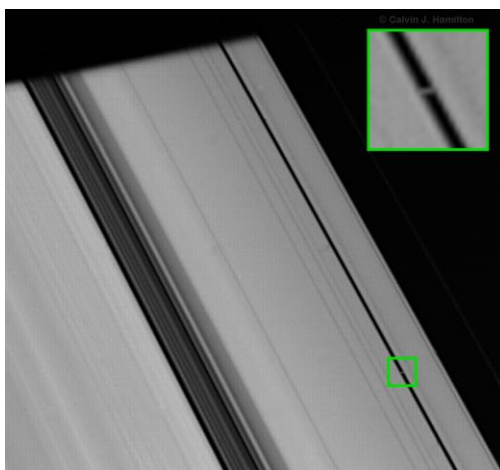
Mesiac Iapetus má viazanú rotáciu. Na prednej pologuli je tmavý, s albedom 0,05, na zadnej je svetlý, s albedom 0,5. Príčinou tmavého povrchu môže byť metán uvoľňovaný pri výbuchoch z vnútra Iapetusa alebo meteorický materiál dopadom meteoritov z povrchu Phoebe a zachytávaný čelnou pologuľou Iapeta.

Epimetheus, 11. mesiac Saturna tvorí zaujímavú dynamickú dvojicu s mesiacom Janus, pretože sa pohybujú po veľmi podobných dráhach, ktoré si približne každé 4 roky vymieňajú (v jednom období je trochu bližšie k Saturnu Epimetheus, a preto sa pohybuje rýchlejšie, po dobehnutí Janusa sa presunie na dráhu bližšiu k Saturnu Janus atď.). Oba mesiace boli pôvodne asi súčasťou väčšieho telesa, ktoré sa po zrážke rozpadlo.

Mesiac Saturna Helene sa pohybuje v blízkosti libračného centra L_4 sústavy Saturna a väčšieho mesiaca Dione. Pôvodne mal meno *Dione B*.

Mesiac Calypso sa pri svojom obehu okolo Saturna, rovnako ako ďalší malý mesiac Telesto, pohybuje v blízkosti libračných centier L_4 a L_5 sústavy Saturna a väčšieho mesiaca Tethys.

Mesiac Phoebe je najvzdialenejší zo Saturnových mesiacov. Pohybuje sa retrográdne v rovine ekliptiky, kým ostatné mesiace obiehajú okolo Saturna prográdne v rovine jeho rovníka. Phoebe je pravdepodobne zachytený asteroid.



Obr. 8 – mesiačik Pan v Enckeho delení v sústave prstencov

Saturnove mesiace delíme do 7 hlavných skupín:

I. Pastierske mesiace (5) – Pan, Daphnis, Atlas, Prometheus, Pandora.

II. Koorbitály (2) – Epimetheus, Janus.

III. Vnútorne veľké a Trójania (11) – Mimas, Methone, Anthe, Pallene, Enceladus, Tethys, Telesto, Calypso, Dione, Helene, Polydeuces.

IV. Vonkajšie veľké (4) – Rhea, Titan, Hyperion, Iapetus.

V. Inuitská skupina (5) – Kiviuq, Ijiraq, Paaliaq, Siarnaq, Tarqeq.

VI. Severská skupina (29) – Phoebe, Skathi, S/2007 S2, Skoll, S/2004 S13, Greip, Hyrrokkin, Mundilfari, Jarnsaxa, S/2006 S1, S/2004 S17, Narvi, Bergelmir, Aegir, Suttungr, S/2004 S 12, Bestla, Farbauti, Hati, S/2004 S7, Thrymr, S/2007 S3, S/2006 S3, Surtur, Kari, Fenrir, Ymir, Loge, Fornjot.

