

SISTEMUL SOLAR

Autor: Gabriela Costache

CUPRINS:

❖ SOARELE	pg. 2
❖ PLANETA MERCUR	pg. 12
❖ PLANETA VENUS	pg. 19
❖ PLANETA TERRA	pg. 25
❖ PLANETA MARTE	pg. 38
❖ PLANETA JUPITER	pg. 46
❖ PLANETA SATURN	pg. 58
❖ PLANETA URANUS	pg. 71
❖ PLANETA NEPTUN	pg. 81
❖ CENTURA DE ASTEROIZI	pg. 87
❖ CENTURA KUIPER	pg. 93
❖ NORUL LUI OORT	pg. 100

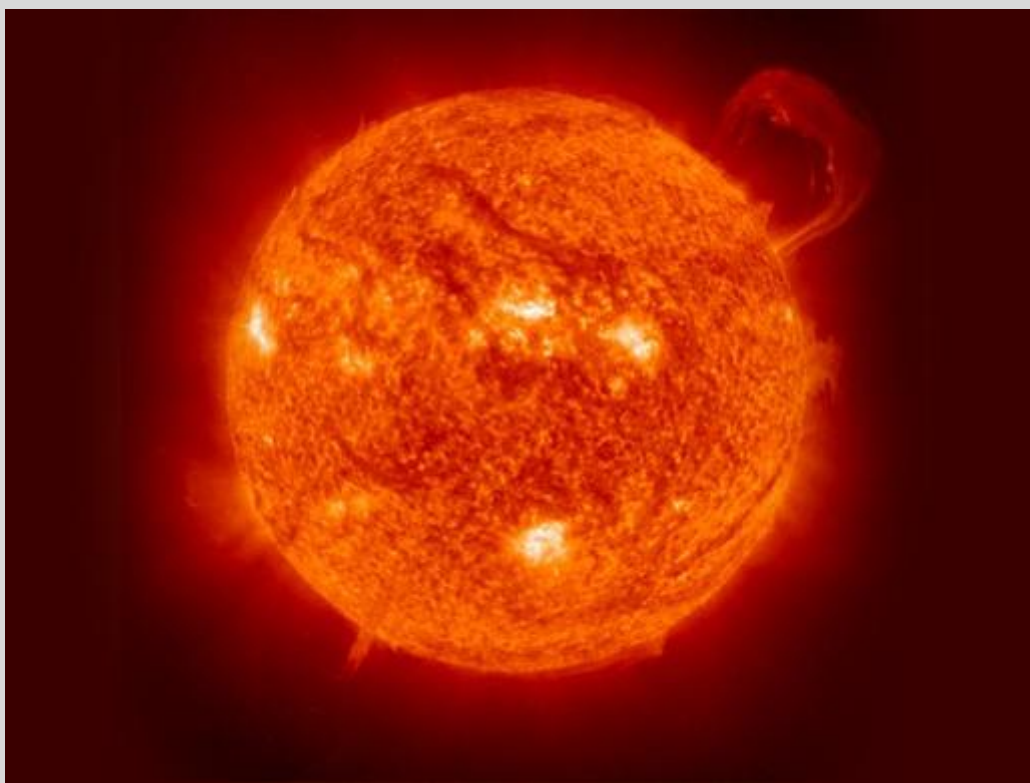
Publicat de: Scientia.ro
16 iunie 2012
București

Autor: Gabriela Costache

Website: www.scientia.ro

SOARELE

Soarele a fost glorificat de civilizațiile străvechi și ridicat la rang de zeitate, a slujit la alcătuirea calendarelor pe care se bazau evenimentele din viața oamenilor acelor vremuri, a reprezentat mereu o parte importantă a vieții fizice, dar mai ales a celei spirituale.



Soarele, gigantul sistemului solar, este de fapt o stea normală, modestă ca mărime, temperatură și manifestări. Soarele este o stea de tip G2V, aflat în secvența principală (perioada de maturitate a stelei), chiar la mijlocul acesteia. Stelele cu adevărat masive există în număr mic, pe când stelele mici, ca piticele roșii, sunt extrem de numeroase.

Soarele este o stea solitară, spre deosebire de multe alte stele asemănătoare. Peste două treimi din stelele vizibile sunt prinse în sisteme duble sau multiple; și totuși, tendința generală este a sistemelor cu stea unică; cele mai multe pitice roșii, ce întrec cu mult ca număr restul stelelor, se prezintă în sisteme singulare.

Soarele s-a format în centrul unei nebuloase gazoase. Modelele computerizate de evoluție stelară arată că ar avea vârsta de 4,57 miliarde ani, aflându-se aproximativ la jumătatea vieții sale. Neavând destulă masă pentru a exploda într-o supernovă, viitorul său îl va reprezenta transformarea în gigantă roșie, peste 4-5 miliarde ani, iar straturile superioare se vor extinde pe măsură ce hidrogenul din nucleu se consumă.

Orbitele planetelor interioare vor fi înghițite, eventual și cea a Pământului. Se poate însă ca masa pe care Soarele o va pierde până la stadiul de a ajunge o gigantă roșie să împingă orbita Terrei în exterior. Totuși, clima nu va fi deloc favorabilă, atmosfera și oceanele evaporându-se complet.

Odată faza de gigantă roșie încheiată, puternicele pulsații termice vor determina aruncarea în spațiu a straturilor superioare ale stelei, formând o nebuloasă planetară. În urmă nu va rămâne decât nucleul, dens și fierbinte, ce se va răci treptat timp de multe miliarde de ani.

Soarele orbitează în jurul centrului Căii Lactee la o distanță de 25.000-28.000 a.l. de centrul galactic, o revoluție durând 225-250 milioane ani. Viteza cu care se deplasează Sistemul Solar este de 217 km/s, ceea ce înseamnă un an-lumină la fiecare 1.400 ani sau 1 UA la fiecare 8 zile.

Deși este doar o stea de dimensiune mijlocie, Soarele conține mai mult de 99% din masa întregului Sistem Solar. Este o sferă aproape perfectă, axa polară diferind de cea ecuatorială doar cu 10 km.

Soarele orbitează în jurul centrului de greutate al Sistemului Solar, care este situat aproape de suprafața sa, în special datorită masei mari a planetei Jupiter. Forța centrifugă la nivelul ecuatorului produsă de rotația lentă a Soarelui este de 18 milioane de ori mai slabă decât forța gravitațională. Efectele mareice ale planetelor sunt mult prea slabe pentru a produce o deformare.

Soarele este cea mai apropiată stea de Pământ, la o distanță de aproximativ 149,6 milioane km. Această distanță este considerată o mărime de măsurare a lungimii, numită *unitate astronomică* (UA), folosită pentru măsurarea

distanțelor din sistemul solar. Uriașa sferă de gaz ionizat asigură fotosinteza plantelor, este sursa principală a combustibililor fosili, ne dă anotimpurile, curenții oceanici și clima.

Soarele devine tot mai luminos cu timpul. La început, curând după formarea Terrei, Soarele strălucea doar cu 75% din forța cu care o face astăzi.

Soarele este de 332.900 ori mai masiv decât Pământul și conține 99,86% din masa întregului Sistem Solar. Adună la un loc, prin forța sa gravitațională, toate corpurile ce fac parte din acest sistem. Diametrul Soarelui este de 1.390.000 km, iar temperatura din centru este de 15.600.000 K, pe când cea de la suprafață este de doar 5.700 K (exceptând petele solare).

Straturile superioare ale Soarelui se rotesc diferit față de nucleu. Iar straturile de la ecuator se rotesc diferit față de cele de la poli. Aceste lucruri se întâmplă deoarece steaua nu este un corp solid precum Terra, ci gazos. Doar nucleul său se comportă ca un corp solid (din cauza presiunii foarte mari care îl ține compact).

Soarele emite radiație de intensitate relativ scăzută compusă din particule încărcate electric (în special protoni și electroni), cunoscută ca vânt solar, ce se propagă cu 450 km/s.

CICLUL SOLAR

Materia solară se găsește sub formă de gaz sau plasmă, datorită temperaturii foarte mari. Acest lucru face posibil ca Soarele să se rotească la nivelul ecuatorului mai repede (în 25 de zile), decât la latitudini mai mari (35 de zile). Rotația diferită duce la tensionarea liniilor de câmp magnetic, producând pete și proeminențe solare.

Ciclul solar se datorează faptului că nucleul nu se comportă întotdeauna identic. Astfel, pe măsură ce reacțiile de fuziune consumă hidrogenul, temperatura și presiunea încep să scadă, determinând o relaxare, o creștere în volum. Însă reducerea presiunii face ca masa să nu mai poată suporta gravitația, astfel că se produce un mic colaps, ceea ce duce din nou la creșterea presiunii și temperaturii, și la reluarea ciclului.

Ciclul solar reprezintă o perioadă de 22 ani în care câmpul magnetic solar se rotește cu 360 de grade, polii magnetici inversându-se. Activitatea magnetică

are o influență importantă asupra activității stelei. Ciclul prezintă un maxim o dată la aproximativ fiecare 11 ani și, de asemenea, un minim. Maximul se caracterizează prin pete solare frecvente, explozii solare dese și puternice, intensificarea tuturor fenomenelor solare în general.

Petele solare sunt regiuni în care activitatea magnetică este foarte puternică, ceea ce duce la o temperatură mai scăzută (dar încă fierbinte!) față de zona înconjurătoare; au o luminozitate mai slabă. Temperatura acestor pete se situează între 4.000-4.500 K, față de temperatura normală la suprafață de puțin peste 5.700 K.

Petele solare sunt partea vizibilă a fluxurilor magnetice din zona convectivă. Dacă stresul asupra fluxului atinge o anumită limită, acesta se va bucla cu capetele spre suprafața Soarelui. Petele apar în general în perechi și au polarități opuse. Ele migrează de-a lungul ciclului solar, apropiindu-se de ecuator în perioada de maxim. Sunt ușor de observat cu un telescop mic, cu protecția adecvată.

ECLIPSELE SOLARE

Eclipsa solară implică Soarele, Luna și Pământul. Acestea trebuie să fie aliniat, Luna trecând printre Soare și Terra. Discul lunar va acoperi un timp scurt discul solar.

Acest eveniment are loc numai în cazul în care Luna este nouă, însă nu în fiecare lună. Planul orbitei Lunii este înclinat cu 5 grade față de ecliptică. Eclipsa are loc astfel în două poziții lunare, numite *noduri*, unde orbita Lunii intersectează orbita terestră.

Eclipsele pot fi de trei feluri: parțiale (când discul solar nu este acoperit complet de cel lunar); inelare (când Luna este depărtată de Terra și mărimea ei aparentă pe cer este mai mică decât a Soarelui); totale (când Soarele este acoperit complet de Lună). Durata maximă a unei eclipse totale de Soare este de 7 minute.

În timpul eclipsei totale se poate observa coroana solară (altfel invizibilă datorită luminii foarte puternice) și, de asemenea, părți din cromosferă. Cerul se va întuneca brusc, ca după o jumătate de oră de la apusul Soarelui, pe cer apărând cele mai strălucitoare stele și planete la momentul respectiv.

Temperatura poate scădea și chiar pot apărea unele fenomene meteorologice, datorită diferențelor de temperatură ale maselor de aer.

ATENȚIE! Nu priviți niciodată spre Soare direct, poate cauza orbire temporară sau permanentă! Nu folosiți niciodată instrumente astronomice fără protecția necesară când studiați Soarele, lumina amplificată a acestuia putând cauza orbire permanentă și arsuri!

COMPOZIȚIA SOARELUI

Soarele face parte din a treia generație de stele apărute în Univers. Abundența elementelor grele, ce se pot forma doar în interiorul stelelor foarte fierbinți sau imediat după explozia unei supernove, confirmă această teorie.

Clasa spectrală din care face parte Soarele este G2V. G2 înseamnă că temperatura la suprafață este de aproximativ 5.500 K, culoarea este albă (atmosfera îi dă un efect de gălbui). Spectrul conține linii de metale ionizate și neutre și, de asemenea, ale hidrogenului. V înseamnă că se află în *secvența principală*, generând energie prin fuziunea hidrogenului și aflându-se în echilibru hidrostatic.

În galaxia noastră există peste 100 de milioane de stele ce fac parte din această clasă spectrală, deci sunt foarte asemănătoare cu Soarele nostru.

Compoziția Soarelui (în funcție de numărul de atomi): 92.1% H; 7.8% He; 0.061% O ; 0.030% C ; 0.0084% N ; 0.0076% Ne ; 0.0037% Fe ; 0.0031% Si ; 0.0024% Mg ; 0.0015% S ; 0.0015% alte elemente.

STRUCTURA SOARELUI

La fel ca Pământul, Soarele este compus din mai multe straturi ce îi definesc structura. Însă, spre deosebire de Terra, acesta este complet gazos și nu are o suprafață bine determinată. Temperatura și densitatea cresc dramatic cu cât înaintăm spre centru. În centru densitatea atinge 150 g/cm³, pe când în coroană abia atinge 1x10⁻¹⁵ g/cm³, asemănător cu vidul produs în laboratoarele pământene.

Structura Soarelui este însă bine definită. Interiorul solar nu este direct observabil, acesta fiind opac la radiația electromagnetică. Helioseismologia folosește undele produse de cutremurele solare pentru a măsura și vizualiza structura internă.

NUCLEUL - sursa energiei solare

Nucleul Soarelui este sursa întregii energii solare. Nucleul solar este considerat a se extinde la peste 20% din rază. Temperatura aici este de 15 milioane K, iar materia este foarte densă. Aceste condiții fac posibilă desfășurarea fuziunii hidrogenului.

În nucleu, căldura intensă nu permite ca atomii să existe și îi separă în părți componente, electroni și ioni pozitivi, rezultând *plasma*, neutră din punct de vedere electric. Temperatura foarte mare face particulele să se miște cu o viteză apreciabilă, iar densitatea facilitează întâlnirea lor, ceea ce duce la reacția de fuziune, formându-se astfel nuclee mai grele și eliberându-se energia solară. Cea mai mare parte a vieții sale Soarele va produce heliu din hidrogen.

Rata fuziunii nucleare depinde de densitate, astfel că în nucleu Soarelui permanent se echilibrează, iar steaua pulsează ușor de-a lungul ciclurilor sale. Aproximativ $8,9 \times 10^{17}$ protoni (nucleele de hidrogen) sunt convertite în nuclee de heliu în fiecare secundă, din conversia materie-energie rezultând 383 yottawati (383×10^{24} W), echivalentul a $9,15 \times 10^{10}$ megatone de TNT pe secundă.

Fotonii de mare energie creați în centru sunt încetiniți de absorbția și reemisia straturilor ce alcătuiesc structura Soarelui, parcurgând o cale întortocheată și lungă. Ajunși la suprafață, sunt eliberați ca lumină. Drumul pe care îl fac fotonii din centru până la evadare poate fi cuprins între 17.000 de ani și 50 de milioane ani. Se estimează că în medie calea aceasta ar dura cam 1 milion de ani. Neutrinii emiși, în schimb, nu sunt opriți de materie, interacționând foarte slab cu aceasta, fiind o sursă directă de informații despre ce se întâmplă în interiorul stelei.

ZONA RADIATIVĂ - transportul lent al energiei

Odată ce energia este produsă în nucleul solar, aceasta trebuie să părăsească centrul pentru a ajunge ulterior în regiunile superioare. Transportul fizic al energiei se poate face în mai multe moduri. Pentru o stea de tipul Soarelui, cel mai eficient mod este prin *radiație*.

Regiunea ce înconjoară nucleul Soarelui este *zona radiativă*. Aici, energia, sub formă de radiație, este transferată prin intermediul interacțiilor dintre atomi. Temperatura este mai scăzută decât în nucleu, iar anumiți atomi rămân intacți. Aceștia absorb energie, o păstrează pentru o perioadă de timp, după care o cedează. Astfel, energia generată de reacțiile nucleare trece din atom în atom prin zona radiativă. Zona radiativă se întinde de la 0,2 la 0,7 din raza solară. În

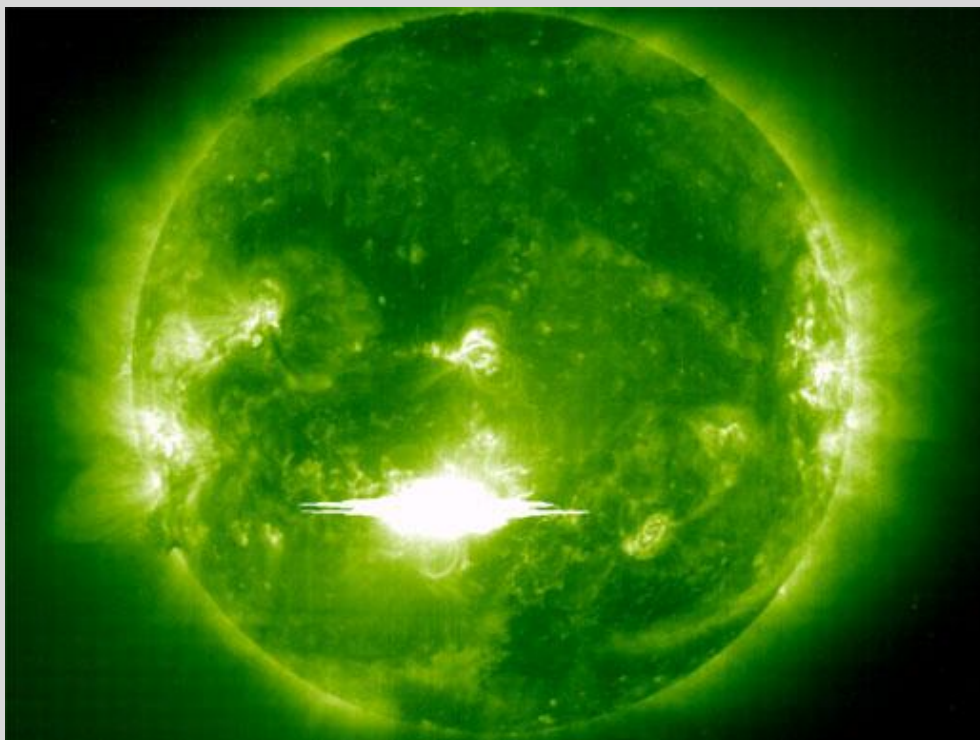
zona radiativă nu există convecție termică, gradientul temperaturii fiind extrem de lent.

ZONA DE CONVECȚIE - Zona de fierbere

Energia, odată ieșită din regiunea radiativă, va avea nevoie de alt mod de transport spre suprafață, deoarece temperatura scade mult, la “doar” 2 milioane de grade Kelvin. Atomii aflați aici vor absorbi de asemenea energie, însă pentru că mediul este mai rece, nu o vor ceda atât de repede. Cel mai eficient mod de transfer de căldură devine acum convecția. Ne aflăm în *zona de convecție*.

Materia fierbinte urcă dinspre centru spre suprafață, iar cea rece coboară. Când atinge marginea zonei de convecție, materia fierbinte începe să se răcească, cedând fotoni, apoi se afundă iar. Mișcarea aceasta seamănă cu cea a apei care fierbe, dându-i un efect de granulare. Convecția turbulentă din toată această regiune produce câmpul magnetic solar.

Energia este transferată mult mai rapid decât prin radiație; este nevoie doar de o săptămână și ceva pentru ca materia fierbinte să străbată această regiune pentru a ceda fotonii.



Erupție solară

FOTOSFERA - suprafața efectivă a Soarelui

Suprafața vizibilă a Soarelui, fotosfera, este stratul ce împiedică trecerea luminii vizibile. Trecând de fotosferă, energia solară este liberă să se propage în spațiu. Pentru că Soarele este format din gaz, suprafața sa nu este solidă, ca cea a Terrei. Gazul devine tot mai dens cu cât pătrundem în interior.

Energia este transportată în fotosferă din nou prin radiație. Deși temperatura aici este scăzută, gazul este destul de subțire pentru ca atomii să absoarbă și să elibereze energie.

ATMOSFERA

Deasupra fotosferei se află un strat de gaz de 2.000 km grosime, cunoscut sub numele de *cromosferă*. Aici, energia este în continuare transportată ca *radiație*. Se pot vedea celule convective, asemănătoare celor din fotosferă, însă mult mai mari, aspectul fiind numit supergranulație. Stratul superior al cromosferei este în continuă mișcare. Aceasta se concretizează în flame ce se întind de-a lungul a câteva mii de kilometri, numite *spicule*.

ZONA DE TRANZIȚIE - Lucrurile se încing din nou

Deasupra cromosferei se află un strat subțire, în grosime de 100 km, unde temperatura crește radical de la 20.000 K la peste 2 milioane grade Kelvin în coroană. Aceasta este regiunea de tranziție. Încălzirea dramatică se datorează ionizării complete a heliului din această zonă, ce reduce răcirea de tip radiativ a plasmei.

Coroana este ultimul strat al Soarelui. Se întinde foarte mult în spațiu, iar forma o capătă în funcție de câmpul magnetic solar. Electronii liberi se deplasează de-a lungul liniilor câmpului magnetic. Aici densitatea este extrem de scăzută, iar de pe Terra se poate vedea doar în timpul eclipselor solare totale. Particulele ce formează coroana, sub acțiunea câmpului magnetic solar, sunt transportate sub forma vântului solar, cu o viteză de 400 km/s. Când acest vânt solar interacționează cu câmpul magnetic terestru, o parte din electroni și protoni intră în atmosfera Pământului. Aici interacționează cu alți atomi, cedându-le energie, pe care apoi aceștia o emit sub formă de lumină divers colorată. Astfel ia naștere aurora.

HELIOSFERA - Ultima frontieră

Este zona în care acționează vântul solar. Pornește de la o distanță de 0,1 UA de Soare și se extinde până dincolo de Centura Kuiper, unde intervine heliopauza, granița unde vântul solar este oprit de mediul interstelar.

Forma heliosferei nu este sferică sau de disc, cum am înclina să credem la prima vedere, ci este influențată de mișcarea Soarelui împreună cu întreg Sistemul Solar prin galaxie. Astfel, în sensul acestei deplasări este comprimată, iar în urmă se aseamănă cu o coadă cometară.

Viteza vântului solar este de peste 1.000.000 km/h. Cu cât se depărtează, începe să interacționeze cu particule venite din mediul interstelar, fenomen care îl încetinește, în cele din urmă ajungându-se la un echilibru, o graniță ce se numește heliopauză, dincolo de care acțiunea vântului emis de Soare încetează.

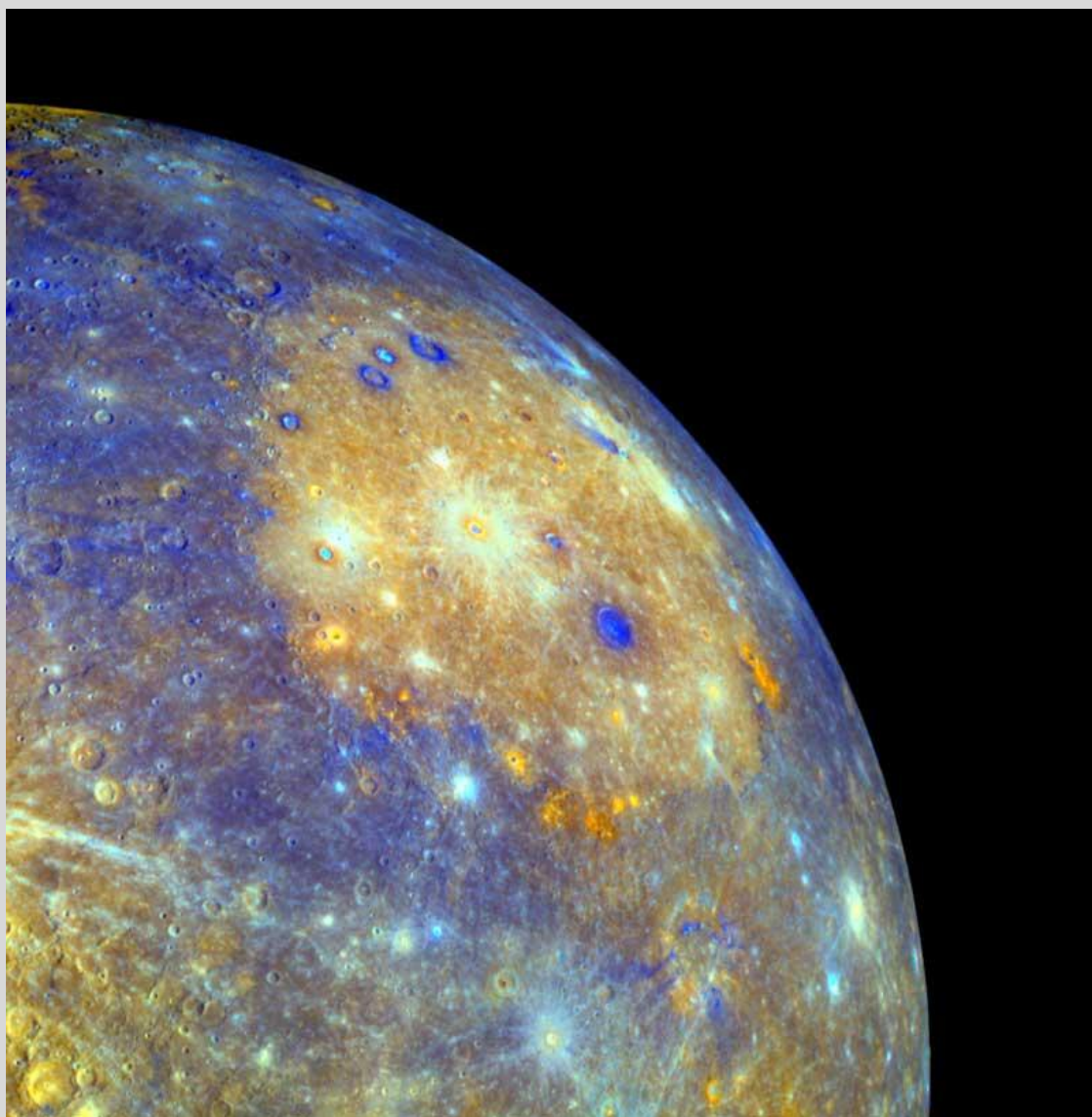
Sondele Voyager 1 și 2 au atins șocul terminal la 94, respectiv 76 UA de Soare, ceea ce arată că heliosfera variază în dimensiuni în funcție de localizare. Șocul terminal este punctul în care viteza vântului solar devine mai mică decât viteza sunetului. Se așteaptă astfel ca heliosfera să treacă de 100 UA.

Distanța de centrul Căii Lactee	2,5×10 ¹⁷ km 26.000-28.000 a.l.
Perioada de rotație galactică	2,25-2,50×10 ⁸ ani
Viteza de deplasare în Calea Lactee	217 km/s în jurul centrului Căii Lactee
Viteza relativă față de stelele apropiate	19,7 km/s
Înclinație	7,25 grade față de ecliptică 67,23 grade față de planul galactic
Tipul spectral	G2 V
Compoziție	92,1% hidrogen, 7,8% heliu
Vârsta	4.6 miliarde ani
Distanța medie față de Pământ	149,6 milioane km (8,31 minute-lumină)
Perioada de rotație siderală	25,38 zile
Perioada de rotație la ecuator	26,8 zile
Perioada de rotație la poli	36 zile
Raza ecuatorială	695.500 km (109 pământuri)
Circumferința ecuatorială	4.370.005 km (109 pământuri)
Volumul	1.409.272.569.059.860.000 km ³ (1.301.019 pământuri)

Masa	$1,989 \times 10^{30}$ kg (333.060 pământuri)
Densitatea	$1,409 \text{ g/cm}^3$ (0,256 din a Terrei)
Aria suprafeței	$6.078.747.774.547 \text{ km}^2$ (11.918 pământuri)
Temperatura suprafeței	5.777 K
Temperatura nucleului	13,6 milioane K
Gravitația de suprafață la ecuator	$273,95 \text{ m/s}^2$ (28 ori cea a Terrei)
Viteza de evadare	$2.223.720 \text{ km/h}$ (55 ori cea a Terrei)
Luminozitate	$3,83 \times 10^{33} \text{ erg/s}$
Luminozitatea aparentă	-26,8
Magnitudinea absolută	4,8
Constanta solară (iradierea)	$1,365 - 1,369 \text{ kW/m}^2$

MERCUR

În mitologia romană, Mercur (Hermes la greci) era zeul comerțului și protectorul hoților. Planeta Mercur a fost denumită astfel, deoarece mișcarea aparentă pe cer este una rapidă. Grecii îi dăduseră două nume, Apollo și Hermes.



Apollo, când apărea seara și Hermes când era stea de dimineață, știind totuși că era vorba despre același corp ceresc. Planeta este cunoscută încă de pe vremea sumerienilor (mileniul 3 î.C.). Planeta Mercur, deși foarte strălucitoare, nu a fost foarte bine observată deoarece nu apare pe cerul nopții, fiind vizibilă în crepusculul răsăritului și apusului, mereu în vecinătatea Soarelui.

Acest bulgăre de rocă, abia ceva mai mare decât Luna, este supus extremelor. Mercur este puțin mai mic decât Ganymede și Titan, sateliți ai altor planete din Sistemul Solar. Foarte aproape de Soare, la o distanță medie de doar 0,38 UA, este supusă la temperaturi de ordinul sutelor de grade. S-ar părea că pe această planetă nu avem de ce să căutăm gheață, însă să nu uităm că atunci când lumina solară nu ajunge pe suprafața unui corp ce nu are atmosferă, aceasta se răcește rapid. Pe suprafața întunecată a lui Mercur, temperatura coboară până la -150 grade Celsius.

ORBITA PLANETEI MERCUR

Cea mai apropiată planetă de Soare, Mercur își completează orbita în 88 zile terestre, având cea mai mare viteză orbitală dintre toate planetele, de 48 km/s. Orbita are cea mai mare excentricitate, apropiindu-se de Soare la periheliu la doar 46 milioane km, iar la afeliu aflându-se la o distanță de acesta de 70 milioane km. Când se află la cea mai mică distanță de Soare, acesta apare pe cer de trei ori mai mare decât îl vedem noi de pe Terra.

IPOTETICA PLANETA VULCAN

În orbita planetei Mercur au fost observate anumite diferențe între valorile precise și cele măsurate. Aceste diferențe persistau și nu puteau fi explicate folosind mecanica newtoniană.

În 1860, matematicianul Urbain Le Verrier a prezis că aceste deviații ale orbitei lui Mercur ar putea fi explicate prin existența unei planete cu o orbită interioară acesteia, denumită atunci Vulcan sau a unei centuri de asteroizi. Deși au fost făcute numeroase investigații pentru a găsi această planetă lipsă, inclusiv în timpul eclipselor solare, aceasta a rămas ascunsă, pentru simplul motiv că nu există.

Explicația a venit odată cu teoria relativității a lui Einstein, care, completând lipsurile mecanicii clasice, a putut prevedea exact mișcările planetei Mercur,

cea ce a constituit și unul din motivele principale pentru care aceasta a fost acceptată atât de bine.

Perioada de rotație este de 58,5 zile. Până în anii '60 se credea că aceasta este egală cu perioada de revoluție, Mercur arătând aceeași față Soarelui. Acest lucru se datora faptului că Mercur prezintă spre noi aceeași față de fiecare dată când trece prin punctul cel mai apropiat de Terra. Dacă orbita sa ar fi avut o excentricitate mică, probabil că asta s-ar fi întâmplat, însă datorită excentricității planeta a atins alt punct stabil, o rezonanță de 3:2. Acest lucru înseamnă un raport de 2 la 3 între perioada de rotație și cea de revoluție.

Aceasta excentricitate mare și rezonanța prezentă ar produce efecte uimitoare asupra unui observator aflat pe planeta. Acesta ar vedea cum Soarele răsare, apoi se mărește pe măsură ce se îndreaptă spre zenit. Aici s-ar opri, și-ar inversa mersul și s-ar opri din nou înainte de a-și relua drumul către orizont, micșorându-se, de asemenea. În intervalul dintre cele două opriri, stelele pe cer s-ar mișca de trei ori mai repede. (Trebuie spus ca viteza orbitala diferă mult în funcție de cât de aproape se află planeta de stea.)

Pe Mercur nu există anotimpuri, dat fiind faptul că înclinația axei de rotație este zero.

Datorită situației mai aproape de Soare decât Terra, Mercur, când este observat, prezintă faze, întocmai ca Luna. Același lucru este valabil și pentru Venus. Mercur prezintă cea mai mare luminozitate când este în faza "plină". Chiar dacă se situează dincolo de Soare, la aproape cea mai mare depărtare de noi, luminozitatea este foarte mare. Acest lucru nu este valabil pentru Venus, însă, care este mai strălucitoare când este în faza apropiată minimului, dar aproape de noi.

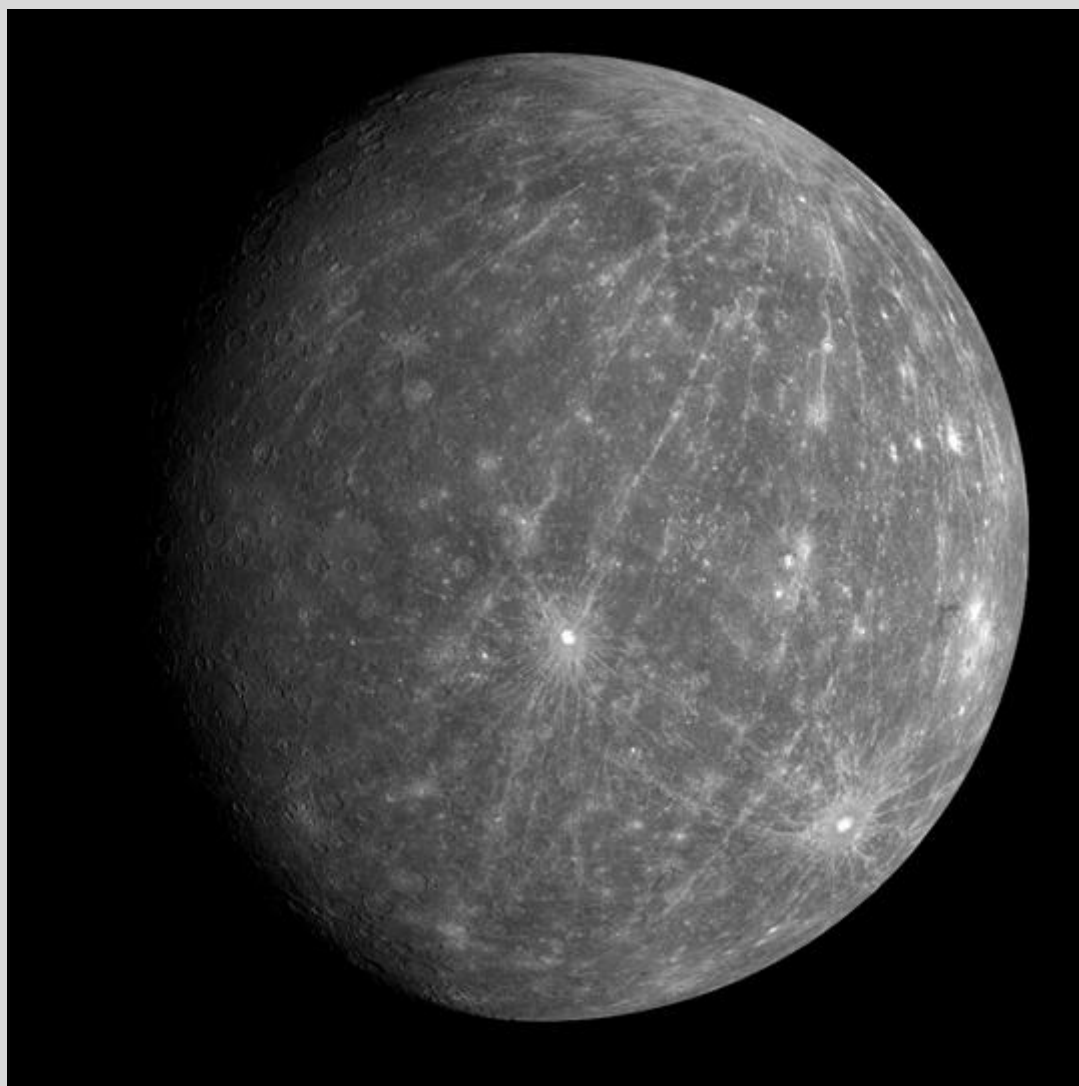
Mercur este mai ușor de observat din emisfera sudică, deoarece elongația posibilă maximă apare întotdeauna când în această emisferă este toamnă timpurie sau iarnă târzie.

PEISAJUL MERCURIAN

Mercur, ca și Luna, nu are plăci tectonice. Este acoperit de cratere, în cea mai mare parte foarte vechi, de scurgeri de lavă și crăpături produse de cutremure. Suprafața este de tip lunar, însă relieful planetei Mercur, spre deosebire de cel al satelitului nostru, este supus la variații mult mai mari de temperatură.

Cel mai mare crater de impact este bazinul Caloris (numele înseamnă căldură și, într-adevăr, aici este una din zonele cele mai calde ale planetei, bazinul fiind îndreptat spre Soare în timpul periheliului). Bazinul are un diametru de 1.300 km, fiind înconjurat de un inel de munți cu o înălțime de 2 km.

Suprafața lui Mercur prezintă lanțuri uriașe de munți, de până la 500 km, așa numitele bastioane. Se crede că acestea s-au format prin compresia gravitațională a planetei, cauzată de răcirea interiorului. Se estimează că suprafața mercuriană s-ar fi redus cu 1%, ceea ce înseamnă descreșterea razei cu 1 km.



Planeta Mercur, văzută de sonda Messenger

STRUCTURA PLANETEI MERCUR

Mercur, deși mult mai mic decât Terra, are o densitate comparabilă (5,43 g/cm³). Nucleul acestuia domină interiorul planetei, conținând 70% din masă, raza lui fiind de 1.600 - 1.700 km, iar mantaua de silicați care îl îmbracă, 5-600 km. Elementul dominant în nucleu este fierul, și cel puțin o parte este în formă lichidă. Acest lucru cauzează probabil câmpul magnetic slab (1% din cel al Pământului) pe care Mercur îl are, de altfel singura planeta telurică, în afara Terrei, care prezintă câmp magnetic.

Mai multe teorii au fost propuse pentru a explica metalicitatea înaltă a planetei. Mercur conține mai mult fier decât oricare altă planetă din Sistemul Solar. Se presupune că Mercur a avut inițial o masă mult mai mare, dar datorită impacturilor din Sistemul Solar timpuriu, foarte agresive la această apropiere de Soare, și-a pierdut o mare parte din crustă și manta, rămânând în urmă nucleul.

O altă teorie spune că formarea planetei Mercur atât de aproape de Soare s-a produs, la acel timp, în condiții de temperatură de 2.500-3.500 K, poate chiar 10.000 K. Astfel o mare parte din crustă s-a evaporat, iar vântul solar agresiv a îndepărtat acest material.

ATMOSFERA, PLANETEI MERCUR

Mercur este prea mică pentru ca gravitația să poată reține atmosfera. Există o atmosferă extrem de rarefiată. Aceasta este instabilă, fiind mereu pierdută și înlocuită din diverse surse. Particule de vânt solar sunt prinse în câmpul magnetic, de asemenea diferite elemente rezultate din impacturi cu asteroizi și comete.

Din moment ce atmosfera este atât de subțire, un observator aflat pe Mercur ar vedea cerul negru și ar putea observa stelele în timpul zilei. Soarele s-ar vedea de trei ori mai mare.

Atmosfera are următoarea compoziție: potasiu 31,7%, sodiu 24,9%, oxigen atomic 9,5%, argon 7,0%, heliu 5,9%, oxigen molecular 5,6%, azot 5,2%, dioxid de carbon 3,6%, apă 3,4%, hidrogen 3,2%.

CÂMPUL MAGNETIC AL PLANETEI MERCUR

În ciuda rotației foarte lente a planetei, câmpul magnetic al acesteia se situează la 1% din nivelul câmpului magnetic terestru. Acesta poate fi generat de nucleul de fier în rotație al planetei, prin efectul de dinam.

Totuși, oamenii de știință nu sunt siguri dacă o parte a nucleului mai este încă lichidă, deși ar fi putut fi menținut așa de efectele mareice cauzate de excentricitatea mare a orbitei. Este posibil însă și ca acest câmp magnetic să fie o rămășiță a celui ce a existat odată, prins în roci magnetice solidificate.

În 2011 sonda Messenger a fost plasată pe orbita mercuriană, după trei decenii de la misiunea anterioară, Mariner 10. Studiarea lui Mercur ne poate aduce indicii despre evoluția planetelor telurice. Amintim câteva din cele mai recente descoperiri: compoziția suprafeței – bogată în magneziu și sulf, săracă în aluminiu și calciu, și cu un dezechilibru al elementelor radioactive – arată că aceasta este evoluată; o mare parte din suprafață este acoperită de lavă solidificată, pe Terra astfel de evenimente fiind asociate cu extincții în masă; polii magnetici sunt apropiați de polii geografici, ceea ce sugerează că un nucleu parțial lichid ar genera câmpul magnetic; câmpul magnetic este totuși prea slab pentru a genera centuri Van Allen.

Periheliu (cel mai apropiat punct de Soare)	46.001.009 km (0,3075 UA)
Afeliu (cel mai îndepărtat punct de Soare)	69.817.445 km (0,4667 UA)
Diametrul	4879,4 km (0,3829 din cel al Terrei)
Circumferința ecuatorială	15.329,1 km
Volumul	60.827.208.742 km ³ (0,056 din cel al Terrei)
Masa	3,3010 x 10 ²³ kg (0,055 din cea a Terrei)
Densitatea	5,427 g/cm ³ (0,984 din cea a Terrei)
Aria suprafeței	74.797.000 km ² (0,147 din cea a Terrei)
Gravitația de suprafață la ecuator	3,701 m/s ² (38% din cea a Terrei)
Viteza de evadare	4.435 km/s
Perioada de rotație siderală (durata zilei)	58,646 zile
Perioada orbitală siderală (durata anului)	87,97 zile
Viteza orbitală medie	47,362 km/s (1,59 ori cea a Terrei)
Excentricitatea orbitală	0,20563593 (12,3 ori cea a Terrei)
Înclinația orbitei față de ecliptică	7 grade
Înclinația axei față de orbită	0 grade (Terra are o înclinație a axei de 23,44 grade)
Circumferința orbitală	359.976.856 km (0,383 din cea a Terrei)
Temperatura minimă/maximă la suprafață	-173 / 427 grade Celsius (100 / 700 K)
Numărul de sateliți	0

VENUS

Dacă Pământul ar avea o soră geamănă în sistemul solar, aceasta ar fi Venus. Mai aproape de Soare, această a doua planetă se apropie în caracteristici fizice de Terra. Venus este doar o idee mai mică decât planeta noastră (95% din diametru, 80% din masă).



Densitățile sunt similare, la fel și compoziția chimică. Suprafețele sunt relativ tinere, dovedind activitate geologică.

Înainte ca Venus să poată fi explorată îndeaproape, această asemănare cu Pământul nostru a lăsat impresia că norii ei aurii ar adăposti un sol cald, umed și plin de viață. Nimic mai puțin adevărat.

Această planetă aparent familiară este o sferă fierbinte, uscată, toxică și complet lipsită de viață. Datorită apropierii mai mari față de sursa energiei noastre, Soarele, temperatura crescută a permis dioxidului de carbon să se mențină liber în atmosferă, captând căldura primită și menținând un puternic efect de seră. Ceea ce vor fi fost cândva oceane, în cazul în care Venus a avut așa ceva în zorii istoriei ei, s-au evaporat, umplând atmosfera. Căldura intensă a crescut activitatea vulcanică, erupțiile aruncând acid sulfuric. Atmosfera a devenit atât de densă, încât presiunea atmosferică este de aproape 100 de ori mai mare decât cea terestră.

Dacă o persoană ar putea rezista enormei presiuni și călduri de la suprafața planetei Venus, ar fi martora unui fenomen straniu. Obiectele aflate la distanțe mari ar apărea distorsionate, iar în unele condiții se poate vedea dincolo de orizont. Datorită densității foarte mari, atmosfera tinde să refracte lumina către suprafața planetei, rezultând un efect de "ochi de pește" aplicat perspectivei.

Fără a se cunoaște iadul de pe planetă, Venus a fost numită după zeița dragostei și frumuseții la romani. Această denumire i-a fost atribuită datorită strălucirii sale pe cer. Exceptând Soarele și Luna, Venus este cel mai strălucitor obiect vizibil pe cerul nostru.

ORBITA PLANETEI VENUS

Ca și Mercur, datorită orbitei interioare (în comparație cu cea a Terrei), Venus apare în apropierea Soarelui, dimineața sau seara. De aceea, a fost cunoscută din cele mai vechi timpuri sub două forme: Luceafărul de seară (Hesperus) și Luceafărul de dimineață (Eosphorus, sau Lucifer).

Deoarece este planetă interioară și Venus prezintă faze. Spre deosebire de Mercur, Venus ne apare mai strălucitoare când se apropie de noi, chiar dacă în aceste condiții este aproape de faza minimă, doar o semilună subțire din ea fiind vizibilă.

Venus are cea mai circulară orbită dintre toate planetele Sistemului Solar, cu o excentricitate mai mică de 1%. De asemenea, este singura planetă cu rotație retrogradă (subiectul este discutabil însă, deoarece Uranus este de asemenea considerat retrograd, dar în cazul lui sensul rotației este interpretabil datorită poziționării axei).

Perioada sa de rotație este de 243 de zile, ceva mai lungă decât perioada sa de revoluție, ce însumează 225 de zile. În plus, aceste perioade de rotație sunt

sincronizate astfel încât arată spre Terra aceeași față când planetele se află la cea mai mică distanță una față de alta. Poate fi un efect de rezonanță, însă și doar o coincidență.