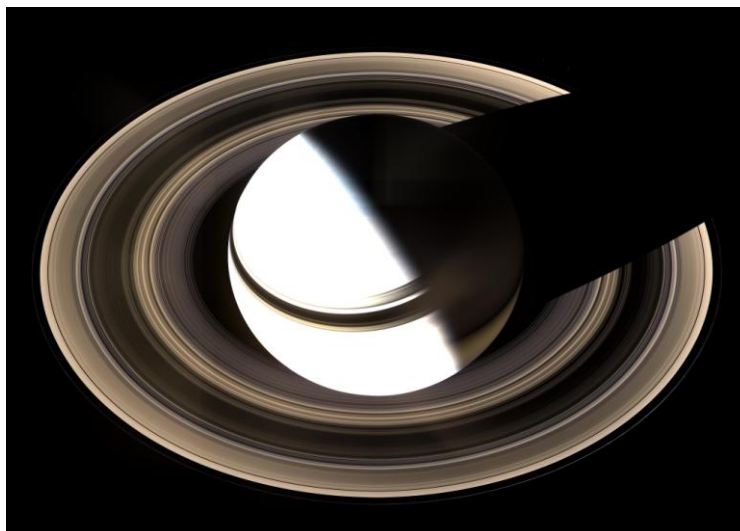
VII. Galská skupina (4) – Albiorix, Bebhionn, Erriapo, Tarvos.

Prstence Saturna

Prstence Saturna sú veľmi dobre viditeľné už malým ďalekohľadom alebo výkonným triédrom. Za dobrých podmienok ľahko rozlíšime medzeru v prstencoch, ktorá sa volá Cassiniho delenie. Vnútorný okraj najbližšieho D-prstenca je len 7 000 km nad povrchom Saturna. Rozdelenie, ktoré uvádzame v tabuľke nie je jednoznačné, keďže medzery a delenia nie sú celkom prázdne a prstence nie sú kruhové.

V roku 1859 J.C. Maxwell dokázal, že prstence nemôžu byť pevné, ale že sa skladajú z množstva drobných častí, ktoré obiehajú okolo planéty samostatne. Koncom 19. storočia bol Maxwellov záver potvrdený spektroskopickými pozorovaniami. Materiál Saturnových prstencov je veľmi svetlý (0,2-0,6). Typický rozmer častí v prstencoch je od centimetra do niekoľkých metrov, výnimočne sa však vyskytuje aj niekoľko kilometrových balvanov. Väčšinou ide o ľadové zrná, vyskytujú sa aj kamienky a prachové zrná pokryté ľadom. Saturnove prstence sú mimoriadne tenké – pri šírke viac ako 250 000 km je ich hrúbka menšia ako 1 km.

Pôvod Saturnových prstencov (ani prstencov ďalších planét) nie je známy. Hoci môžu existovať od vzniku planét, prstence nie sú stabilné a musia byť dopĺňané pokračujúcimi procesmi, snáď rozpadmi väčších mesiacov. Súčasný systém prstencov môže byť starý len niekoľko stoviek miliónov rokov.



Obr. 9 – Saturnov systém prstencov s tieňom planéty

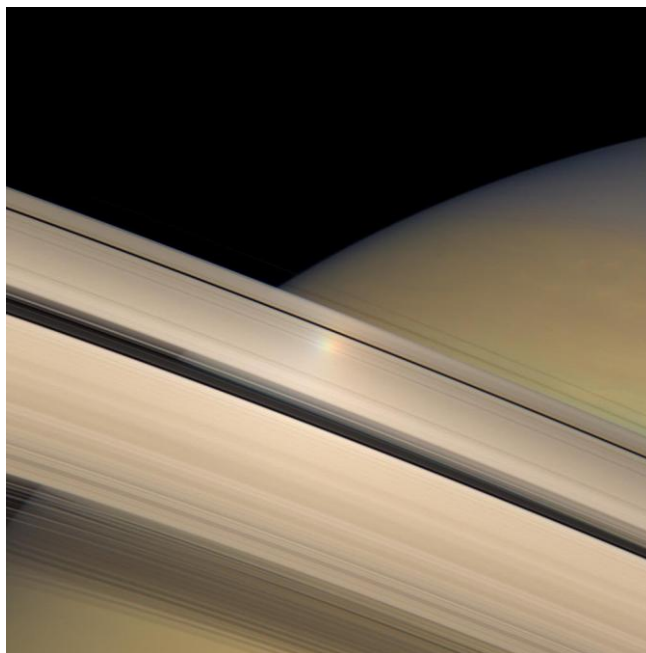
Saturnov najvzdialenejší F-prstenec je zložitou štruktúrou skladajúcou sa niekoľkých prstencov vzájomne poprepletaných. Existujú zložité rezonancie medzi niektorými mesiacmi Saturna a sústavou prstencov: niektoré z mesiacov nazývané „pastierske mesiace“ (napr. Atlas, Prometheus a Pandora) sú zodpovedné za zotrvávanie prstencov na ich miestach; Mimas je napr. zodpovedný za nedostatok materiálu v Cassiniho delení. Celý systém mesiacov a prstencov je veľmi zložitý a zatiaľ detailne nerozumieme ako vznikol a ako funguje.