Această rotație foarte lentă și în sens invers rămâne un mister pentru astronomi. La formarea Sistemului Solar, perioada de rotație a fost probabil foarte mică, iar sensul era normal. O teorie propusă a fost un impact cu un corp foarte mare, însă probabil că efectele mareice ale straturilor de nori în mișcare au contribuit la încetinirea perioadei de rotație venusiene.

Planeta orbitează la 106 milioane de kilometri de Soare, reprezentând 0,72 UA.

SUPRAFAȚA ȘI RELIEFUL PLANETEI VENUS

Suprafața lui Venus a fost cartografiată în detaliu doar în ultimii 20 de ani. Deoarece stratul de nori împiedică observarea solului, studiile s-au făcut cu ajutorul radarului.

Cele mai multe forme de relief de pe suprafața lui Venus poartă nume de femei, figuri faimoase sau desprinse din mitologie.

Spre deosebire de constanta mișcare a crustei Pământului, Venus se pare că suferă episoade de mișcări ce durează până la câteva milioane de ani, urmate de perioade de calm de sute de milioane de ani. Scoarța Pământului este în continuă mișcare; pe Venus nu există plăci tectonice, astfel că energia acumulată în manta nu se poate elibera, căldura nu se disipează. Aceasta se acumulează și la câteva sute de milioane de ani subducția apare la o scară enormă, remodelând complet crusta planetei.

Aproape 80% din suprafață este compusă din platouri line de origine vulcanică. Există și două "continente" cu o înălțime mai mare, unul situat în emisfera nordică (Ishtar Terra), de mărimea Australiei, și cel de-al doilea la sud de ecuator (Aphrodite Terra), de mărimea Americii de Sud.

Venus are de câteva ori mai mulți vulcani decât Pământul, 167 din ei fiind giganți, cu o bază de peste 100 km. Peste 1.000 de vulcani au diametrul de minim 20 km. Singurul complex vulcanic de această mărime pe Pământ este cel din Hawaii. Peste 90% din suprafața planetei este de origine vulcanică și pare a fi remodelată complet cu 300 până la 500 milioane ani în urmă.

Cei mai înalți munți sunt Maxwell Montes, comparabili cu masivul Everest.

Există peste 1.000 de cratere de impact pe Venus. Acestea au diametre cuprinse între 3 și 280 km. Nu există cratere mai mici de 3 km datorită efectelor atmosferei foarte dense asupra meteoriților, ce sunt frânați dacă sunt mici.

STRUCTURA

Deși există puține date despre structura internă venusiană, similaritatea cu Pământul sugerează asemănarea interiorului. Dimensiunile mai mici ale planetei arată o presiune în nucleu mai mică decât în cazul Terrei.

Principala diferență o constituie inexistența plăcilor tectonice. Acest lucru previne răcirea planetei și ar putea fi un motiv pentru absența câmpului magnetic.

Venus are un nucleu de nichel și fier cu o rază de aproximativ 3.000 km, înconjurat de o manta de rocă. Nu are câmp magnetic global. Slabele urme de câmp magnetic sunt generate de interacțiunea dintre ionosferă și vântul solar.

Pentru a se produce câmp magnetic, este nevoie de trei condiții: un lichid conductor, rotație și convecție. Nucleul metalic se presupune că este bun conducător de electricitate. Rotația, deși este foarte lentă, este suficientă, așa cum arată simulările, să producă magnetism. Convecția în schimb apare când straturile planetei au o mare diferență de temperatură. Din moment ce pe Venus lipsesc plăcile tectonice, iar căldura se acumulează, este posibil să nu aibă nucleu solid sau acesta să nu fie în proces de răcire, și astfel convecția să nu existe, temperatura fiind uniformă. O altă posibilitate ar fi ca nucleul să se fi solidificat deja complet.

ATMOSFERA

Venus are o atmosferă extrem de densă, compusă în mare parte din dioxid de carbon și un procent mic de azot. Structura atmosferei: dioxid de carbon 95,5%; azot 3,5%; dioxid de sulf 0,015%; argon 0,007%; vapori de apă 0,002%; monoxid de carbon 0,0017%; heliu 0,0012%; neon 0,0007.

Presiunea la suprafață este de 90 de atmosfere, întâlnită pe Terra la 900 de metri sub nivelul mării. Dramaticul efect de seră ridică temperatura la peste 400 de grade Celsius, făcând din Venus cea mai fierbinte planetă din Sistemul Solar, chiar dacă Mercur se află la doar jumătatea distanței față de Soare și primește de 4 ori mai multă căldură de la acesta.

Temperatura la suprafața planetei nu variază mult de la noapte la zi, în ciuda duratei atât de mari de expunere la Soare sau la întuneric.

Structura norilor venusieni sugerează că atmosfera planetei a fost la origine foarte asemănătoare cu cea a Pământului, iar cantități importante de apă erau prezente la suprafață, apă ce s-a evaporat datorită efectului de seră în creștere. Se crede că la început atmosfera terestră și venusiană aveau aproximativ aceeași compoziție chimică. Pe Terra, vaporii de apă s-au condensat în oceane, iar dioxidul de carbon a fost dizolvat în acestea, transformat de viață sau înglobat în roci. Pe Venus oceanele s-au evaporat, dioxidul de carbon rămânând liber în atmosferă. Fără un strat de ozon, radiațiile ultraviolete au disociat vaporii de apă, oxigenul fiind prins în compuși (rocile sunt puternic oxidate), iar hidrogenul evadând. Se estimează că oceanele primordiale ar fi putut acoperi întreaga suprafață a planetei cu un strat de apă de 10 metri.

Există câteva straturi de nori, cu grosimi de câțiva kilometri. Au fost individualizate 3 straturi de nori între 50 și 70 km altitudine. Densitatea și mărimea particulelor crește cu cât coborâm, la 50 km stratul de nori fiind atât de opac, încât întrece cel mai dens smog terestru. Între 30 și 50 km este ceață, ce devine tot mai transparentă cu cât ne apropiem de sol, atmosfera devenind limpede sub 30 km. Norii sunt alcătuiți în cea mai mare parte din acid sulfuric. Stratul de nori este în continuă mișcare în jurul planetei, în 4 zile reușind o rotație completă.

Norii venusieni reflectă 60% din lumina solară primită. Din acest motiv planeta se arată atât de strălucitoare pe cerul nopții. Cea mai mare parte din restul luminii este absorbită de nori, doar câteva procente reușind să penetreze straturile groase și să ajungă la suprafața planetei, dând o culoare portocaliu-roșiatică împrejurimilor.

În straturile de nori au fost detectate vânturi puternice, de până la 350 km/h, însă la nivelul solului atmosfera este foarte calmă, cu brize de nu mai mult de câțiva kilometri pe oră. Însă datorită densității atmosferei, aceste vânturi lente au o putere considerabilă, și transportă cu ele praf și rocă. Sunt prezente furtuni electrice, ce uneori luminează fantomatic partea întunecată a planetei, dând naștere cu ani în urmă la supoziții asupra așa-numitelor orașe venusiene.

SATELIȚII PLANETEI VENUS

Venus nu are sateliți, deși un asteroid, 2002 VE68, se menține pe o cvasiorbită în jurul planetei.

Periheliu (cel mai apropiat punct de Soare)	107.476.170 km (0,731 UA)
Afeliu (cel mai îndepărtat punct de Soare)	108.942.780 km (0,716 UA)
Diametrul	12.103 km (0,9499 din cel al Terrei)
Circumferința ecuatorială	38.025 km
Volumul	928.415.345.893 km ³ (0,857 din cel al Terrei)
Masa	4,8673 x 10 ²⁴ kg (0,815 din cea a Terrei)
Densitatea	5,24 g/cm ³
Gravitația de suprafață la ecuator	8,87 m/s ² (93% din cea a Terrei)
Viteza de evadare	10,36 km/s (0,926 din cea a Terrei)
Perioada de rotație siderală (durata zilei)	-243 zile (retrograd)
Perioada orbitală siderală (durata anului)	224,7 zile
Viteza orbitală medie	35,02 km/s (0,406 din cea a Terrei)
Excentricitatea orbitală	0,00678
Înclinația orbitei față de ecliptică	3,39 grade
Înclinația axei față de orbită	177,3 grade (Terra are o înclinație a axei de 23,44 grade)
Circumferința orbitală	679.892.378 km (0,723 din cea a Terrei)
Temperatura minimă/maximă la suprafață	462 grade Celsius (735 K)
Numărul de sateliți	0

TERRA

Pământul este singura planetă din Sistemul Solar capabilă să susțină viața. Localizată la aproape 150 milioane km (1 unitate astronomică UA) de Soare, se află în așa-numita zonă habitabilă, zonă în care temperaturile se mențin între limite ce permit existența apei în formă lichidă.

Dintre planetele telurice, este cea mai mare. Este a treia planetă de la Soare.



EVOLUȚIA PĂMÂNTULUI

Pământul s-a format acum 4,57 miliarde de ani în nebuloasa solară, alături de Soare și de celelalte planete. La început roca era topită, pentru ca apoi planeta să înceapă să se răcească și să se solidifice la suprafață. Atmosfera primordială

a fost produsă de activitatea vulcanică. Gheața, livrată probabil de cometele ce au luat contact cu solul, a răcit atmosfera și a produs, mai târziu, oceanele.

Luna s-a format curând și ea în perioada de început, cel mai probabil prin coliziunea Pământului cu un alt corp, de mărimea planetei Marte, numit generic Theia.

Viața a apărut în urmă cu aproximativ 4 miliarde de ani. Descoperirea, de către bacterii, a fotosintezei, a dus la apariția masivă a oxigenului, necesar pentru dezvoltarea vieții complexe și, de asemenea, pentru apariția stratului de ozon, protecția împotriva radiației ultraviolete, permițând vieții să iasă pe uscat.

Viitorul planetei noastre este strâns legat de Soare. Luminozitatea acestuia va continua să crească cu timpul, fiind mai puternică cu 10% în 1,1 mld. ani și cu 40% peste 3,5 mld. ani. Creșterea temperaturii și nivelului de radiații va duce probabil la pierderea oceanelor prin evaporare. În 5 mld. ani, Soarele se va transforma în gigantă roșie, extinzându-se până la orbita din prezent a Pământului. Până atunci însă, orbita reală a planetei va migra la 1,7 UA, și chiar dacă nu va fi direct înghițită de stea, temperatura dramatică va topi roca, iar atmosfera va fi fost evaporată și pierdută în spațiu demult.

Pământul se va răci treptat, ceea ce va duce la pierderea oceanelor și atmosferei, datorită lipsei vulcanismului.

ORBITA PĂMÂNTULUI

Pământul are axa înclinată la 23,5 grade, ceea ce cauzează anotimpurile. Când una din emisfere este îndreptată spre Soare, într-un anumit moment al parcurgerii orbitei, aici este vară, iar dacă este îndepărtată și nu este îndeajuns luminată, experimentează iarna.

Interacțiunea dintre Pământ și Lună încetinește rotația Pământului cu 2 milisecunde pe secol. Cercetările curente indică faptul că în urmă cu 900 de milioane de ani un an avea 481 zile, fiecare a câte 18 ore. Astăzi, ziua durează 23 ore, 56 minute și 4,091 secunde.

Viteza cu care planeta se mișcă pe orbită este de aproximativ 30 km/s, ceea ce înseamnă că parcurge distanța ce reprezintă diametrul său în 7 minute, iar distanța Pământ-Lună în 4 ore.

Pământul suferă o *mișcare de precesie* cu o perioadă de 25.800 de ani și una de *nutație* cu perioada de 18,6 ani. Acestea sunt cauzate de atracția diferită a

Soarelui și Lunii, iar Terra nu are o formă perfect sferică, ci este bombată la ecuator.

CLIMA PE TERRA

Terra este singura planetă care are o temperatură ce poate susține apă lichidă la suprafață. Temperatura medie este de +15 °C. Limitele sunt -100 °C până la +60 °C.

Marile regiuni ce se deosebesc în funcție de climă sunt cele două regiuni polare, două regiuni temperate și zona ecuatorial-tropicală. Curenții oceanici sunt un factor important ce determină clima, distribuind energia de la ecuator spre poli.

APA

Abundența apei pe Terra o face să fie numită planeta albastră. Apa din oceane, mări, râuri și lacuri, împreună cu cea subterană, formează hidrosfera. Adâncimea medie a acesteia (formată în principal de oceane) este de 3.794 m, mai mult de 5 ori înălțimea medie a continentelor. Masa totalității apei este de $1,35 \times 10^{18}$ t, sau a 4.400 parte din masa Pământului.

Suprafața Terrei este acoperită de oceane în proporție de 70%. Acest lucru este vital pentru viață așa cum o cunoaștem. Este singura planetă la suprafața căreia apa poate exista în formă lichidă. Există alte lichide prinse în circuite pe alte corpuri cerești (cum sunt metanul și etanul lichid pe Titan) sau apă sub straturi uriașe de gheață (Europa) sau sub sol (Enceladus).

ATMOSFERA TERESTRĂ

Atmosfera Pământului este de aproape 100 de ori mai puțin densă decât a planetei Venus, însă de 100 de ori mai densă decât atmosfera marțiană. Ea nu are o graniță propriu-zisă, devenind treptat tot mai subțire. 3/4 din masa totală a acesteia este conținută în primii 11 km altitudine (troposfera).

Atmosfera terestră este compusă în cea mai mare parte din azot (78,8%) și oxigen (20,94%), precum și alte elemente (argon - 0,93%, dioxid de carbon - 0,038%, apă - urme, variază cu climatul). Dioxidul de carbon a fost probabil mult mai abundent cu câteva miliarde de ani în urmă, însă a fost dizolvat în oceane sau prins în roci (carbonați). Această redusă cantitate de dioxid de carbon din atmosferă este foarte importantă pentru menținerea căldurii primite de la Soare, pentru că produce un efect de seră, încălzind solul cu 35 de

grade (de la -21 C la un confortabil +14 C). Acest efect de seră ne este benefic până la o anumită limită; activitățile umane din trecut și prezent cresc însă îngrijorător această cantitate, efectul de seră devenind prea puternic, și mai ales riscând să rupă echilibrul fragil și să devină galopant și de neoprit. Să reținem că o căldură mai mare duce la eliberarea de mai mult dioxid de carbon stocat în apă și sol. Și să privim spre Venus...

Oxigenul din atmosferă este foarte reactiv, combinându-se rapid. De aceea el trebuie regenerat în mod continuu. Acest lucru îl realizează în special plantele și planctonul oceanic. Fără acesta, viața, în cea mai mare parte, s-ar stinge.

Norii tereștri sunt formați din vapori de apă, răspândiți în întreaga atmosferă și acoperind, în orice moment, jumătate din suprafața Pământului.

Straturile atmosferice:

:: troposfera (conține cea mai mare parte a masei atmosferei, vaporii de apă și aerosolii);

:: stratosfera (între 10 și 50 km, crește în temperatură odată cu înălțimea, ceea ce o face dinamic stabilă, fără convecție și turbulențe; la baza ei călătoresc avioanele pentru a evita turbulențele prea mari din troposfera; ozonul din stratul de ozon aflat în stratosferă împiedică radiația ultravioletă, în cea mai mare parte, să ajungă la sol);

:: mezosfera (între 50 și 80 km, temperatura scade cu altitudinea);

:: termosfera (radiația ultravioletă cauzează ionizarea gazului; temperatura este direct dependentă de activitatea solară; de la 80 la 500 km);

:: exosfera (de la 500 la 1.000 km, moleculele de gaz au temperaturi foarte mari, peste 2.500 C, însă rarefierea duce la o temperatură medie extrem de mică).

Întreaga atmosferă se înalță la peste 250 km. Văzute din spațiu, straturile groase ca troposfera și stratosfera se văd ca un arc albastru luminos ce înconjoară orizontul, pe când celelalte straturi nu se observă.

SUPRAFAȚA TERESTRĂ

Pământul are forma unui geoid, o sferă turtită ușor la poli. Rotația determină o ridicare a ecuatorului, astfel încât diametrul ecuatorial este mai mare cu 43 km decât diametrul polar. Cele mai mari deviații locale sunt muntele Everest (8.850 m înălțime) și Groapa Marianelor (10.924 m adâncime). Dacă e să îl comparăm

cu un elipsoid perfect, Pământul are o toleranță de 1/584 (0,17%), cam cât se cere pentru o bilă de biliard de calitate.

Suprafața terestră este foarte tânără. La fiecare 500 milioane ani, eroziunea și mișcarea tectonică a plăcilor distrug și refac aproape integral solul. Vârsta planetei este de 4,57 miliarde ani, dar cele mai vechi roci au 4 miliarde ani, iar rocile mai vechi de 3 miliarde ani sunt extrem de rare. Cele mai vechi fosile, mărturii ale vieții, au 3,9 miliarde ani, însă nu avem dovezi materiale despre începuturile vieții terestre.

Crusta Pământului este divizată în câteva plăci solide ce plutesc independent pe mantaua lichidă. Sunt binecunoscutele plăci tectonice. Acestea interacționează prin intermediul a două procese: expansiune (când o placă se depărtează de alta și între ele se formează o nouă crustă) și subducție (când una dintre plăci intră sub cealaltă și se distruge în manta).

În prezent există 8 mari plăci tectonice:

- :: Placa nord-americană - America de Nord, Atlanticul de Nord Vest și Groenlanda
- :: Placa sud-americană - America de Sud și Atlanticul de Sud Vest
- :: Placa antarctică - Antarctica și oceanul sudic
- :: Placa eurasică - Atlanticul de Nord Est, Europa și Asia exceptând India
- :: Placa africană - Africa, Atlanticul de Sud Est și vestul Oceanului Indian
- :: Placa indiano-australiană - India, Australia, Noua Zeelandă și cea mai mare parte a Oceanului Indian
- :: Placa Nazca - Pacificul de Est
- :: Placa pacifică - cea mai mare parte a Oceanului Pacific

Există, de asemenea, multe alte plăci de dimensiuni mici. La hotarele acestora se produc în general cutremurele. Se mai află pe suprafața terestră și urme de cratere străvechi, deși eroziunea este puternică.

STRUCTURA INTERNĂ A PĂMÂNTULUI

Structura Pământului este probabil asemănătoare, în linii mari, cu a celorlalte corpuri din regiune. Există și diferențe: Luna are în cel mai bun caz un nucleu mic. Mercur are un nucleu foarte mare raportat la dimensiunile sale. Mantaua planetei Marte și a Lunii este mult mai groasă. Luna și Mercur ar putea să nu aibă deloc o crustă diferențiată chimic. Pământul ar putea fi singurul care are nucleu superior și inferior distinct. Toate acestea sunt însă teorii, trebuie notat

că nu se cunoaște exact și nu este dovedită experimental integral nicio structură internă, nici măcar cea a Pământului.

- :: 0 - 40 km, crusta (0-60 km, litosfera)
- :: 40 - 400 km, mantaua superioară
- :: 400 - 650 km, regiunea de tranziție (100-700 km, astenosfera)
- :: 650 - 2890 km, mantaua inferioară
- :: 2890 - 5150 km, nucleul exterior
- :: 5150 - 6378 km, nucleul interior

Diviziunea în litosferă și astenosferă a fost făcută în anii '40 ai secolului trecut, litosfera reprezentând un strat solid, ce plutește pe un strat lichid sau semilichid, astenosfera. Litosfera cuprinde crusta, însă cuprinde de asemenea și o porțiune de manta. Astenosfera este partea superioară a mantalei. Această clasificare nu trebuie confundată cu cea în funcție de compoziția chimică, ce desparte crusta de manta.

Crusta variază considerabil în grosime. Este foarte subțire sub fundul oceanelor și foarte groasă sub continente. Compoziția crustei se rezumă în majoritate la oxizi, singurele excepții importante fiind clorurile, sulfurile și fluorurile (mai puțin de 1%). Astfel aproape jumătate din crustă se poate spune că este oxigen. Conține în principal silicați.

Mantaua se împarte în două straturi, despărțite de o regiune de tranziție. Distincția între manta și crustă se bazează pe compoziția chimică, tipuri de roci și caracteristici seismice. Aici, temperaturile se situează între 500 și 900 grade Celsius în regiunea superioară, ajungând până la 4.000 grade Celsius în partea vecină cu nucleul. Datorită acestor diferențe, în manta există mișcări de convecție, unde materialul fierbinte mai ușor urcă la suprafață, iar cel răcit coboară spre centru. Mecanismul convecției este unul haotic și este pus în legătură cu mișcarea plăcilor tectonice. Presiunea în manta ajunge la 1,4 mil. atmosfere.

Nucleul este cea mai densă parte a globului pământesc. Este format în special din fier, apoi nichel și alte elemente mai ușoare. Nucleul se împarte în cel interior, solid, cu o rază de ~1.220 km și un nucleu exterior, lichid, cu o rază de 3.400 km. Există o teorie cum că nucleul solid ar forma un singur cristal de fier. Nucleul exterior prezintă curenți de convecție, care produc câmpul magnetic terestru, în urma efectului de dinam.

Nucleul interior și crusta sunt solide; nucleul exterior și mantaua sunt semifluide.

Cea mai mare parte din masa Terrei este în manta, aproape restul aflându-se în nucleul exterior. Iată o reprezentare a maselor diferitelor straturi (valori care se multiplică cu 10^{24} kg):

:: atmosfera = 0,0000051
:: oceanele = 0,0014
:: crusta = 0,026
:: mantaua = 4,043
:: nucleul exterior = 1,835
:: nucleul interior = 0,09675

Compoziția chimică a întregului Pământ ar fi (în funcție de masă): 34,60% fier, 29,50% oxigen, 15,20% siliciu, 12,70% magneziu, 2,40% nichel, 1,90% sulf, 0,05% titan.

Pământul este cel mai dens obiect de dimensiuni apreciabile din Sistemul Solar.

CÂMPUL MAGNETIC

Planeta noastră prezintă un câmp magnetic modest, produs de curenții electrici ce iau naștere în nucleu prin *efectul de dinam*. Interacțiunea dintre particulele de mare energie ale vântului solar și câmpul magnetic terestru, produce aurora. De asemenea, tot această interacțiune produce și *centurile Van Allen*, o pereche de inele de gaz ionizat (plasmă) prinse pe orbita în jurul Terrei, între 7.600 și 13.000 km, și a doua între 19.000 și 41.000 km altitudine.

Axa polilor magnetici este înclinată cu 11,5 grade față de axa polilor geografici. Polii magnetici se schimbă în timp, migrează și se pot inversa. Mărturiile ale inversărilor din istoria planetei stau în roci, și ele se produc aproximativ în 10.000 ani. Intervalul dintre aceste schimbări este de 0,7-1,7 mil. ani.

SATELIȚI

Terra are un satelit natural de dimensiuni apreciabile (există numeroși meteori care sunt prinși pe orbite diverse în jurul planetei, însă insignifianți ca masă pentru a fi luați în seamă). Acesta este Luna. Ambele corpuri se rotesc în jurul centrului de greutate comun la fiecare 27,32 zile. Acesta nu se află în centrul Pământului, însă se găsește sub scoarță, ceea ce înseamnă că totuși sistemul nu este o planetă dublă, așa cum este denumit uneori.

Sfera de influență gravitațională a Pământului (sfera Hill) are raza de 1,5 mil. km. Pământul are ca sateliți și o mulțime de corpuri mici, apoi miile de sateliți artificiali plasați pe orbite. Există asteroizi ce au o relație cu Terra, însă nu pot fi numiți sateliți, ci mai degrabă companioni (3753 Cruithne, 2002 AA29).

Periheliu (cel mai apropiat punct de Soare)	147.098.291 km
Afeliu (cel mai depărtat punct de Soare)	152.098.233 km
Raza ecuatorială	6.378,137 km
Raza polară	6.356,752 km
Circumferința ecuatorială	40.030,2 km
Volumul	1.083.206.916.846 km ³
Masa	5,9722 x 10 ²⁴ kg
Densitatea	5,513 g/cm ³
Aria suprafeței	510.064.472 km ²
Aria continentală	~148.939.100 km ² (29.2 %)
Aria oceanică	~361.126.400 km ² (70.8 %)
Gravitația de suprafață la ecuator	9,80665 m/s ²
Viteza de evadare	11,19 km/s
Perioada de rotație siderală (durata zilei)	23,934 ore
Perioada orbitală siderală (durata anului)	365,26 zile
Viteza de rotație la ecuator	465,11 m/s
Viteza orbitală medie	29,783 km/s
Excentricitatea orbitală	0,01671123
Înclinația orbitei față de ecliptică	0,00005 grade
Înclinația axei față de orbită	23,4393 grade
Circumferința orbitală	939.887.974 km
Temperatura minimă/maximă la suprafață	-88/58 grade Celsius 185/331 K
Numărul de sateliți	1

LUNA

Luna a prezentat întotdeauna, alături de Soare, o importanță deosebită pentru civilizația umană. Timpul a curs în funcție de ea, fiind prezentă de mii de ani în calendare. Mareele declanșate de aceasta au influențat viața oamenilor mării.



Luna este singurul satelit natural al Pământului. De asemenea, este singurul corp ceresc pe care omul a călcat, până în prezent. Peste 70 de aparate trimise de om au ajuns la satelit, iar 12 astronauți au pășit pe suprafața sa, aducând înapoi pe Pământ 382 kg de rocă lunară.

Prezența pe orbită a Lunii stabilizează Pământul, ceea ce duce la un climat mult mai uniform de-a lungul miliardelor de ani, foarte important pentru dezvoltarea vieții.

ORIGINEA

Există mai multe teorii cu privire la nașterea Lunii. Cea mai răspândită spune că Terra a fost lovită de un planetoid de mărimea lui Marte, impactul aruncând în spațiu materie ce a rămas pe orbită și treptat s-a condensat și acumulat, formând satelitul. Existau speculații cum că Luna s-ar fi rupt de planetă din cauza forței centrifuge prea mari, lăsând în urmă un bazin (Oceanul Pacific). Însă rotația n-ar fi putut fi atât de mare.

Alții au susținut că Luna s-a format independent de Terra și a fost capturată ulterior. Însă condițiile nu au fost propice pentru asemenea transfer. Există și teoria formării comune din discul de acreție primordial. Luna s-ar fi format din discul de materie ce înconjură Pământul, la fel cum planetele s-au format în jurul Soarelui. Însă acest mod de formare nu explică de ce Luna are un nucleu atât de redus.

Indiferent în ce fel a luat naștere, sfârșitul îl știm: din păcate, pierdem Luna! Aceasta se depărtează de noi cu 3,5 cm/an. Efectele mareice încetinesc rotația terestră (1,48 s/secol) și trimit satelitul pe orbite tot mai depărtate. Se teoretizează că Luna ar fi fost de 15 ori mai aproape în momentul formării sale. Peste câteva milioane de ani nu vor mai exista eclipse de Soare totale, datorită depărtării și micșorării diametrului aparent al Lunii pe cer.

ORBITA

Luna orbitează la aproape 400.000 km de Pământ (cam 30 diametre ale acestuia). Diametrul satelitului este de 3.474 km, de 3,7 ori mai mică decât planeta noastră; Luna este astfel al cincilea satelit ca mărime din Sistemul Solar (și ca diametru, și ca masă), după Ganymede (Jupiter), Titan (Saturn), Callisto și Io (Jupiter).

Selena completează o orbită în 27,3 zile, iar fazele lunare se repetă la fiecare 29,5 zile. Ne arată mereu aceeași față, având o rotație sincronizată. Deși când s-a format Luna avea o rotație mult mai rapidă, aceasta a fost încetinită de efectele mareice de deformare cauzate de Pământ. Datorită librațiilor, variații ce rezultă din excentricitatea orbitei, vedem mai mult de jumătate (59%) din suprafața selenară.

Luna și Pământul se influențează reciproc în diverse moduri, cel mai vizibil fiind mareele. Majoritatea efectelor mareice de pe Terra sunt cauzate de gravitația selenară, și mult mai slab de către Soare.

Centrul de masă al Lunii diferă de centrul geometric cu aproximativ 2 km, în direcția Pământului.

SUPRAFAȚA

Suprafața Lunii prezintă anumite structuri:

- mările, ce sunt zone mai întunecate, netede ca o câmpie, numite așa deoarece astronomii antici au crezut că sunt pline cu apă. În realitate sunt

scurgeri de lavă bazaltică în depresiuni, asociate cu bazine de impact. În timp ce mările ocupă 31% din suprafața emisferei vizibile de pe Terra, pe cealaltă parte acestea sunt în proporție de doar 2%.

- continentele, cu înălțimi mai mari ca mările, cu lanțuri de munți. Acestea apar mai luminoase.
- craterele de impact, în număr de peste jumătate de milion cele cu diametrul mai mare de 1 km. Cel mai mare crater, și până în 2008 cel mai mare crater cunoscut din Sistemul Solar, este bazinul Aitken de la Polul Sud, situat pe partea invizibilă, cu un diametru de 2.240 km și 13 km adâncime.

Există regiuni lunare ce sunt luminate tot timpul zilei, în special în timpul verii, iar unele funduri de cratere sunt într-o eternă penumbră. Luna nu are atmosferă, iar diferența de temperatură este dramatică, solul încălzit ajungând la 130 C, la umbră fiind -150 C.

Impactul cu cometele a adus probabil pe Lună o cantitate destul de însemnată de apă. Radiația solară însă descompune apa de suprafață în elemente componente. Doar în regiunile permanent întunecate am putea căuta urme de gheață.

STRUCTURA

Structura internă a Lunii arată similar cu a majorității corpurilor mari telurice: crustă, manta și nucleu. Crusta este în principal formată din oxigen, siliciu, magneziu, fier, calciu și aluminiu. Se estimează că grosimea sa ar fi de 50 km.

Mantaua lunară conține mai mult fier decât cea a Pământului. Starea sa lichidă a dat naștere mărilor lunare. Densitatea Lunii se situează pe locul doi ca mărime în cadrul sateliților din Sistemul Solar, după Io (Jupiter).

Nucleul cuprinde doar 20% din mărimea Lunii, și se crede că ar cuprinde fier, în amestec cu nichel și sulf. Starea sa s-ar putea să fie parțial topită. Luna este lipsită de plăci tectonice și vulcani activi. Cutremurele ce se produc au adâncimi mari și sunt rezultate probabil în urma efectelor mareice ale Terrei.

ATMOSFERA

Luna are o atmosferă insignifiantă. Sursele sale sunt gazele eliberate în urma proceselor de dezintegrare radioactivă din crustă și manta; o altă sursă este impactul cu micrometeoriti și cu radiația solară, ce ridică în atmosferă diverse

componente ale solului. Toate aceste elemente recad pe suprafață, ca urmare a acțiunii gravitației, sau sunt pierdute în spațiu.

CÂMPUL MAGNETIC

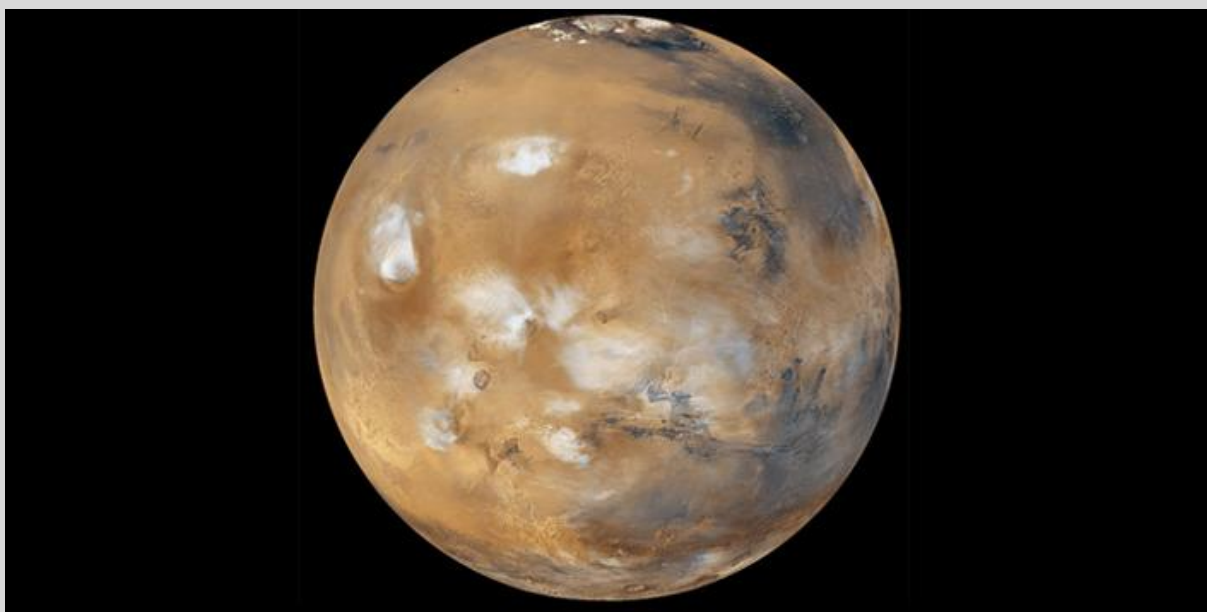
Luna nu are un câmp magnetic puternic și dipolar, astfel încât să fie generat de efectul de dinam din nucleu. Câmpul magnetic selenar își are aproape în totalitate originea în crustă. Magnetizarea crustei s-ar putea să fie efectul unei magnetizări a nucleului, la începutul istoriei sale, însă dimensiunea acestuia, foarte mică, este un argument contra. O altă teorie spune că acest câmp ar fi putut fi generat de marile impacturi; cele mai mari valori ale sale par să se înregistreze la antipozii craterelor gigantice.

Distanța medie față de Terra	384.400 km (0,00257 UA)
Perigeu (cel mai apropiat punct de Terra)	363.104 km
Apogeu (cel mai îndepărtat punct de Terra)	405.696 km
Diametrul	3465 km
Circumferința ecuatorială	10.917 km
Volumul	21.971.669.064 km ³ (0,020 din cel al Terrei)
Masa	7,3477 x 10 ²² kg (0,0123 din cea a Terrei)
Densitatea	3,344 g/cm ³ (0,606 din cea a Terrei)
Gravitația de suprafață la ecuator	1,624 m/s ² (16,6% din cea a Terrei)
Viteza de evadare	2,376 km/s
Perioada de rotație siderală (durata zilei)	27,322 zile
Perioada orbitală siderală (durata anului)	27,322 zile (sincronă)
Viteza orbitală medie	1,022 km/s
Excentricitatea orbitală	0,0554 (3,315 ori cea a Terrei)
Înclinația orbitei față de ecliptică	5,16 grade
Înclinația axei față de orbită	6,68 grade
Circumferința orbitală	2.413.402,16 km
Temperatura minimă/maximă la suprafață	-233/123 grade Celsius (40/396 K)

MARTE

Oamenii din vechime au văzut în Marte un câmp de bătălie însângerat, culoarea roșie făcându-i să numească această planetă după zeul războiului. Această culoare este dată în realitate de oxidul de fier (rugina). Ca luminozitate, după Venus și Jupiter este cea mai vizibilă.

Din acest motiv este și cunoscută din timpuri preistorice.



ORBITA

Marte este a patra planetă de la Soare, aflându-se la o distanță de 228 mil. km de acesta (1,5 UA). Datorită acestei depărtări, anul marțian durează cât 2 ani terestri. Raza planetei este doar jumătate din cea a Pământului, și are, comparativ, doar o zecime din masa acestuia, fiind și mai puțin densă. De aceea gravitația la suprafața planetei Marte este doar o treime din cea de pe Terra; deși Marte este mult mai mare și mai masiv decât Mercur, gravitația la suprafața celei mai apropiate planete de Soare este ceva mai ridicată, datorită densității foarte mari.

Excentricitatea orbitei este destul de ridicată, 9%, doar Mercur, dintre planete, având una mai mare. Acest lucru duce la variații de temperatură de 30 C între afeliu și periheliu, ceea ce are impact direct asupra climei planetei.

Înclinația axei față de ecliptică este similară cu cea a Pământului, ceea ce face ca pe Marte anotimpurile să fie foarte asemănătoare, în schimb de două ori mai lungi. Temperatura variază între -87 și -5 grade C.

STRUCTURA

Modelele curente arată că interiorul planetei prezintă un nucleu cu o rază de aproximativ 1.480 km, format în cea mai mare parte din fier, plus 15-17% sulf. Nucleul este parțial fluid. De jur împrejur există o manta din silicați. Crusta are o grosime medie de 50 km.

SUPRAFAȚA

Suprafața planetei este în principal compusă din bazalt, cu rare zone bogate în silicați, și acoperită de oxid de fier (rugină) fin precum pudra de talc. Ca și în cazul celorlalte planete telurice, suprafața a fost modificată de vulcanism, impacturi cu alte corpuri, mișcări ale crustei și eroziune atmosferică.

Marte nu are câmp magnetic, însă există zone de crusta magnetizate în trecut, asemănătoare benzilor prezente pe fundul oceanului terestru. Astfel, s-ar putea ca Marte în trecut să fi avut plăci tectonice.

RELIEFUL

Marte este o planetă a extremelor în ceea ce privește relieful. Ea deține recordul la cel mai înalt munte din Sistemul Solar, Olympus Mons, stins în prezent, care are aproximativ 25 km înălțime și 500 km circumferință; un lanț uriaș de vulcani, lung de 4.000 km și înalt de 10 km, în regiunea de nord, atât de mari încât deformează conturul planetei; un sistem de canioane, Valles Marineris, cu o adâncime de 2-7 km și o întindere pe o cincime din circumferința planetei (în comparație, Marele Canion are doar 446 km lungime și o adâncime de 2 km); Hellas Planitia, un crater de impact în emisfera sudică, cu diametrul de 2.000 km și o adâncime de 6 km. De asemenea, pe Marte există un al doilea canion ce depășește marele nostru canion – Maadim Vallis (numele ebraic al lui Marte) are 700 km lungime, iar în trecut este posibil să fi fost străbătut de apă lichidă.

Emisfera sudică este predominant acoperită de cratere foarte vechi, în timp ce cea nordică prezintă zone mult mai recent formate. Între aceste zone există chiar o graniță de câțiva km grosime.

Marte are două calote polare, cea nordică localizată în PlanumBoreum, iar cea sudică în Planum Australe. Acestea sunt compuse din gheață carbonică și apă înghețată, în amestec cu praf. În perioada verii, calotele polare se retrag, gheața carbonică sublimând, rămânând doar straturile de gheață normală. Schimbările sezoniere în extinderea sau retragerea calotelor polare modifică presiunea atmosferică globală cu până la 25%. Calota polară nordică are un diametru de 1.000 km și o grosime medie de 2 km, iar cea sudică, de 350 km și grosimea de 3 km.

APA

Pe Marte există dovezi geologice clare ale prezenței în trecut a apei lichide, dar în prezent aceasta nu poate exista decât în condiții trecătoare, metastabile. Determinarea vârstei craterelor de pe Marte indică faptul că eroziunea a încetat cu 3,5 miliarde de ani în urmă.

În prezent, temperatura medie scăzută de pe Marte și presiunea foarte mică nu permit existența apei lichide la suprafață. Însă se crede că în trecut lucrurile au stat diferit, iar planeta a avut cantități importante de apă lichidă, ce a lăsat în urmă mărturie.

În 2002, Mars Odyssey a detectat cantități mari de gheață la doar un metru sub suprafață, cantitate ce ar umple de două ori lacul Michigan. Diverse analize ale unor formațiuni și minerale aflate pe Marte, ce se formează numai în prezența apei lichide, sugerează și ele un trecut umed.

ATMOSFERA

Cu eoni în urmă, Marte era mult mai asemănător Pământului. Dar, în timp ce dioxidul de carbon de pe Terra a fost prins în roci, formând carbonații, Marte nu a putut recicla acest gaz, datorită lipsei activității tectonice. Dioxidul de carbon nefiind eliminat în atmosferă, efectul de seră nu s-a produs, temperatura rămânând foarte scăzută.

O cantitate considerabilă de substanțe volatile s-a pierdut în spațiu de-a lungul istoriei planetei. Cea mai mare pierdere a avut loc în aceeași perioadă în care s-a observat că s-a schimbat întreaga climă.

Atmosfera planetei Marte este subțire, compusă în principal din dioxid de carbon (95,72%), apoi azot (2,7%), argon (1,6%), și urme de oxigen (0,13%), monoxid de carbon (0,07%) și apă (0,03%). Presiunea medie la sol este de 7 milibari, mai puțin de a suta parte din atmosfera la nivelul mării pe Terra. Comparativ, pe planeta noastră această presiune se întâlnește la o altitudine de 35 km. Însă, deși pare a fi neglijabilă, în realitate este suficientă pentru a produce furtuni de praf care ocazional cuprind întreaga planetă.

Această atmosferă rarefiată produce și ea un efect de seră, ce ridică temperatura cu 5 K, mult mai puțin decât pe Pământ sau pe Venus. A fost detectat metan în atmosfera marțiană. Metanul este un gaz instabil, ce se descompune rapid sub acțiunea radiației ultraviolete, nerezistând în atmosferă mai mult de câteva sute de ani. Acest lucru înseamnă că este regenerat. S-a vehiculat ideea ca ar exista microorganisme ca metanogeni. Activitatea vulcanică sau impactul cu o cometă ar fi alte cauze care să ducă la generare de metan, însă aceste evenimente sunt improbabile în trecutul apropiat. S-a descoperit în cele din urmă că o reacție nonbiologică, implicând apa, dioxidul de carbon și olivina, un mineral prezent din abundență pe Marte, ar produce de asemenea metan.

CÂMPUL MAGNETIC

Câmpul magnetic al planetei roșii există, deși nu la nivel global. Intensitatea sa este foarte scăzută, probabil ceea ce a rămas de la câmpul magnetic global existent când planeta era tânără.

VIAȚĂ PE MARTE?

La sfârșitul secolului 19, Giovanni Schiaparelli a realizat o hartă a ceea ce a crezut că sunt canale pe suprafața planetei Marte, construite de o civilizație pentru a aduce apa dinspre calotele polare spre câmpiile cultivate. Acestea s-au dovedit doar efecte optice, datorate puterii slabe a telescoapelor de atunci, deoarece aceste canale nu coincid cu nicio formațiune geologică.

S-a observat de asemenea că durata zilei pe Marte este aproximativ egală cu cea terestră, iar axa de rotație are aceeași înclinație, deci există anotimpuri. În timpul primăverii se putea vedea cum suprafața se închide la culoare, astfel s-a lansat ipoteza că zăpada se topește și lasă loc vegetației să crească. Astăzi se știe că acest lucru se întâmplă datorită furtunilor de nisip.

Unele indicii sugerează că planeta a fost în vremuri îndepărtate mult mai primitoare decât este astăzi. Însă se pune întrebarea dacă viața a apărut și a

avut timp să se dezvolte aici. Au fost găsiți compuși organici în meteoriți proveniți de pe planeta roșie, iar unii oameni de știință au tras concluzia că aceștia nu pot proveni decât de la forme de viață primitive, însă s-a concluzionat că de asemenea activitatea vulcanică sau geologică poate elibera aceste tipuri de compuși. De asemenea se fac speculații cum că viața ar putea exista și în prezent ascunsă sub sol, unde există apă și radiațiile dăunătoare nu ajung. Însă acest lucru îl vom afla cu certitudine doar când vom explora detaliat planeta.

În principiu, Marte este planeta cea mai promițătoare din punct de vedere al posibilităților de populare. Însă are și dezavantaje: se află destul de departe de Soare, iar apa îngheață; câmpul magnetic este slab, iar radiația cosmică atinge nestingherită solul; atmosfera este foarte subțire, astfel că transferul de căldură și protecția termică sunt insuficiente, iar presiunea e mult prea mică pentru a păstra apă lichidă, chiar și la temperaturi peste 0 grade C; activitatea geologică s-a oprit, ceea ce înseamnă că elementele nu mai pot circula din exterior în interior și invers.

SATELIȚII PLANETEI MARTE

Marte are doi sateliți mici, Phobos și Deimos. Cel mai probabil este că aceștia sunt asteroizi capturați de gravitația planetei. De la suprafața planetei, mișcarea acestora pe cer diferă considerabil de cea a satelitului nostru natural. Phobos răsare la vest, apune la est după doar 4 ore și un sfert, și răsare din nou după doar 11 ore, în vreme ce Deimos răsare din est, însă foarte încet, luându-i 2,7 zile să străbată tot cerul. Ca și Luna, sateliții lui Marte prezintă mereu aceeași față spre planetă.



Phobos

Pentru că orbita lui Phobos se află sub altitudinea normală, în 30-80 mil. ani acesta se va prăbuși pe Marte sau se va rupe în bucăți transformându-se într-un inel. Este cea mai apropiată orbită de planeta mamă comparativ cu orice alt satelit din Sistemul Solar, mai puțin de 6.000 km de suprafață. Fiind atât de aproape de planetă, nu poate fi văzut la latitudini mai mari de 70 grade.

Având o formă neregulată, gravitația pe Phobos prezintă diferențe de până la 210%. Forțele mareice pe care le are planeta asupra lui mai mult decât dublează aceste diferențe, ajungând până la 450%. Phobos are o gravitație de o mie de ori mai mică decât cea de pe Terra.

Văzut de pe Phobos, Marte arată de 6.400 mai mare și de 2.500 mai luminos decât Luna plină pe cerul nopții, acoperind o pătrime din întreaga emisferă cerească. Văzut de la nivelul ecuatorului lui Marte, Phobos apare cât o treime din satelitul nostru.

Phobos se prezintă foarte neregulat. Dimensiunile sale sunt de 27 x 21 x 18 km. Suprafața sa este acoperită de impacturi cu alte corpuri. Cel mai mare crater este cel numit Stickney, atât de mare raportat la satelit încât probabil aproape l-a dezintegrat.

Deimos este de asemenea neregulat, cu dimensiunile 15 x 12 x 10 km. Roca este carbonică, asemeni meteoriților de acest tip. Prezintă cratere, însă mai puține decât Phobos, craterele sale fiind acoperite parțial cu regolit.