Obr. 10 – Saturnove prstence a medzery

meno	vzdialenosť [km]	šírka [km]
D-prstenec	67 000	7 500
Guerinovo delenie	74 500	0 - 100
C-prstenec	74 500	17 500
Maxvellovo delenie	87 500	500
B-prstenec	92 000	25 500
Cassiniho delenie	115 800	4 800
A-prstenec	122 200	14 600
Enckeho delenie	133 410	3 400
F-prstenec	140 210	30 - 500
G-prstenec	165 800	8 000
E-prstenec	180 000	300 000

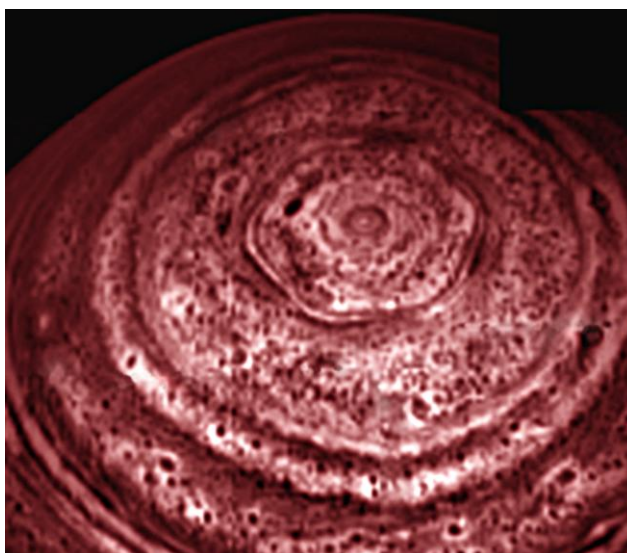
Pozn.: vzdialenosti sú od stredu Saturna k vnútornému okraju



Obr. 11 – dúha na prstenci Saturna

Satelitný výskum

Ako prvá navštívila Saturn sonda *Pioneer 11* v roku 1979, neskôr sondy *Voyager 1* a *2*. 1. júla 2004 priletela k Saturnu sonda *Cassini*, od ktorej sa oddelil modul *Huygens*, ktorý pristál na mesiaci *Titan* a viac než hodinu z neho posielal údaje späť na Zem. Sonda *Cassini* pokračovala v skúmaní Saturnovho systému z obežnej dráhy. Pri pozorovaní v infračervenom svetle objavila sonda *Voyager 1* šesťuholníkovú štruktúru oblakov v blízkosti pólu, ktorú neskôr pozorovala aj sonda *Cassini*. Astronómi zistili, že ide o najteplejšiu oblasť na Saturne s teplotou $-122\text{ }^{\circ}\text{C}$, zatiaľ čo normálna teplota na Saturne je $-139\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Obr. 12 – severná polárna šesťuholníková štruktúra v oblačnom systéme Saturna.

WWW STRÁNKY O SATURNE

http://astroportal.sk/sol_syst/saturn.html

<http://seds.org/nineplanets/nineplanets/saturn.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/Saturn_%28planet%29

http://referaty.atlas.sk/prirodne_vedy/fyzika_a_astronomia/19820

<http://pds.jpl.nasa.gov/planets/choices/saturn1.htm>

<http://solarsystem.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Saturn>

<http://sk.wikipedia.org/wiki/Saturn>

<http://planety.astro.cz/saturn/>

<http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/Saturn>

<http://spaceflightnow.com/cassini/040816newmoons.html>

<http://www.solarviews.com/eng/vgrsat.htm>