Deimos

Văzut de pe Deimos, Marte este de 1.000 ori mai mare decât Luna plină. Văzut de pe Marte, apare ca o stea pentru ochiul liber.

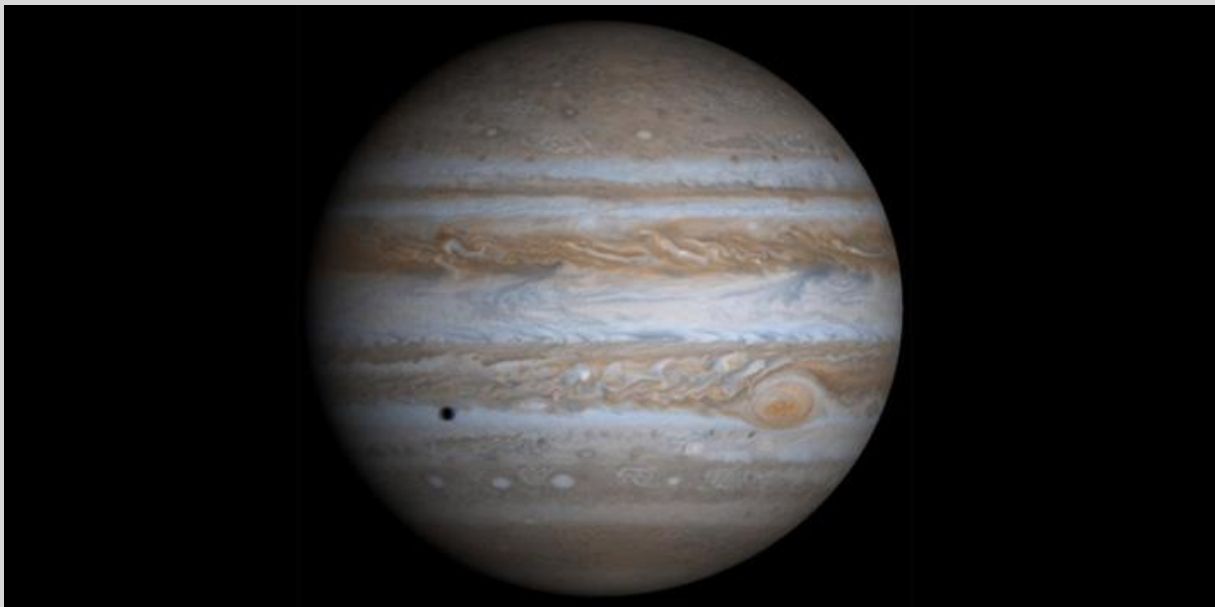
Periheliu (cel mai apropiat punct de Soare)	206.655.215 km (1,405 UA)
Afeliu (cel mai îndepărtat punct de Soare)	249.232.432 km (0,639 UA)
Diametru	6779 km (0,532 din cel al Terrei)
Circumferința ecuatorială	21.297 km
Volumul	163.115.609.799 km ³ (0,151 din cel al Terrei)
Masa	6,4169 x 10 ²³ kg (0,107 din cea a Terrei)
Densitatea	3,934 g/cm ³ (0,714 din cea a Terrei)
Gravitația de suprafață la ecuator	3,71 m/s ² (38% din cea a Terrei)
Viteza de evadare	5,030 km/s
Perioada de rotație siderală (durata zilei)	1,026 zile
Perioada orbitală siderală (durata anului)	686,98 zile
Viteza orbitală medie	24,077 km/s (0,808 ori cea a Terrei)
Excentricitatea orbitală	0,0933941 (5,589 ori cea a Terrei)
Înclinația orbitei față de ecliptică	1,85 grade
Înclinația axei față de orbită	25,2 grade (Terra are o înclinație a axei de 23,44 grade)
Circumferința orbitală	1.429.085.052 km (1,520 din cea a Terrei)
Temperatura minimă/maximă la suprafață	-87/-5 grade Celsius (186/268 K)
Numărul de sateliți	2

CARACTERISTICI	PHOBOS	DEIMOS
Perigeu (cel mai apropiat punct de planetă)	9234 km	23.453 km
Apogeu (cel mai îndepărtat punct de planetă)	9518 km	23.463 km
Diametru	22,2 km (26,8×21×18,4)	12,4 km (15,0×12×10,4)
Circumferința ecuatorială	69,7 km	39 km
Volumul	5.729 km ³	998 km ³
Masa	1,07×10 ¹⁶ kg	1,4762×10 ¹⁵ kg
Densitatea	1,872 g/cm ³	1,471 g/cm ³
Aria suprafeței	1.548,3 km ²	483,05 km ²

Gravitația de suprafață la ecuator	0,0057 m/s ²	0,003 m/s ²
Viteza de evadare	0,011 km/s	0,0069 km/s
Perioada de rotație	sincronă	sincronă
Perioada de revoluție	0,3189 zile (7,65 ore)	1,2624 zile (30,3 ore)
Viteza orbitală medie	2,138 km/s	1,35 km/s
Excentricitatea orbitală	0,0151	0,0002
Înclinația orbitei față de ecuatorul planetei	1.093 grade	1,788 grade
Atmosfera	fără atmosferă	fără atmosferă

JUPITER

Jupiter, numit după zeul zeilor la romani (Zeus la greci), este regele planetelor sistemului solar. Este a cincea planetă de la Soare, și în același timp cea mai mare, cu o masă de aproape trei ori cât masa celorlalte planete la un loc.



Este atât de masiv, încât baricentrul cu Soarele (punctul în jurul căruia cele două corpuri se rotesc, centrul de greutate al sistemului) este situat deasupra suprafeței solare. Cu un volum cât 1.317 Pământuri, conține de 318 mai multă masă ca acesta.

Împreună cu cei patru sateliți ai săi, de dimensiuni planetare, și mulți alții mai mici, Jupiter formează un sistem solar în miniatură. De asemenea, Jupiter este considerat ca fiind o stea ratată; o masă de 80 de ori mai mare ar fi condus la pornirea fuziunii hidrogenului. Este al patrulea obiect ca strălucire pe cerul nostru, după Soare, Lună și Venus.

Există planete extrasolare mult mai masive decât Jupiter. Nu există o definiție clară care să tragă o linie între giganții gazoși și piticele brune, acele stele ratate ce nu au reușit să mențină fuziunea hidrogenului în nucleu, datorită masei mult prea mici.

Raza planetei scade în timp. Jupiter se micșorează sub acțiunea gravitației. Această contracție, de 2 cm pe an, face ca Jupiter să radieze în spațiu mai multă energie decât primește de la Soare.

Înclinația mică a axei nu produce schimbări sezoniere importante; nu există practic anotimpuri. Jupiter orbitează la 778 milioane km de Soare, o distanță de 5,2 ori mai mare decât cea la care ne aflăm noi de astru. Orbita o completează în aproape 12 ani tereștri.

Rotația în jurul axei este cea mai rapidă comparativ cu oricare altă planetă din Sistem, o zi durând mai puțin de 10 ore. Astfel, diametrul ecuatorial ajunge cu peste 8.000 km mai mare decât cel polar, rezultând o aplatizare vizibilă cu orice telescop de amatori de pe Terra.

Influența gravitațională a planetei gigant a avut un rol hotărâtor în modelarea Sistemului Solar. Orbitele planetelor apropiate se găsesc aproximativ în același plan cu a sa, și mai puțin în planul ecuatorial solar. De asemenea, centura de asteroizi este puternic influențată. Jupiter ar putea fi vinovat și de Marele Bombardament Târziu, o perioadă de impacturi severe și abundente ce a avut loc la 700 milioane de ani după formarea Sistemului Solar, când era de presupus că acesta fusese deja curățat de marea masă a corpurilor mici. Urmele acestor impacturi se păstrează pe corpurile cerești din sistemul inferior.

Jupiter a fost numit aspiratorul Sistemului Solar. Gravitația imensă a curățat spațiul de comete, asteroizi și alte corpuri mici. Și în prezent acesta atrage cele mai multe reziduuri care se apropie de Sistemul Solar interior.

STRUCTURA

Despre interiorul lui Jupiter se știe prea puține lucruri până în prezent. Jupiter este un gigant gazos. Nu are suprafață solidă; gazul devine tot mai dens cu adâncimea, până când, datorită presiunii în creștere, se transformă în lichid. Densitatea planetei este astfel destul de mică, $1,326 \text{ g/cm}^3$ (dintre planetele gigante Neptun are densitatea cea mai mare).

Planeta este compusă în special din hidrogen (93%) și o proporție mică de heliu (7%), după numărul de atomi, sau 75% hidrogen și 24% heliu în funcție de

masă, similar cu Soarele. Probabil există un nucleu solid, format în abundență din materiale mai grele, cu o masă de 10-15 mase terestre, însemnând cam 3% din masa totală a planetei. Dacă acest nucleu nu ar fi solid, modelele spun că aplatizarea la poli ar fi mai pronunțată.

Nucleul este cuprins într-o manta de hidrogen lichid cu proprietăți metalice, datorate presiunii uriașe la care e supus, acesta fiind sursa câmpului magnetic planetar. Mantaua se întinde până la 78% din raza planetei. Această formă exotică a celui mai comun dintre elemente este posibilă la presiuni ce depășesc 3 milioane de bari, o presiune ce corespunde unei adâncimi de peste 17.000 km de la suprafața atmosferei. Supuse unor astfel de presiuni, legăturile dintre nucleele de hidrogen și electroni se rup, astfel încât substanța devine conductor electric. Temperatura și presiunea în interior cresc progresiv cu cât ne apropiem de nucleu.

ATMOSFERA

Atmosfera conține urme de metan, vapori de apă, amoniac și silicați. De asemenea, se mai regăsesc carbon, etan, sulfat de hidrogen, neon, oxigen, sulfuri. Proporțiile atmosferice de hidrogen și heliu sunt similare cu compoziția, dedusă teoretic, a nebuloasei solare primordiale. Compoziția, așa cum o știm astăzi, arată astfel: ~86% hidrogen molecular; ~13% heliu; 0,1% metan; 0,1% vapori de apă; 0,02% amoniac; 0,0002% etan; 0,0001% fosfați; <0,00010% hidrogen sulfurat.

Surprinzător, s-a detectat mult mai puțină apă decât se presupunea că există. Teoretic, oamenii de știință se așteptau să găsească aici de două ori mai mult oxigen decât are Soarele, însă se pare că această cantitate este chiar mai mică în cazul lui Jupiter.

Atmosfera superioară este vizibil împărțită în benzi la diferite latitudini, iar de-a lungul liniilor ce le delimitează se pot observa turbulențe și furtuni. Benzile de nori, diferit colorate, se învârt în jurul planetei în sensul acelor de ceasornic. Viteze de 100 m/s sunt comune în zonele de turbulență. Benzile variază în grosime, culoare și intensitate de la an la an, însă rămân suficient de stabile în timp. Viteza vânturilor, compoziția chimică a norilor și diferențele de temperatură sunt responsabile de delimitarea lor.

Norii, compuși în special din cristale de amoniac, acoperă planeta perpetuu. Stratul de nori are o grosime de doar 50 km. Sub stratul de nori de amoniac există o regiune "senină", iar sub aceasta se presupune că ar exista nori în care

predomină apa (asemeni celor binecunoscuți pe Terra), datorită fulgerelor observate în atmosfera lui Jupiter.

Înclinația mică a axei lui Jupiter face ca polii să primească o cantitate mai redusă de energie solară decât ecuatorul. Convecția din interiorul planetei transportă mai multă căldură spre poli, și astfel se echilibrează temperaturile straturilor de nori.

Singurul vehicul spațial ce a intrat în atmosfera lui Jupiter și a făcut măsurători științifice este Galileo. În 1995 a trimis o sondă atmosferică spre Jupiter, iar în 2003 însuși vehiculul orbital a intrat în atmosferă; misiunea sa se sfârșise, iar această intrare în straturile de nori a fost ultimul său suflu, presiunile uriașe din interior distrugând-o în scurtă vreme. Cercetătorii au preferat să îl încredințeze pe Galileo planetei gigant, pentru a nu se lovi de vreunul din sateliții acesteia, contaminându-l. În viitor, alte misiuni vor veni să studieze în amănunt acești sateliți, pe care ar putea exista condiții propice apariției vieții.

INELELE

Descoperite în 1979 de Voyager 1, inelele jupiteriene au reprezentat o surpriză în lumea științifică.

Inelele sunt întreținute de sateliți ai planetei: trei inele extrem de subțiri, guvernate de Amalthea, Thebe și Adrastea, inelul principal întreținut probabil de Metis, și încă unul, cu aspect de halou, format probabil de interacțiunea câmpului magnetic ce reține particule venite din spațiu. Sunt vizibile doar când Soarele se află în spatele lor.

Toate planetele mari din Sistemul nostru Solar au un sistem de inele. Dar spre deosebire de Saturn, care prezintă inele foarte luminoase, celelalte sunt formate din particule cu albedo (strălucire) foarte mic, roci și praf ce nu conțin gheață.

Periheliu (cel mai apropiat punct de Soare)	740.679.835 km (5,035 UA)
Afeliu (cel mai îndepărtat punct de Soare)	816.001.807 km (5,365 UA)
Diametru	139.822 km (10,97 ori cel al Terrei)
Circumferința ecuatorială	439.264 km
Volumul	1.431.281.810.739.360 km ³ (1.321 ori cel al Terrei)
Masa	1,8981 x 10 ²⁷ kg (317,83 ori cea a Terrei)

Densitatea	1,326 g/cm ³ (0,241 din cea a Terrei)
Gravitația de suprafață la ecuator	24,79 m/s ² (253% din cea a Terrei)
Viteza de evadare	60,2 km/s
Perioada de rotație siderală (durata zilei)	9,92 ore
Perioada orbitală siderală (durata anului)	11,86 ani
Viteza orbitală medie	13,056 km/s (0,438 ori cea a Terrei)
Excentricitatea orbitală	0,04838624 (2,895 ori cea a Terrei)
Înclinația orbitei față de ecliptică	1,30 grade
Înclinația axei față de orbită	3,1 grade (Terra are o înclinație a axei de 23,44 grade)
Circumferința orbitală	4.887.595.931 km (5,2 ori cea a Terrei)
Temperatura minimă/maximă la suprafață	-148 grade Celsius (125 K)
Numărul de sateliți	64

SATELIȚII LUI JUPITER

Jupiter are patru mari sateliți, numiți și galileeni, deoarece au fost descoperiți de astronomul italian Galileo Galilei, ajutat de rudimentarul telescop construit de el, fiind de altfel și primii sateliți observați vreodată, cu excepția Lunii. În total, sateliții gigantului sunt în număr de peste 60, și constant sunt descoperiți alții. Tot ansamblul ar putea fi considerat un sistem solar în miniatură.

Acești patru mari sateliți, dintre care doi întrec în dimensiuni planeta Mercur, sunt, în ordinea depărtării de planetă, Io, Europa, Ganymede și Callisto. Denumirile lor vin din mitologia greacă, ca de altfel mai toate numele corpurilor cerești din Sistemul Solar, și reprezintă iubite ale zeului suprem, Jupiter, excepție făcând Ganymede. Io, Europa și Ganymede sunt prinse într-o rezonanță orbitală de 1:2:4. Callisto va ajunge și ea în această situație, cu o perioadă de revoluție dublă decât cea a lui Ganymede.

Sateții se împart în trei mari grupe:

1. *interiori* - sateliți de dimensiuni reduse, cu orbite apropiate de planetă. Din această grupă fac parte *Metis, Adrastea, Amalthea și Thebe*.

2. *galileeni* - sateliții descoperiți de Galileo Galilei, primele corpuri cerești despre care s-a știut sigur că orbitează altă planetă decât a noastră, stând astfel la baza demonstrării teoriei heliocentrice a lui Copernic. Acești sateliți se deosebesc de restul prin masivitatea lor. Ei sunt, cum am amintit mai sus, Io, Europa, Ganymede și Callisto.

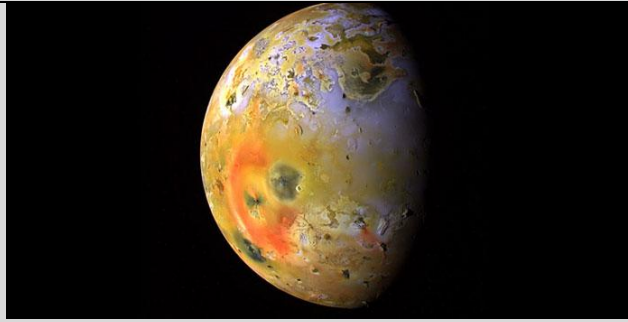
3. *exteriori* - sateliți de dimensiuni modeste cu orbite aflate la o mai mare depărtare decât cele ale sateliților galileeni. Din acest grup fac parte, printre alții, *Leda, Himalia, Lysithea, Elara, Ananke, Carme, Pasiphae, Sinope*. Acești sateliți exteriori sunt împărțiți în subgrupuri (A, B). Cei ce fac parte din grupul A au o mișcare directă, într-un plan inclinat la 28 grade față de planul ecuatorial al lui Jupiter, pe când cei ce fac parte din grupul B au o mișcare retrogradă, cu un plan înclinat la 150 grade.

Metis și Adrastea sunt însoțitori ai inelului principal al lui Jupiter. De dimensiuni reduse (Metis cu un diametru de 40 km, iar Adrastea atât de mic încât forma este neregulată, 23x20x15 km), sunt descoperiți în timpul misiunii Voyager 1. Orbitând la 128.000 și respectiv 129.000 km de planetă, sunt probabil sursa materialului ce formează inelul. Undeva în viitor, ei vor cădea pe Jupiter.

Amalthea se află la o distanță de 181.000 km, având de asemenea o formă neregulată, 270x166x150 km. Forma neregulată a lui Amalthea, cu toate că dimensiunile sale nu sunt de neglijat, arată o compoziție de materiale rezistente, probabil asemănătoare asteroizilor, și diferită față de compoziția celorlalți sateliți ai lui Jupiter. Culoarea sa este a doua cea mai roșie a unui satelit din Sistemul Solar, datorită sulfului expulzat de vulcanii de pe Io. Satelitul cedează spațiului mai multă căldură decât primește, indicând o sursă internă de energie, ca și Io.

Io

Io, al cincilea satelit și primul din cei galileeni, este un iad multicolor. Puțin mai mare decât Luna, prezintă cea mai intensă activitate vulcanică din întreg sistemul solar.



Io are o rotație în jurul axei egală cu revoluția în jurul planetei mamă, și o orbită aproape circulară, acestea fiind probabil efectele unor puternice forțe mareice. Astfel, prezintă spre Jupiter aceeași față, întocmai ca satelitul nostru natural.

Pe o orbita circulară la 422.000 km de planetă, satelitul este supus constant contracției și dilatării în câmpul gravitațional intens al lui Jupiter, fiind de asemenea supus presiunilor și de orbita următorului satelit, Europa, cu care este în rezonanță. Ca urmare a forțelor mareice, Io este deformat, iar frecarea rezultată încălzește și topește rocile din interior, producând vulcani și revărsări de lavă, ca și gheizere de dioxid de sulf. Vulcani de mărimea Franței pot erupe ani de zile încontinuu. Lava este aruncată în spațiu la câteva sute de kilometri, având inițial o temperatură foarte mare, 1.900 K.

Cantitatea de material ejectată de vulcanii de pe Io este impresionantă, suficientă pentru a acoperi satelitul cu un strat gros de 100 m într-o perioadă relativ scurtă geologic vorbind, de 100 milioane ani. Mantaua și crusta au fost reciclate de mai multe ori în decursul istoriei sale. Io nu are atmosferă decât local, în jurul vulcanilor, formată din gazele ce ies din interior odată cu erupțiile. Materia ejectată conține atomi ionizați de oxigen, sodiu și sulfuri, cu urme de hidrogen și potasiu.

Mișcarea pe orbită a lui Io, trecând prin puternicul câmp magnetic al lui Jupiter, generează un câmp electric, dezvoltând o tensiune de 400.000 V și generând un curent de 3 milioane amperi. Acest curent formează un cordon ombilical ce unește satelitul de planetă gigant. Forța electrică smulge materie de pe Io (în jur de o tonă pe secundă) și formează în jurul lui Jupiter un tor de plasmă.

Interiorul lui Io, ca și cel al lui Ganymede și Europa, are o structură ce prezintă nucleu, manta cel puțin parțial topită, și o scoarță solidă bogată în sulfuri.

Europa

La 670.000 km de Jupiter orbitează al șaselea satelit al său, Europa. Alături de Titan, poate fi numit cel mai interesant satelit din sistemul nostru. Pe suprafața sa de gheață au fost observate crăpături ce duc la concluzia că satelitul este acoperit de un ocean uriaș, adânc de kilometri, și că stratul de gheață exterior se rupe din când în când, datorită presiunilor gravitaționale. Aceste fracturi au în general lungimi de zeci de kilometri, dar merg și până la mii de kilometri lungime. Cel puțin până în trecutul recent, Europa a avut un strat semifluid sub gheața de suprafață, cei mai mulți oameni de știință înclinând să creadă că acesta încă există.



Temperatura de suprafață variază, de la 110 K la ecuator, până la abia 50 K în zona polară. Acest lucru face ca gheața să fie la fel de tare ca granitul. Savanții încă nu sunt de acord cu grosimea stratului de gheață de la suprafață, modelele dând rezultate de la câteva sute de metri, până la zeci de kilometri. Cea mai bună estimare a grosimii sale însă o fac craterile, estimările fiind de 10-30 km grosime. Oceanul ce sălășluiește dedesubt ar avea minim 100 km adâncime.

Ceva mai mică decât Luna, Europa are câmp magnetic propriu și de asemenea indus (de Jupiter), iar modelele arată că interiorul conține rocă și o mică parte gheață. Grosimea crustei de gheață (și apă) ar ajunge la 150 km. Satelitul, se crede, are de două ori mai multă apă decât Terra.

Numărul craterelor este de departe foarte mic, în comparație cu majoritatea corpurilor din Sistemul Solar, ceea ce ne arată că suprafața este în continuă schimbare. Motorul acestei activități este același cu cel ce pune în mișcare vulcanii de pe Io.

Urmele de dioxid de sulf și acid sulfuric descoperite ar putea proveni de la vecina Io, dar de asemenea aceste substanțe ar putea fi răspândite în oceanul uriaș, făcându-l foarte acid. Au fost descoperiți și compuși organici.

Europa, împreună cu Titan, Enceladus și Marte, sunt cele mai propice locuri din Sistemul Solar pentru a căuta eventuala viață. Dar dacă Marte este deja o planetă pe moarte ce nu ne-ar oferi, probabil, decât urma unei vieți trecute, iar Titan este mult prea rece ca viața să fi avut energia necesară apariției, Europa ar putea să ne prezinte viața în timp real. Sub kilometrii de gheață, în oceanul întunecat, adânc de alte zeci de kilometri, în preajma surselor de căldură venite din interior asemeni vulcanilor submarini de pe Pământ, ar fi putut apărea și vieții organisme primare.

Un alt lucru interesant este că Europa are o atmosferă, foarte subțire, e adevărat, de oxigen molecular. Acesta nu este produsul formelor de viață, cum se întâmplă pe Terra, ci rezultă din descompunerea moleculelor de apă, sub acțiunea radiațiilor. Hidrogenul, mai ușor, se pierde în spațiu, rămânând oxigenul.

Ganymede

Pe o orbită aflată la 1,07 milioane km de Jupiter găsim cel mai mare satelit din Sistemul Solar, Ganymede, depășind în diametru planeta Mercur. Este singurul satelit cunoscut care are propriul câmp magnetic de sine stătător, generat din surse interne.



Densitatea mică îl prezintă format jumătate din rocă și jumătate din gheață. Nucleul este metalic, producând câmpul magnetic observat, cu o intensitate de 1% din cel terestru.

Suprafața prezintă zone luminoase și întunecate. De vreme ce cele întunecate prezintă mai multe cratere, acestea sunt mai vechi. Dimensiunea mică a craterelor (în comparație cu alte corpuri ce au suprafață solidă) duc la concluzia ca și Ganymede ar putea avea, sau a avut, un strat de apă în interior, un ocean sărat la o adâncime de 200 km, prins între straturi de gheață. Crăpăturile de care este străbătut solul, foarte vechi și ele, sunt de origine tectonică, probabil. Vârsta suprafeței este estimată la 3-3,4 miliarde de ani, comparabil cu cea a Lunii, deci satelitul pare a nu avea activitate în prezent sau în trecutul apropiat, cum este cazul Europei și al lui Io.

Ganymede nu are atmosferă, detectându-se doar urme de ozon. Însă într-un viitor, acesta ar putea avea, ca și Europa, o atmosferă rarefiată de oxigen.

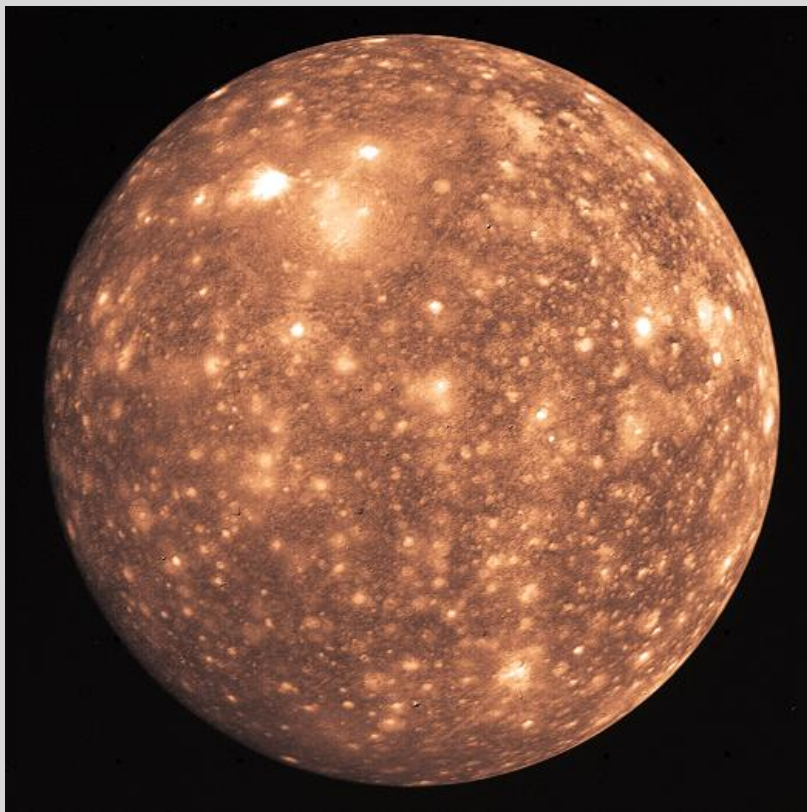
Orbita satelitului este în rezonanță cu cea a lui Io și Europa, în raport de 1:2:4. De asemenea prezintă și el aceeași față către Jupiter.

Ganymede s-a format probabil prin acreție, în același timp cu planeta mamă. Timpul de formare ar fi estimat la 10.000 ani, mult mai puțin decât cel pentru formarea lui Callisto, de 100.000 ani. Această formare rapidă a dus la păstrarea căldurii inițiale în mare parte, și a avut ca efect stratificarea interiorului său, despărțind gheața de rocă. Acest lucru nu s-a întâmplat și în cazul lui Callisto, iar asta ar explica de ce lunile lui Jupiter, deși au aceeași compoziție, sunt foarte diferite între ele.

Callisto

Al treilea satelit ca mărime din Sistemul Solar, după Ganymede și Titan, Callisto orbitează la o distanță de 1,88 milioane km de planetă.

Este în întregime acoperit de cratere, sugerând lipsa vreunei activități tectonice de orice fel în istoria sa. Jumătate rocă și jumătate gheață ca și compoziție, acest satelit nu are straturi diferențiate în interior, neavând structură internă cum este cazul celorlalți sateliți galileeni. Nu este prins în rezonanță cu Jupiter (această rezonanță ajutând celelalte luni să dezvolte activitate geologică) și nu are atmosferă, decât urme de dioxid de carbon și, probabil, oxigen.



Un slab câmp magnetic indus de Jupiter ar putea releva prezența unui ocean sărat cu o adâncime de 50-200 km sub crusta de gheață de la exterior, de 80-150 km grosime, plin cu un antigel natural, cum ar fi amoniacul.

Callisto este posesoarea unor cratere uriașe de impact, cele mai mari fiind Valhalla, cu un diametru de 3.600 km, și Asgard, cu 1.600 km în diametru. Are de asemenea serii de cratere în linie, provenind de la corpuri ce s-au dezintegrat sub presiunea forței gravitaționale și abia apoi au lovit satelitul.

Sateții exteriori

Sateții mici exteriori, dincolo de orbitele celor galileeni, se împart în două grupuri: A și B. Fiecare din aceste grupuri provine probabil din rămășițele unor corpuri mai mari ce s-au fragmentat sub acțiunea gravitațională a lui Jupiter, având caracteristici comune.

Grupul A, compus din Leda, Himalia, Lysithea și Elara se mișcă într-un plan înclinat la 28 grade de ecuatorul lui Jupiter. Grupul B, format din Ananke, Carme, Pasiphae și Sinope, aflat la peste 20 milioane km de planetă, are o mișcare retrogradă, într-un plan înclinat la 150 grade.

Pe lângă toți acești sateții descriși mai sus, există multi alții, simple roci captate de uriașa planetă. Este foarte probabil că se vor mai descoperi și alții, prea mici sau prea depărtați ca să îi observăm încă. Sau vor fi captați și alții în viitor.

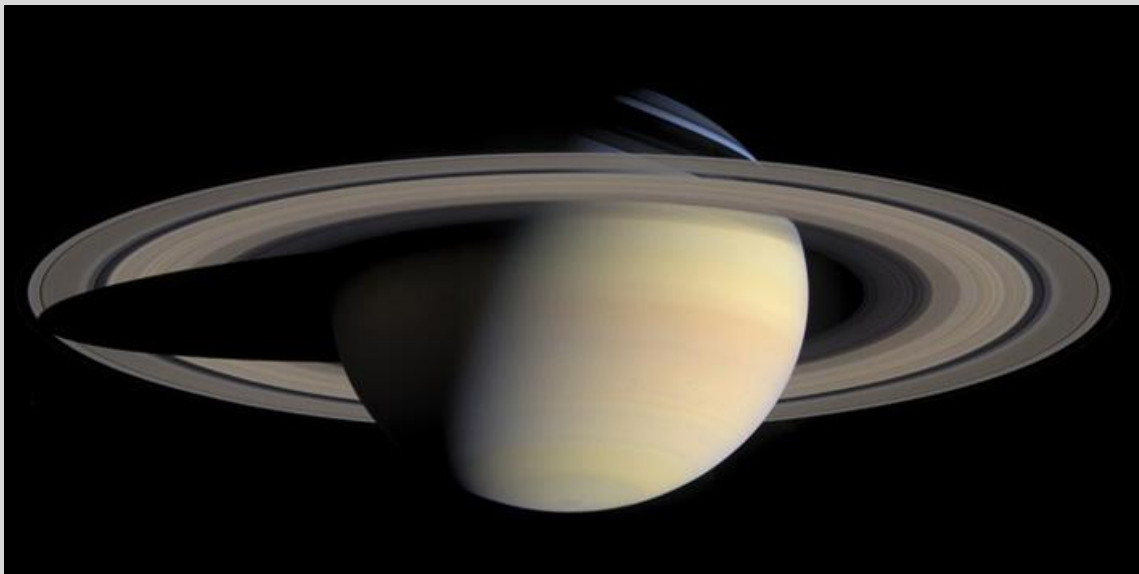
CARACTERISTICI	IO	EUROPA	GANYMEDE	CALLISTO
Perigeu (cel mai apropiat punct de planetă)	420.071 km	664.792 km	1.069.008 km	1.868.768 km
Apogeu (cel mai îndepărtat punct de planetă)	423.529 km	677.408 km	1.071.792 km	1.896.632 km
Diametru	3643,2 km	3.121 km	5.262,4 km	4820,6 km
Volumul	25.319.064.907 km ³	15.926.867.918 km ³	76.304.506.998 km ³	58.654.578.603 km ³
Masa	8,9319x10 ²² kg	4,8x10 ²² kg	1,4819x10 ²³ kg	1,0759x10 ²³ kg
Densitatea	3,528 g/cm ³	3,013 g/cm ³	1,942 g/cm ³	1,834 g/cm ³
Aria suprafeței	41.698.064 km ²	30.612.893 km ²	86.999.665 km ²	73.004.909 km ²
Gravitația de suprafață la ecuator	1,796 m/s ²	1,315 m/s ²	1,428 m/s ²	1,236 m/s ²
Viteza de evadare	2,558 km/s	2,025 km/s	2,742 km/s	2,44 km/s
Perioada de rotație	sincrona	sincrona	sincrona	sincrona
Perioada de revoluție	1,769 zile	3,551 zile	7,155 zile	16,689 zile
Viteza orbitală medie	17,334 km/s	13,740 km/s	10,88 km/s	8,204 km/s

Excentricitatea orbitală	0.0041	0,0094	0,0013	0,0074
Înclinația orbitei față de ecuatorul planetei	0,036 grade	0,466 grade	0,177 grade	0,192 grade
Înclinația axei	0 grade	0,1 grade	0-0,33 grade	0 grade
Temperatura la suprafață	130-200 K	50-125 K	70-110 K	80-165 K
Atmosfera	urme de dioxid de sulf	oxigen molecular foarte rarefiat	urme de oxigen	dioxid de carbon și oxigen molecular rarefiate

Satelit	Distanța (000 km)	Raza (km)	Masa (kg)
<i>Metis</i>	128	21,5	1,12e17
<i>Adrastea</i>	129	8,2	7,49e15
<i>Amalthea</i>	181	83,5	2,07e18
<i>Thebe</i>	222	49.3	1,50e18
<i>Leda</i>	11165	10	1,09e16
<i>Himalia</i>	11461	85	6,74e18
<i>Lysithea</i>	11717	18	6,29e16
<i>Elara</i>	11741	43	8,69e17
<i>Ananke</i>	21276	14	3e16
<i>Carme</i>	23404	23	1,32e17
<i>Pasiphae</i>	23624	30	3e17
<i>Sinope</i>	23939	19	7,49e16

SATURN

Saturn este a șasea planetă de la Soare și a doua ca mărime din sistemul solar. Deși dimensiunile sale sunt considerabile, masa sa nu este, comparativ, la fel de impunătoare, ceea ce duce la o densitate foarte mică.



Chiar dacă are compoziția asemănătoare cu a planetei Jupiter, datorită masei mai reduse gazul nu exercită o presiune la fel de mare asupra nucleului. Astfel rezultă o densitate mai mică chiar decât cea a apei – *dacă am scufunda planeta într-un ocean uriaș, aceasta ar pluti la suprafață.*

Saturn poartă numele zeului timpului la romani (*Cronos* la greci), tatăl lui Jupiter (*Zeus*). Fiind vizibil cu ochiul liber, este cunoscut din cele mai vechi timpuri. Dintre toate planetele vizibile fără instrumente de pe Pământ, Saturn are luminozitatea aparentă cea mai slabă.

Prima oară a fost observat prin telescop de Galileo Galilei. Imaginea sa, foarte schimbătoare de la o perioadă la alta, a ridicat multe întrebări. Galileo a crezut că vede sateliți ai planetei, blocați pe orbite bizare. Abia Christiaan Huygens a

interpretat corect faptul că planeta avea inele. Saturn a rămas unică în această privință până când au fost descoperite inelele foarte subțiri ale lui Uranus, apoi și ale celorlalte planete mari.

Orbitând la o distanță medie de Soare de peste 1,4 miliarde km, are nevoie de mai mult de zece ani pentru o revoluție completă.

Saturn prezintă o aplatizare importantă. Diferența dintre diametrul ecuatorial și cel polar este de aproape 10%. Cauzele sunt rotația rapidă și compoziția gazoasă. Toate planetele sunt ușor aplatizate la poli, însă niciuna ca Saturn.

Ca și Jupiter, Saturn nu are o suprafață solidă. Atmosfera devine tot mai densă spre interior, până când din cauza presiunii gazele devin lichide. Din această cauză, este dificil de determinat cât durează o zi saturniană. Nu se poate observa mișcarea suprafeței, astfel ca se folosește rotația câmpului magnetic al planetei.

La o depărtare mare de Soare, Saturn primește doar 1% lumină solară în comparație cu Terra. Și totuși există variații de temperatură, deoarece înclinația axei este mai mare decât cea terestră, ajungând la 28 grade.

STRUCTURA PLANETEI SATURN

Ca și Jupiter, Saturn conține 75% hidrogen și 25% heliu, precum și urme de apă, metan, amoniac și rocă. Această compoziție este similară cu cea a nebuloasei primordiale din care a luat naștere sistemul solar. Interiorul este de asemenea asemănător celei mai mari planete a sistemului: nucleu de rocă învelit într-un strat de hidrogen metalic lichid, iar la exterior un strat de hidrogen molecular. Deși intră în categoria planetelor gazoase, nu este o sferă exclusiv formată din gaz.

Stratul de hidrogen metalic lichid este motorul câmpului magnetic al planetei. Câmpul magnetic saturnian este comparabil cu cel al Pământului și considerabil mai mic decât cel al lui Jupiter, de unde rezultă că acest strat de hidrogen lichid cu proprietăți metalice este mult mai subțire decât în cazul planetei vecine mai mari.

Saturn radiază în spațiu mai multă energie decât cea primită de la Soare. O bună parte din aceasta este generată de contracția generată de gravitație, ca și în cazul planetei Jupiter, însă acest mecanism nu poate explica radiația totală.

ATMOSFERA PLANETEI SATURN

Atmosfera planetei Saturn este compusă din hidrogen molecular în proporție de 96,3% și 3,25% heliu. Au fost detectate urme de amoniac, acetilenă, etan, propan și metan. Norii înalți conțin cristale de amoniac, iar cei din straturile joase sunt formați din apă și hidrosulfură de amoniu (NH_4SH).

Viteza vântului în atmosfera lui Saturn atinge 1.800 km/h. Benzile nu sunt atât de proeminente ca cele ale lui Jupiter, însă există furtuni îndeajuns de puternice care să înconjoare planeta și să reziste în timp, asemeni Petei Roșii. Marea pată Albă apare în fiecare an saturnian (odată la 30 de ani) în perioada solstițiului de vară din emisfera nordică. Ar trebui să se producă din nou în anul 2020.

Vânturile suflă în general spre est, în direcția de rotație a planetei, și scad în intensitate dinspre ecuator spre poli. Nicăieri în Sistemul Solar nu se întâlnesc vânturi atât de puternice. La latitudini mari se întâlnesc și mișcări de aer în direcția vest.

O formațiune ciudată a fost descoperită în regiunea polului nord al planetei. În jurul vortexului de la polul nord există un hexagon cu latura de 13.800 km, care ar cuprinde cu ușurință întreg Pământul. Întreaga structură are o perioadă de rotație de 10 ore și jumătate, aceeași cu cea a interiorului planetei. Originea sa nu este complet înțeleasă.

Începând cu anul 2005, oamenii de știință au început să înregistreze fulgere în agitata atmosferă a planetei. Puterea acestora este de 1.000 ori mai mare decât cea a fulgerelor terestre.

INELELE PLANETEI SATURN

Nici o altă planetă a Sistemului Solar nu are inele ca Saturn. Foarte luminoase, acestea sunt în același timp extrem de subțiri. Particulele ce le compun sunt de dimensiuni foarte reduse, de la submilimetrice la cel mult de câțiva metri, iar gheața este elementul de bază, de unde și această luminozitate deosebită.

Inelele nu sunt vizibile cu ochiul liber de pe Terra. În ciuda luminozității lor deosebite, Saturn este prea departe de noi pentru această observare directă.

Chiar și prin intermediul telescoapelor doar trei inele pot fi observate de la noi:

A, B și C. A și B sunt cele mai proeminente, între ele existând o separare vizibilă denumită diviziunea Cassini. Inelul C este comparativ mult mai subțire.

Privite de aproape, inelele saturniene se împart în mii de altele mai mici. și deși ne par neschimbate de la depărtare, ele sunt într-o continuă remodelare, sub acțiunea planetei și a multitudinii de sateliți ai acesteia. Au fost fotografiate unde în inele, ca urmare a influențelor gravitaționale ale trecerii sateliților. Există inele, pe de o parte, și goluri, pe de altă parte, întreținute de unele luni saturniene.

Deși se întind până la o depărtare de 250.000 km de planeta mamă, grosimea inelelor nu depășește un kilometru. Dacă materialul ce compune toate inelele ar fi comprimat într-un singur obiect, dimensiunile acestuia n-ar depăși 100 km. Chiar dacă sunt atât de vizibile și impresionante, conțin relativ puțin material și sunt foarte subțiri.

Inelele au chiar și propria atmosferă, independentă de cea a planetei. În cea mai mare parte este compusă din oxigen molecular, apărut în urma acțiunii radiației ultraviolete asupra gheții. Există de asemenea și urme de hidrogen molecular, celălalt compus rezultat în urma descompunerii apei, însă acesta se dispersează mult mai ușor în spațiu. Dacă această atmosferă ar fi comprimată la nivelul inelelor, nu ar avea o grosime mai mare de un atom!

Este posibil ca inelele să fie foarte vechi, luând naștere la începuturile Sistemului solar, odată cu planeta, din resturile rămase de la formarea acesteia, sau din material atras de Saturn. Una dintre teorii spune că un satelit străvechi s-a dezintegrat lăsând în urmă aceste resturi; numele satelitului a fost stabilit Veritas. Dezintegrarea s-ar fi putut produce ori prin apropierea periculos de mare a corpului de planetă, ori prin ciocnirea cu un alt obiect îndeajuns de mare, cel mai probabil în timpul Marelui Bombardament Târziu.

Însă este la fel de posibil să fie tinere, de doar 100 mil. ani, o perioadă de timp scurtă din punct de vedere astronomic. Ca o dovadă a acestui fapt este adusă în vedere compoziția inelelor, materialul de puritate ridicată fiind contaminat în timp de praf cosmic.

În 2009 a fost observată existența unui nou inel, mult mai mare ca întindere decât cele cunoscute deja. Nu seamănă cu celelalte inele ale lui Saturn și nu este vizibil din regiunea noastră decât în infraroșu. Acest nou disc s-ar întinde de la 60 până la 300 de raze saturniene. Este deviat cu 27 de grade de planul ecuatorial al planetei și al celorlalte inele, aflându-se în planul orbitei lui Saturn.

Mișcarea noului inel este retrogradă, asemenea satelitului Phoebe, cu care este asociat.

Periheliu (cel mai apropiat punct de Soare)	1.349.823.615 km (9,176 UA)
Afeliu (cel mai îndepărtat punct de Soare)	1.503.509.229 km (9,885 UA)
Diametrul	116.464 km (9,1402 ori cel al Terrei)
Circumferința	365.882 km
Volumul	827.129.915.150.897 km ³ (764 ori cel al Terrei)
Masa	5,6832 x 10 ²⁶ kg (95,161 ori cea a Terrei)
Densitatea	0,687 g/cm ³ (0,125 din cea a Terrei)
Gravitația de suprafață la ecuator	10,4 m/s ² (107% din cea a Terrei)
Viteza de evadare	36,09 km/s
Perioada de rotație siderală (durata zilei)	0,444 zile
Perioada orbitală siderală (durata anului)	29,45 ani
Viteza orbitală medie	96,39 km/s (0,324 din cea a Terrei)
Excentricitatea orbitală	0,05386 (3,223 ori cea a Terrei)
Înclinația orbitei față de ecliptică	2,49 grade
Înclinația axei față de orbită	26,7 grade (Terra are o înclinație a axei de 23,44 grade)
Circumferința orbitală	8.957.504.604 km (9,530 ori cea a Terrei)
Temperatura la suprafață	-178 grade Celsius (95 K)
Numărul de sateliți	62

Principalele subdiviziuni ale inelelor

Nume	Distanța de la Saturn (de la centru, în km)	Lățime (km)
Inelul D	66.900 - 74.510	7.500
Inelul C	74.658 - 92.000	17.500
Inelul B	92.000 - 117.580	25.500
Diviziunea Cassini	117.580 - 122.170	4.700

Inelul A	122.170 - 136.775	14.600
Diviziunea Roche	136.775 - 139.380	2.600
Inelul F	140.180	30 - 500
Inelul Janus/Epimetheus	149.000 - 154.000	5.000
Inelul G	166.000 - 175.000	9.000
Arcul Methone	194.230	
Arcul Anthe	197.665	
Inelul Pallene	211.000 - 213.500	2.500
Inelul E	180.000 - 480.000	300.000
Inelul Phoebe	~4.000.000 - >13.000.000	

SATELIȚII LUI SATURN

Ca și Jupiter, Saturn are numeroși sateliți, de dimensiuni foarte diverse și cu particularități surprinzătoare. O parte din acești sateliți interacționează cu inelele planetei. În acest articol ne vom concentra pe 4 dintre sateliți: Titan, Enceladus, Iapetus și Mimas.

Sateții majori și încă aproape douăzeci din cei cu dimensiuni mai reduse orbitează normal, în sensul rotației planetei și relativ în planul acesteia. Restul sateliților, mici cu o singură excepție – Phoebe, au orbite neregulate, aflate la distanțe mari de planetă, cu înclinații mari față de ecuator și în unele cazuri cu mișcare retrogradă.

Titan, cel mai mare satelit saturnian și al doilea din Sistemul Solar, după Ganymede (Jupiter), conține nu mai puțin de 96% din masa aflată pe orbită în jurul planetei. Celelalte șase luni mari conțin aproape 4%, și doar 0,04% reprezintă, la un loc, toți ceilalți sateliți minori și inelele.

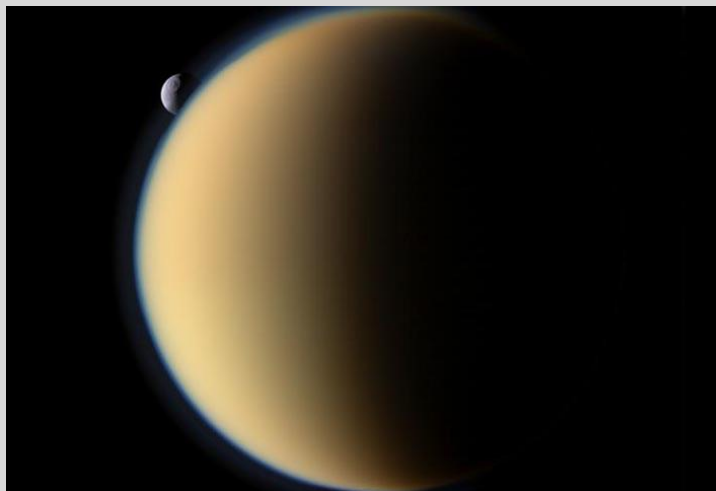
De la orbitele joase spre cele înalte, ordinea sateliților importanți, în funcție și de poziționarea inelelor, este următoarea: inelul D, inelul C, inelul B, inelul A, Atlas, Prometheus, Pandora, Epimetheus, Janus, inelul F, inelul G, Mimas, inelul E, Enceladus, Thetys, Telesto, Calypso, Dione, Helene (aici se termină inelul E), Rhea, Titan, Hyperion, Iapetus, Phoebe.

Diversitatea sateliților lui Saturn este uimitoare. *Titan* este atât de mare încât afectează orbitele sateliților din vecinătate. *Iapetus* are o emisferă strălucitoare ca zăpada, iar cealaltă întunecată ca smoala, și o regiune liniară înaltă de-a

lungul ecuatorului. *Phoebe* orbitează planeta în direcție opusă. *Mimas* prezintă un crater uriaș, atât de mare încât impactul ce l-a produs aproape că a dezintegrat satelitul. *Enceladus*, un mic satelit, este activ geologic, având vulcani de gheață. *Hyperion* are o formă aplatizată și se rotește haotic, un probabil rezultat al unei coliziuni recente. *Tethys* are o uriașă crăpătură ce se întinde pe aproape trei sferturi din diametrul lunii. O serie de sateliți sunt prinși în puncte Lagrange, orbitând împreună. Peste 15 sateliți arată mereu aceeași față către planetă, la fel ca Luna noastră. *Janus* și *Epimetheus* sunt co-orbitale; de aproximativ aceeași mărime, au orbite ce diferă cu doar câțiva kilometri, pe care le schimbă reciproc la fiecare 4 ani.

Titan

Aproape de mărimea lui Marte și având o atmosferă mai densă decât cea terestră, Titan ar fi considerat fără nicio rețineră o planetă dacă ar fi orbitat Soarele. Al doilea satelit ca mărime din Sistemul Solar, singurul cu o atmosferă apreciabilă și unicul corp cunoscut, exceptând planeta noastră, care are lichide la suprafață, Titan este cu adevărat interesant de studiat.



Asemeni planetei Venus, Titan nu a putut fi observat în detaliu înainte de misiunea Cassini-Huygens, din cauza atmosferei dense și opace. De altfel, din cauza acestei atmosfere inițial satelitul a fost considerat mai mare decât Ganymede, ocupând primul loc ca dimensiuni.

Titan orbitează Saturn în aproape 16 zile. La fel ca Luna, și de altfel ca mulți alți sateliți ai planetelor mari, perioada de rotație și cea de revoluție coincid,

arătând mereu aceeași față către planeta ce-l găzduiește. Pe lângă acest fapt, este în rezonanță și cu un alt satelit, Hyperion, în raport de 3:4.

Cu o densitate de aproape două ori cât cea a apei, Titan are interiorul compus în proporții egale din gheață și rocă. Roca se regăsește probabil în centru, iar gheața în straturile superioare. Este posibil ca o parte din apă să se afle chiar în stare lichidă dacă se află combinată cu amoniac, formând un ocean subteran despre care unele analize realizate de sonda Cassini au arătat indicii.

Atmosfera este atât de densă, iar gravitația îndeajuns de mică încât dacă am ajunge acolo și ne-am atașa aripi ușoare la brațe, am putea zbura. Tot gravitația redusă este și cauza pentru care atmosfera titaniană se extinde în spațiu mult mai departe decât în cazul Pământului, la peste 1.200 km înălțime de la sol. Presiunea la sol este cu 60% mai mare decât cea terestră, comparabilă cu presiunea resimțită pe fundul unei piscine.

Compoziția atmosferei e dominată de azot, care există în proporție de peste 98%, apoi metan, hidrogen și urme de alte elemente, precum diverse hidrocarburi, dioxid de carbon, monoxid de carbon, heliu etc.

Temperatura la suprafață este de 93 K (-178 C). Opacitatea atmosferei conduce la un antiefect de seră, la sol fiind mai rece decât în straturile superioare. La aceste temperaturi, apa nu sublimează și este dură ca o rocă. Metanul are un efect de gaz de seră, crescând temperatura atmosferei înghețate, care ar fi fost chiar mai mică în lipsa acestuia, Titan primind doar 1% din energia solară pe care o primim noi.

Satelitul este singurul corp ceresc cunoscut, în afara Terrei, care are un circuit al lichidelor. În concordanță cu perioada de revoluție a lui Saturn, Titan prezintă variații sezoniere, cu o climă umedă vreme de 25 de ani urmată de o perioadă uscată de 4-5 ani. Există lacuri, dar într-un procent mic, în special în zonele polare, astfel că satelitul este o lume mult mai aridă decât planeta noastră.

Relieful satelitului este puțin spectaculos. Scanările radar au evidențiat puțini munți peste 1 km. Craterelor sunt erodate și umplute cu hidrocarburi depuse în urma ploilor de metan sau cu materiale expulzate de vulcani. Vânturile au format dune, unele înalte de peste 300 metri și cu o lungime ce ajunge în unele cazuri la sute de kilometri.

Titan este în același timp o lume familiară și străină. Ceea ce vedem în imagini este asemănător cu ceea ce suntem obișnuiți, totul însă prins într-o chimie

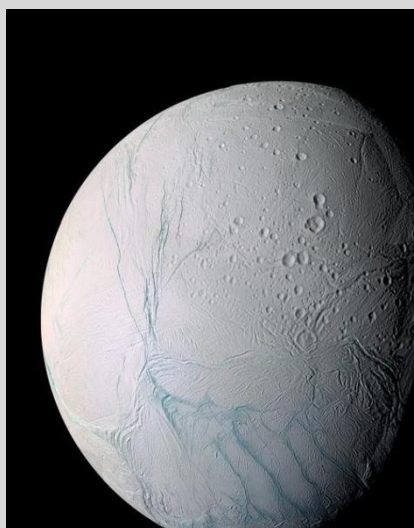
imposibilă. Condițiile de pe satelitul saturnian ar putea fi însă asemănătoare cu cele de la începuturile Terrei, dar la o temperatură mult mai scăzută.

Titan, alături de Europa (satelit al lui Jupiter), Enceladus și Marte, este printre cele mai propice locuri pentru apariția vieții. Unii cercetători au sugerat că ar putea exista viață pe Titan, folosind metanul în loc de apă și respirând hidrogen. Evident, criticile aduse acestor teorii sunt nenumărate, începând cu faptul că metanul nu este nici pe departe un solvent atât de eficient precum apa.

Titan nu duce lipsă de hidrocarburi, substanțe ce stau la baza creaturilor vii așa cum le cunoaștem noi, ce îi lipsește în primul rând este energia necesară vieții. Acest fapt însă se va modifica pentru a numită perioadă de timp în momentul în care Soarele va deveni gigantă roșie. În vreme ce Pământul va fi pârjolit și oceanele se vor fi evaporat, pe Titan clima va deveni blândă, temperatura va crește simțitor, și în bogăția de substanțe organice prezente s-ar putea ca viața, într-o formă exotica, să apară încă o dată în Sistemul Solar. Cum această perioadă va dura doar câteva sute de milioane de ani, nu va fi posibilă decât apariția unor forme simple, unicelulare.

Enceladus

Enceladus este unul dintre cele trei corpuri din Sistemul Solar unde a fost observată activitate geologică – celelalte două fiind Io (satelit al lui Jupiter) și Triton (satelit al lui Neptun). Este al șaselea satelit, ca mărime, al lui Saturn, și al paisprezecelea ca distanță față de planetă.



În vreme ce pe Io vulcanii aruncă în spațiu magmă, pe Enceladus este vorba de criovulcanism. În zona polului sud a fost descoperit un depozit de apă lichidă care îi întreține. Zona respectivă este foarte săracă în cratere comparativ cu restul suprafeței, ceea ce arată că se reînnoiește continuu datorită gheții aruncate de criovulcani.

Enceladus reflectă aproape toată lumina primită de la Soare, din care cauză temperatura la suprafață este foarte scăzută, aproximativ -200 C. Ar trebui să fie rece de eoni, însă, ca și în cazul lui Io, căldura internă e produsă de efectele mareice ale lui Saturn și ale altor sateliți din vecinătate.

De aproape 33 de ore are nevoie să completeze o orbită completă și este în rezonanță de 2:1 cu Dione. Se rotește, ca și Titan, sincron cu perioada de revoluție. Dimensiunile sale sunt modeste, ajungând doar la a șaptea parte din diametrul Lunii.

Una din cele mai dramatice formațiuni de pe Enceladus sunt canioanele, ce pot atinge și 200 km în lungime, până la 5-10 km lățime și 1 km adâncime. Pe lângă acestea, există numeroase fracturi ale scoarței. În zona celor mai recente dintre aceste fracturi au fost detectate substanțe organice simple, inexistente pe restul satelitului. Astfel Enceladus a intrat și el pe lista locurilor propice vieții, în special ca urmare a existenței apei în formă lichidă.

Materia expulzată de vulcani este în cea mai mare proporție apă, conținând în cantități mici de azot, metan, dioxid de carbon și alte elemente. Acestea sunt aruncate până la 500 km înălțime, alimentând cu materie inelul E al lui Saturn. Zona polului sud este mult mai caldă decât restul suprafeței, însă nu îndeajuns pentru a exista apă lichidă, ceea ce a dus la teoria că există și o concentrație de amoniac, acționând ca un antigel, ce o menține în această stare. Enceladus ar putea avea chiar un ocean în interior, ipoteză susținută de descoperirea unor săruri expulzate.

Este interesant că Mimas, un alt satelit al lui Saturn, foarte asemănător cu Enceladus și supus de asemenea unor puternice forțe mareice, nu prezintă semne de activitate geologică.

Iapetus

Iapetus este luna ying-yang, jumătate întunecată precum cărbunele și jumătate

albă ca zăpada. Modelul acestui colorit este într-adevăr asemănător unui simbol ying-yang sferic, sau unei mingi de tenis. Materialul ce a acoperit partea întunecată este probabil de origine cosmică, iar noul inel saturnian, mult mai vast decât cele deja cunoscute, ar putea fi sursa.



Satelitul mai prezintă și alte particularități interesante. Una dintre acestea, unică în Sistemul Solar, este o formațiune ce se întinde de-a lungul ecuatorului în zona părții întunecate, pe 1.300 de km, având în medie 20 km lățime și 13 km înălțime. În zona luminoasă există doar formațiuni ecuatoriale izolate. Având în vedere frecvența craterelor, formațiunea este foarte veche. Nu există o teorie care să explice din toate punctele de vedere această formă de relief. Împreună cu polii aplatizați, această centură îi dă satelitelui forma unei nuci.

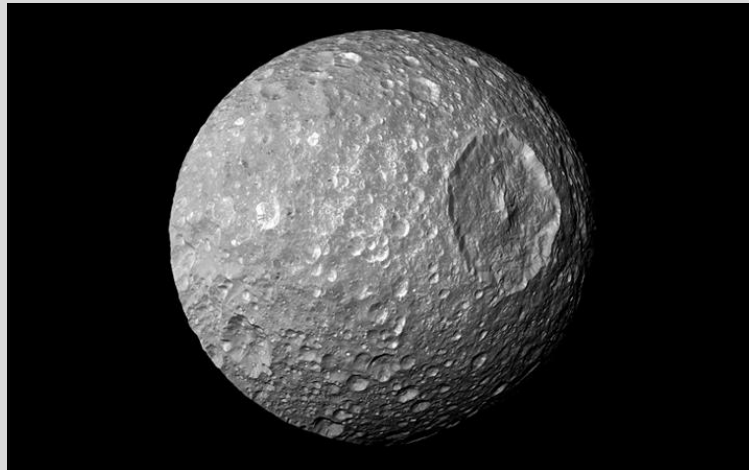
Temperatura în zona părții întunecate este de -143 C, în timp ce zona luminoasă, ce reflectă mai multă lumină solară, nu atinge decât -173 C.

Densitatea scăzută a satelitelui arată o compoziție din gheață în proporție mare, și doar o mică parte de rocă.

Mimas

Mimas este cunoscut și ca satelitul Steaua Morții (Star Wars). Un uriaș crater, denumit Herschel, măsurând aproape o treime din diametrul satelitelui, îi dă o înfățișare asemănătoare cu arma distrugătoare de planete din cunoscuta serie de filme SF. Cu o circumferință de 130 km, pereți înalți de 5 km și o adâncime de 10 km, craterul a luat naștere în urma unui impact ce aproape a dezintegrat

micul satelit; există fracturi în partea opusă a lui Mimas, rezultat al undelor de șoc. Dacă pe Terra am avea un astfel de crater comparabil ca dimensiuni, ar măsura 4.000 km în diametru, mai mare decât Australia.



Mimas este cel mai mic corp din Sistemul Solar ce are formă sferică datorită propriei gravitații. Datorită densității scăzute, putem trage concluzia că este format în mare parte din gheață și o mică parte rocă.

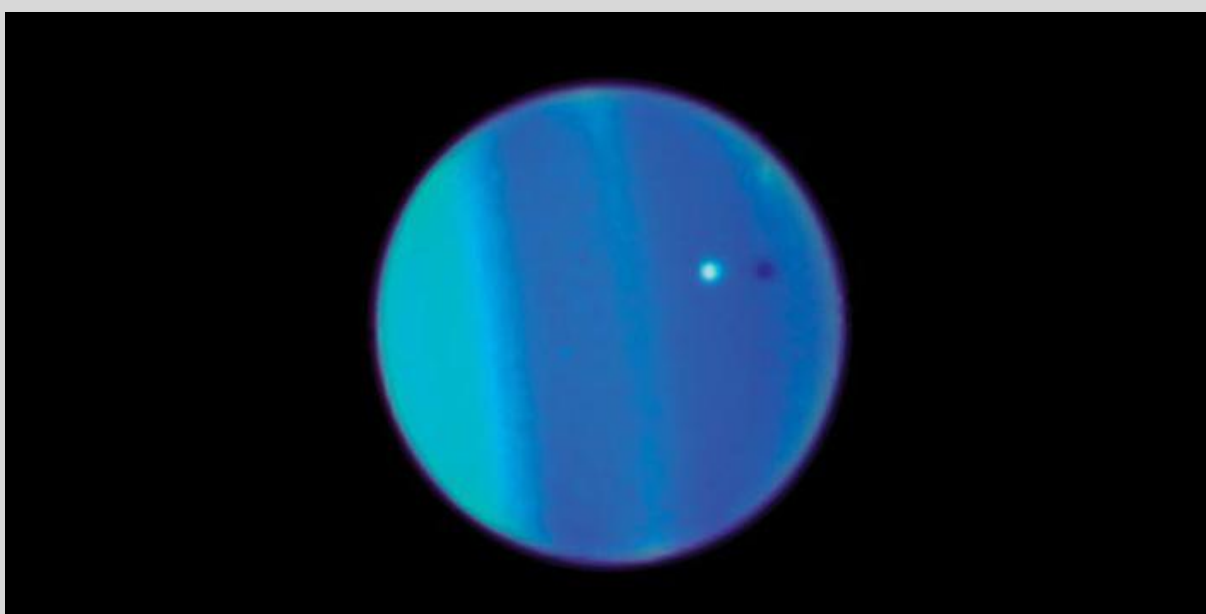
Satelitul se află în rezonanță de 2:1 cu Thetys și de 2:3 cu Pandora.

CARACTERISTICI	TITAN	ENCELADUS	IAPETUS	MIMAS
Perigeu (cel mai apropiat punct de planetă)	1.186.675 km	236.918 km	3.456.518 km	181.902 km
Apogeu (cel mai îndepărtat punct de planetă)	1.257.055 km	239.156 km	3.665.184 km	189.176 km
Circumferința orbitei	7.675.612 km	1.495.622 km	22.368.684 km	1.165.664 km
Diametru	5.149,4 km	504,2 km	1.471,2 km	396,4 km
Volumul	71.496.320.086 km ³	67.113.076 km ³	1.667.300.080 km ³	32.613.662 km ³
Masa	1,3455x10 ²³ kg	1,0794x10 ²⁰ kg	1,8060x10 ²¹ kg	3,7506x10 ¹⁹ kg
Densitatea	1,882 g/cm ³	1,608 g/cm ³	1,083 g/cm ³	1,15 g/cm ³
Aria suprafeței	83.305.419 km ²	798.648 km ²	6.799.756 km ²	493.648 km ²
Gravitația de suprafață la ecuator	1,354 m/s ²	0,113 m/s ²	0,223 m/s ²	0,064 m/s ²

Viteza de evadare	9.507 km/h	861 km/h	2.061 km/h	572 km/h
Perioada de rotație	sincronă	sincronă	sincronă	sincronă
Perioada de revoluție	15,95 zile	1,37 zile	79,33 zile	0,942 zile
Viteza orbitală medie	20.051 km/h	45.487 km/h	11.749 km/h	51.560 km/h
Excentricitatea orbitală	0,0288	0,0047	0,0293	0,0196
Înclinația orbitei față de ecuatorul planetei	0,312 grade	0,009 grade	8,313 grade	1,574 grade
Temperatura la suprafață	94 K	33-145 K	130-100 K	64 K
Atmosfera	azot, metan	vapori de apă, urme de azot, dioxid de carbon și metan		

URANUS

Uranus, a șaptea planetă a Sistemului Solar, a fost prima planetă descoperită în timpurile moderne. Dacă Mercur, Venus, Marte, Jupiter și Saturn sunt vizibile ușor pe cer, fiind cunoscute din antichitate, Uranus este greu de detectat cu ochiul liber.



Deși multe persoane au observat planeta de timpuriu, au tratat-o ca pe o simplă stea; abia în 1781 William Herschel, muzician profesionist și astronom amator, observând planeta cu ajutorul telescopului a realizat că aceasta se vede ca un mic disc ce se deplasa printre stelele fixe. Din acest moment, nimeni nu a mai fost sigur că știe unde sunt granițele Sistemului Solar.

Uranus este singura planetă a sistemului cu denumire de origine greacă, pentru toate celelalte fiind adoptate numele romane ale zeităților. Dacă planetele ar fi purtat numele grecești ale zeilor, am fi avut astăzi Hermes (Mercur), Afrodita (Venus), Gheea (Terra), Ares (Marte), Zeus (Jupiter), Cronos (Saturn) și Poseidon (Neptun).

A șaptea planetă are și alte însușiri unice. Axa sa de rotație este aproape paralelă cu planul orbitei, cu polii îndreptați, pe rând, spre Soare. Deși atmosfera nu este calmă, este singura planetă de dimensiuni mari care arată,

de la depărtare, foarte banal, fără benzi provocate de vânturi și fără furtuni. Cu toate că nu este cea mai depărtată, este cea mai rece.

Uranus este similar ca și compoziție cu Neptun și diferit față de celelalte două planete gigant mai mari, Jupiter și Saturn. Face parte din grupa de planete giganti de gheață – astfel de grupe s-au conturat în special odată cu descoperirea a tot mai multor planete extrasolare.

Ca și celelalte planete mari, Uranus deține un sistem de inele, numeroși sateliți și o magnetosferă.

CARACTERISTICI ORBITALE

La o distanță de Soare de aproximativ 3 miliarde de kilometri (20 UA), planeta are nevoie de 84 de ani pentru a completa o orbită. O rotație o efectuează în aproape 17 ore și jumătate.

Axa de rotație are o înclinație de 98 de grade, aproape paralelă cu planul Sistemului Solar. De fapt, în prezent s-a stabilit convențional această înclinație, ceea ce înseamnă că mișcarea sa de rotație este retrogradă, însă există dezbateri pe această temă în continuare. Ar putea fi considerată o înclinație ceva mai mică de 90 grade, iar rotația ar fi progradă. Evident, din acest motiv nu se poate cunoaște clar care este polul nord și care este polul sud. Și în cazul planetei Venus au existat aceste probleme, dar acceptarea a fost înlesnită de faptul că o mișcare de rotație normală ar fi implicat o înclinație a axei de aproape 180 grade!

Ciudata poziționare a axei face ca planeta practic să se rostogolească pe orbită. Anotimpurile aici sunt complet diferite decât pe celelalte planete. Fiecare pol are parte de 42 de ani de lumină, pentru ca apoi să urmeze alți 42 de ani de întuneric. Doar în timpul echinocțiilor, când ecuatorul este îndreptat către Soare, există o succesiune zi-noapte similară cu cea cu care suntem obișnuiți pe Pământ și pe care o regăsim pe celelalte planete. În prezent, Uranus tocmai a trecut, în 2007, de echinocțiu.

Cauza poziției lui Uranus nu este cunoscută, dar se presupune că se datorează unui impact cu un corp de dimensiuni planetare.

Câmpul magnetic al planetei nu trece prin centrul acesteia și este deviat cu aproape 60 grade față de axa de rotație. Din această cauză, magnetosfera este pronunțat asimetrică. Neptun prezintă de asemenea o geometrie ciudată și o deviere a câmpului magnetic, ceea ce poate duce la concluzia că acesta nu ia

naștere, ca în cazul celorlalte planete, în nucleu, ci mai degrabă în manta, și s-ar putea să fie o situație des întâlnită în cazul gigantilor de gheață.

STRUCTURA

Uranus este mai mare în dimensiuni ca vecinul său Neptun, dar are masa mai mică, și implicit o densitate mai scăzută. Cel mai puțin masiv dintre planetele gigant, Uranus totuși are o masă de 14,5 ori mai mare decât cea a Terrei.

Compoziția planetei este în mare parte gheață de diverse tipuri (apă, amoniac, metan). Există o mică parte de hidrogen și heliu, și de asemenea o parte de rocă. Proporțiile acestor componente nu sunt exact cunoscute. Structura internă conține un nucleu de rocă, învelit într-o manta groasă de gheață, iar la suprafață elemente ușoare ca hidrogenul și heliul, sub formă gazoasă. Gheața este de fapt în mare parte sub formă lichidă, din cauza presiunii și temperaturii din interior, asemănându-se mai degrabă cu un ocean subteran de apă și amoniac.

În timp ce toate celelalte planete mari radiază considerabil mai multă căldură decât primesc de la Soare, chiar și în cazul lui Neptun, care este mai departe de stea, Uranus aproape nu eliberează căldură deloc. Din această cauză, și pentru că primește doar a 400-a parte din energia solară primită de Pământ, planeta este cea mai rece din Sistemul Solar, cu o temperatură de doar 57 K (-216 C).

Este posibil ca Uranus să fi pierdut o bună parte din căldura internă primordială în urma ipoteticului impact ce i-a schimbat axa de rotație. Dar explicația poate fi și existența unui mecanism ce împiedică transportul căldurii interne către suprafață.

ATMOSFERA

Atmosfera uraniană este formată în proporție de peste 80% din hidrogen, 15% heliu, peste 2% metan și urme de alte gaze: etan, acetilenă, metil-acetilenă, monoxid și dioxid de carbon, vapori de apă. Metanul este cel ce dă culoarea albastră-verzuie a planetei.

Structura sa este complexă, cu straturi de nori de diferite compoziții. Există vânturi puternice pe Uranus, în ciuda aparenței liniștite a planetei. Straturile de nori se rotesc rapid în jurul planetei, unele mai repede decât aceasta. În funcție de anotimp, viteza vântului poate atinge și 900 km/h. La ecuator vânturile sunt retrograde, în direcția inversă rotației planetei.

Înclinația axei planetei duce la variații sezoniere extreme. A fost observată chiar și o “Pată întunecată”, similară cu Marea Pată Roșie de pe Jupiter, mult mai mică și cu o durată mai redusă de existență. Clima de pe Uranus nu este complet înțeleasă deoarece nu avem date despre atmosfera planetei care să acopere un întreg an uranian, ce durează 84 de ani terestri.

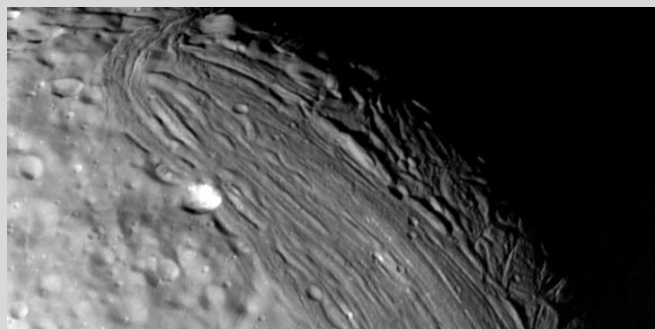
INELE ȘI SATELIȚI

La fel ca toate celelalte planete mari ale Sistemului Solar, Uranus are un sistem de inele. Acestea sunt întunecate, la fel ca cele ale lui Jupiter, și compuse din roci de până la câțiva metri în diametru, la fel ca cele ale lui Saturn. Inelele sunt în număr de 13, și în afară de două celelalte nu depășesc câțiva kilometri în lățime. Uranus a fost prima planetă, după Saturn, cunoscută a avea inele.

Nu doar Uranus este răsturnat, ci și întregul sistem al său. Sateliții, ca și inelele, se rotesc în jurul planului ecuatorial al planetei, în sensul de rotație al acesteia. Există 10 sateliți reduși ca dimensiune (Puck, Belinda, Rosalid, Portia, Juliet, Desdemona, Cressida, Bianca, Ophelia, Cordelia), apoi urmează cei 5 sateliți mari ce au fost descoperiți cu telescoapele pământene (Miranda, Ariel, Umbriel, Titania, Oberon), iar pe orbitele îndepărtate întâlnim alți sateliți, prea mici și puțin importanți ca să aibă un nume propriu.

Miranda

Ca și Frankenstein, Miranda pare să fi fie făcută din bucăți ce nu se potrivesc. Multă vreme astronomii chiar au crezut că acest aspect se datorează unui impact apocaliptic ce a rupt satelitul în bucăți ce s-au reasamblat datorită gravitației.



De 7 ori mai redusă în dimensiuni la Luna, Miranda pare prea mică pentru a avea activitate tectonică intensă. Și totuși, satelitul ne arată cel mai ciudat relief extraterestru, cu canioane de 12 ori mai adânci ca Marele Canion. Cu toate că este o lună mică, în trecut Miranda pare să fi fost în rezonanță de 3:1 cu Umbriel și de 5:3 cu Ariel, iar forțele mareice ar fi putut fi îndeajuns de puternice încât să rezulte o activitate tectonică impresionantă care să-i confere aspectul prezent. Aceste rezonanțe ar fi și explicația înclinării importante a axei de rotație a satelitelui, neobișnuită pentru o orbită atât de aproape de planetă.

Miranda este unul dintre puținele corpuri din Sistemul Solar ce are o circumferință ecuatorială mai mică decât circumferința polară. Este compus în special din gheață, cu o parte de silicați și compuși organici în interior. Suprafața sa are un albedo aproape la fel de ridicat ca a lui Ariel.

Ariel

Toți sateliții uranieni de mari dimensiuni se crede că sunt formați parțial din gheață și parțial din rocă. Ariel nu face excepție. Suprafața sa reflectă cel mai bine lumina, și totuși păstrează peste jumătate din lumina solară primită, solul fiind întunecat de-a lungul eonilor de depuneri de carbonați.



Ariel s-a format din discul de acreție ce a înconjurat planeta imediat după nașterea acesteia. Ca și ceilalți sateliți uranieni mari, Ariel are probabil un interior diferențiat, stratificat, cu un nucleu de rocă în centru înconjurat de o manta de gheață. Această diferențiere a avut nevoie de căldură internă; un corp ceresc trebuie să rămână îndeajuns de multă vreme cald încât să permită alunecarea treptată în interior a materialului mai greu. Această energie a fost

obținută din efectele mareice produse de Uranus și de alți sateliți ai acestuia; Ariel pare să fi fost în trecut în rezonanță de 5:3 cu Miranda și de 4:1 cu Titania. Scăparea din aceste rezonanțe este mai ușoară în cazul unor planete mai reduse ca dimensiuni cum este Uranus, decât în cazul unora mari, ca Jupiter și Saturn; acest proces poate genera o căldură internă considerabilă.

Este puțin probabil ca Ariel să mai aibă un ocean lichid în interior. La un moment dat însă sunt indicii că un astfel de ocean ar fi existat, deoarece suprafața satelitului nu datează de la formarea sa, ci este mai nouă, cea mai recentă comparativ cu ceilalți sateliți uranieni. O serie de formațiuni prezintă depuneri, posibil apărute în urma criovulcanismului.

Pe Ariel găsim canioane de zeci de kilometri, cu adâncimi de 1-2 km. Cel mai mare este denumit Kachina Chasma și are o lungime de 620 km. Multe cratere au forma unui poligon, indicând o structură inițială cristalină. Cel mai mare crater este Yangoor, cu o circumferință de 78 km.

Ariel, ca și Luna, arată mereu aceeași față către planetă. O revoluție o realizează în 2,5 zile. Orbita sa se află aproximativ deasupra ecuatorului lui Uranus, fiind astfel aproape perpendiculară cu planul Sistemului Solar. Din această cauză satelitul experimentează anotimpuri extreme.

Umbriel

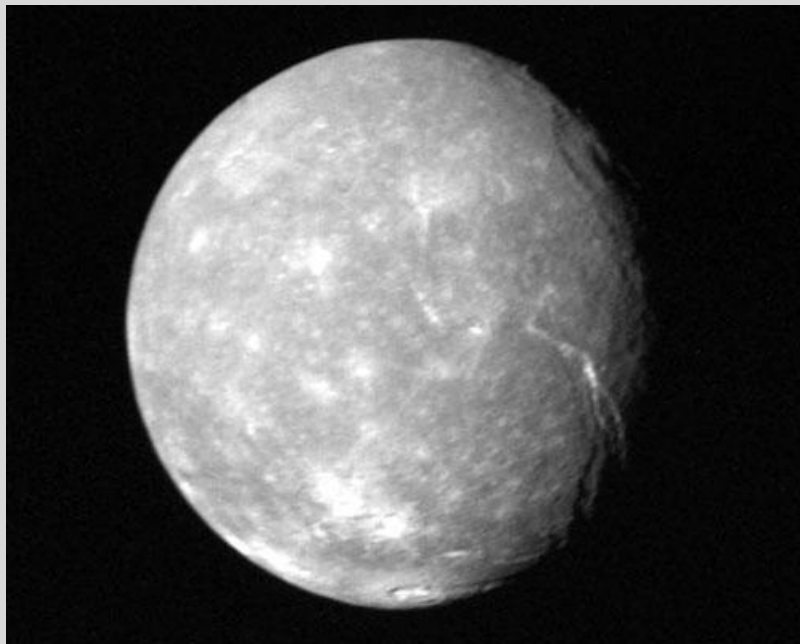
Umbriel este asemănător cu Ariel din multe puncte de vedere. S-a format în același mod, din discul de acreție original, orbitează perpendicular pe orbita lui Uranus și are parte de aceeași climă extremă ca planeta mamă și ceilalți sateliți ai săi. Este format din gheață și rocă, probabil diferențiat la interior datorită căldurii interne date de efectele mareice ale atracției lui Uranus și posibilei rezonanțe din trecut cu Miranda. Arată aceeași față către planetă.



Ca și caracteristici particulare, Umbriel are cea mai întunecată suprafață dintre sateliții importanți ai lui Uranus. Urmele lăsate de cratere sunt mai mari și mai numeroase. Wakolo, cel mai mare crater, are 210 km în diametru. Craterul Wunda, cu un diametru de 131 km, prezintă o formațiune ciudată, un inel de material deschis la culoare, ce pare a fi un depozit de material cauzat de impact. Ca și Ariel, și pe Umbriel există numeroase canioane cu lungimi de până la sute de kilometri.

Titania

Titania este cel mai mare satelit al lui Uranus, cu un diametru de aproape 1.600 km. Toate trăsăturile comune lui Ariel și Umbriel le posedă și Titania.



Există și aspecte importante de menționat. Se poate spune că satelitul are o atmosferă. Pe toți sateliții majori ai lui Uranus au fost descoperite urme de dioxid de carbon la suprafață, însă Titania, fiind mai masivă, poate reține acest dioxid de carbon în cantitate mai mare. Atmosfera este sezonieră, în perioada solstițiului de vară având densitate maximă. Alte gaze, ca azotul și metanul, sunt prea ușoare ca să poată fi reținute de gravitația scăzută a Titaniei. Presiunea atmosferică la sol este de doar a zecea trilioana parte dintr-un bar.

Cel mai mare crater este Gertrude, cu 326 km în diametru. Canioanele sunt enorme, și sunt intersectate de alte văi și crăpături. Messina Chasma se întinde de la ecuator până în apropierea polului sud pe o lungime de 1,500 km.

Oberon

Și Oberon are aceleași trăsături ce sunt comune sateliților uranieni prezentați anterior.



Oberon are suprafața cu cele mai multe cratere dintre sateliții majori ai lui Uranus. Urmele impacturilor acoperă solul până aproape de saturație, acel punct de unde orice impact nou necesită distrugerea unui crater existent deja. Acest lucru ne indică o suprafață foarte veche, nemodificată încă de la formarea satelitului. Oberon, aflându-se la o depărtare mai mare de planetă, a fost mai puțin supus la efectele mareice și și-a pierdut probabil primul căldura internă. Și Oberon, ca și ceilalți sateliți, are un sistem de canioane și fracturi.

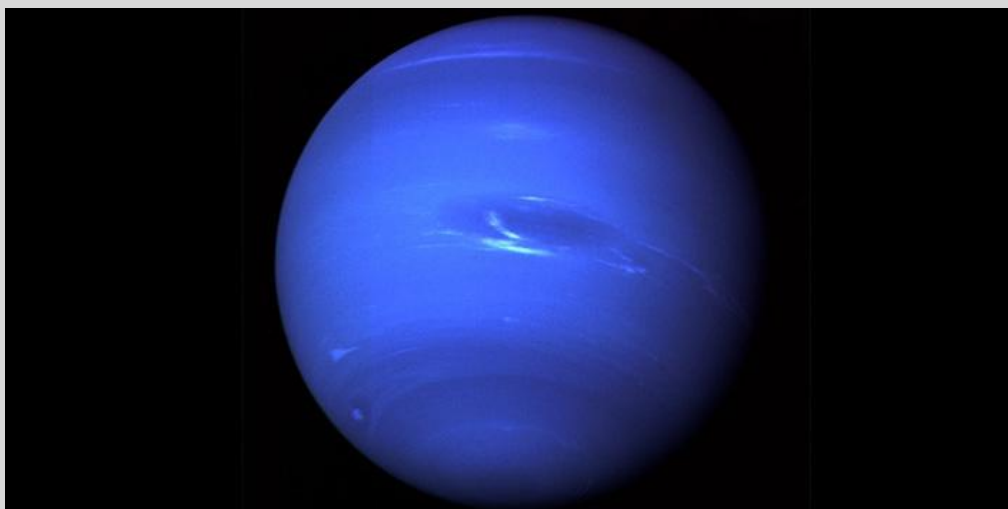
Distanța medie față de Soare	2.870.658.186 km (19,189 UA)
Periheliu (cel mai apropiat punct de Soare)	2.734.998.229 km (18,593 UA)
Afeliu (cel mai îndepărtat punct de Soare)	3.006.318.143 km (19,766 UA)
Raza	25.362 km (3,9809 ori cea a Terrei)
Circumferința	159.354 km
Volumul	68.334.355.695.584 km ³ (63 ori cel al Terrei)
Masa	8,6810 x 10 ²⁵ kg (14,536 ori cea a Terrei)
Densitatea	1,27 g/cm ³ (0,230 din cea a Terrei)
Aria suprafeței	8.083.079.690 km ² (15,847 ori cea a Terrei)
Gravitația de suprafață la ecuator	8,87 m/s ² (91% din cea a Terrei)
Viteza de evadare	21,38 km/s
Perioada de rotație siderală (durata zilei)	0,718 zile (retrograd)

Perioada orbitală siderală (durata anului)	84,02 ani
Viteza orbitală medie	6,80 km/s (0,228 din cea a Terrei)
Excentricitatea orbitală	0,04725 (2,828 ori cea a Terrei)
Înclinația orbitei față de ecliptică	0,77 grade
Înclinația axei față de orbită	97,8 grade (Terra are o înclinație a axei de 23,44 grade)
Circumferința orbitală	18.026.802.831 km (19,180 ori cea a Terrei)
Temperatura la suprafață	-216 grade Celsius (57 K)
Numărul de sateliți	27

CARACTERISTICI	MIRANDA	ARIEL	UMBRIEL	TITANIA	OBERON
Perigeu (cel mai apropiat punct de planetă)	129.731 km	190.671 km	264.963 km	435.820 km	582.683 km
Apogeu (cel mai îndepărtat punct de planetă)	130.069 km	191.129 km	267.037 km	436.780 km	584.317 km
Circumferința orbitei	816.185 km	1.199.460 km	1.671.321 km	2.741.353 km	3.666.237 km
Diametru	471,6 km	1.157,8 km	1.169,4 km	1.577,8 km	1.522,8 km
Volumul	54.918.670 km ³	812.641.988 km ³	837.313.109 km ³	2.056.622.001 km ³	1.848.958.769 km ³
Masa	6,5941x10 ¹⁹ kg	1,2948x10 ²¹ kg	1,2214x10 ²¹ kg	3,4200x10 ²¹ kg	2,8834x10 ²¹ kg
Densitatea	1,214 g/cm ³	1,592 g/cm ³	1,459 g/cm ³	1,662 g/cm ³	1,559 g/cm ³
Aria suprafeței	698.711 km ²	4.211.308 km ²	4.296.117 km ²	7.820.847 km ²	7.285.102 km ²
Gravitația de suprafață la ecuator	0,079 m/s ²	0,258 m/s ²	0,238 m/s ²	0,367 m/s ²	0,332 m/s ²
Viteza de evadare	695 km/h	1,967 km/h	1.901 km/h	2.738 km/h	2.559 km/h
Perioada de rotație	sincronă	sincronă	sincronă	sincronă	sincronă
Perioada de revoluție	1,41 zile	2,52 zile	4,14 zile	8,71 zile	13,46 zile
Viteza orbitală medie	24.068 km/h	19.832 km/h	16.805 km/h	13.120 km/h	11.349 km/h
Excentricitatea orbitală	0,0013	0,0012	0,0039	0,0011	0,0014
Înclinația orbitei față de ecuatorul planetei	4,338 grade	0,041 grade	0,128 grade	0,079 grade	0,068 grade

NEPTUN

Neptun este a opta și ultima planetă a Sistemului Solar. Numită în mod inspirat după zeul roman al oceanelor, este un gigant de gheață, iar atmosfera sa este răscolită de cele mai puternice furtuni.



Neptun este singura planetă invizibilă ochiului uman. Este de asemenea singura descoperită inițial pe hârtie; datorită unor perturbații orbitale ale lui Uranus, existența lui Neptun a fost evidențiată din calcule matematice și abia mai târziu observată. Este adevărat că Galilei a găsit planeta pe cer cu ajutorul telescopului cu două sute de ani înainte, însă a catalogat-o ca o simplă stea.

Neptun este un gigant de gheață, asemeni lui Uranus, o clasă intermediară de planete între cele telurice (cum este și Pământul) și giganții gazoși asemeni lui Jupiter și Saturn.

Masa planetei este de 17 ori mai mare decât cea terestră, însă datorită diametrului, gravitația este cu doar 14% mai mare decât cea resimțită de noi pe Pământ. Dacă Neptun ar avea o suprafață bine determinată, am putea face plimbări fără mari dificultăți.

Orbita excentrică a lui Pluton îl aduce pe acesta ocazional mai aproape de Soare decât Neptun. Când micul planetoid nu fusese încă decăzut din drepturi, Neptun era câteodată a noua planetă a sistemului.

CARACTERISTICI ORBITALE

Distanța medie între Neptun și Soare este de 30,1 UA, iar pentru a completa întreaga orbită planeta are nevoie de 165 de ani. În iulie 2011, Neptun a încheiat prima revoluție de la descoperirea sa.

Axa sa de rotație este înclinată cu 28 grade, asemănătoare cu cea terestră (23 grade) și cu cea marțiană (25 grade). Astfel, anotimpurile sunt similare, cu deosebirea că un sezon pe Neptun durează peste patru decenii.

Datorită situării sale, precum și masei apreciabile, Neptun are o influență profundă asupra centurii Kuiper, în același fel cum Jupiter modelează centura de asteroizi din vecinătatea sa. Centura Kuiper a suferit de-a lungul timpului destabilizări și modificări în structură, impuse de gravitația planetei. Există o serie întreagă de obiecte aparținând centurii Kuiper care sunt în rezonanță cu Neptun, acest lucru asigurându-le supraviețuirea pe termen lung. Cel mai întâlnit tip de rezonanță este 2:3, pe care o împărtășește și Pluton; din această cauză, chiar dacă orbitele se intersectează, planeta și planetoidul nu vor intra niciodată în coliziune.

STRUCTURA

În centrul planetei se găsește un nucleu compus din rocă, învelit într-o manta groasă formată din diverse tipuri de gheață (apă, amoniac, metan), iar la suprafață o atmosferă densă ce conține în mare parte hidrogen, heliu și urme de metan, amoniac și apă. Deși în astronomie se folosește termenul generic de gheață, la temperaturile de 2.000 până la 5.000 K din manta aceasta se prezintă de fapt sub forma unui fluid de mare densitate, numit câteodată ocean de apă și amoniac.

ATMOSFERA

Atmosfera neptuniană înglobează până la 10% din masa planetei. Metanul din atmosferă este cel care dă planetei culoarea albastruie.

La 30 UA de Soare, temperatura în partea superioară a atmosferei atinge doar 50 K, însă crește considerabil odată cu scăderea altitudinii, datorită căldurii reziduale a planetei, care eliberează în spațiu de 2,61 ori mai multă radiație decât primește.

Această energie proprie a planetei este și principala cauză pentru care pe Neptun există cele mai puternice vânturi din Sistemul Solar, de până la 2.400

km/h. Atmosfera este brăzdată de benzi de nori, nu atât de vizibile ca cele de pe Jupiter și Saturn.

Ca și Jupiter, ce găzduiește un uragan uriaș perpetuu numit Marea Pată Roșie, Neptun are și el o astfel de furtună, ceva mai redusă ca dimensiuni, numită Marea Pată Întunecată, datorită culorii sale. Dimensiunile anticiclonei sunt de 13.000 x 6.600 km, însă se modifică în timp, iar unele observații susțin că aceasta dispare temporar, în funcție de sezon. De asemenea, au mai fost observate și alte “pete”, sezoniere.

MAGNETOSFERA

Magnetosfera neptuniană este asemănătoare cu cea a lui Uranus, fiind puternic deviată comparativ cu axa de rotație a planetei. Dacă Uranus ar fi putut avea această deviație din cauza înclinației dramatice a axei de rotație, faptul că Neptun prezintă aceleași caracteristici ne duc la concluzia că este o proprietate a giganților gazoși și a dinamicii din interiorul acestora, fiind posibil ca procesul generator de câmp magnetic să nu aibă loc în nucleu, ci în manta. Dacă polii magnetici ai Pământului ar fi deviați în consecință, polul nord ar trebui să se situeze undeva la sud de Paris!

Câmpul magnetic neptunian este de 27 ori mai puternic decât cel terestru.

VIAȚA PE NEPTUN

Poate părea ciudată ideea că ar putea exista viață pe o planetă atât de agitată, fără suprafață solidă și nefamiliară. Pe Pământ, oriunde există apă, există și viață, chiar dacă doar în cele mai primitive forme: la kilometri sub sol, în calota glaciară, în reactoarele nucleare sau în zone vulcanice.

Pentru a căuta viața așa cum o știm pe Neptun ar trebui să găsim o sursă de energie și apă în stare lichidă. Aceste condiții ar putea fi întâlnite undeva în interior, unde presiunea și temperatura devin îndeajuns de ridicate. Și totuși, condițiile pe Neptun rămân extrem de ostile formelor de viață așa cum le cunoaștem noi.

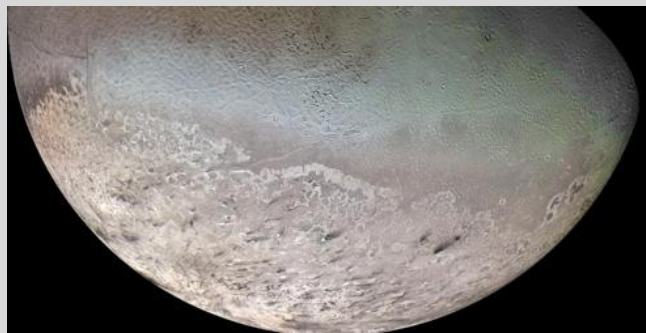
INELELE

Ca toate planetele mari din Sistemul nostru Solar, Neptun are și el inele. Greu vizibile, în număr de cinci, sunt formate probabil în special din praf și rocă – carbonați și silicați – și mai puțin din gheață.

Inelele par să fie relativ tinere, și sunt destul de instabile în timp. Una din extensiile unui inel principal va dispărea în doar un secol. Este posibil ca aceste inele să se fi format în urma distrugerii unui satelit al planetei.

SATELIȚII LUI NEPTUN

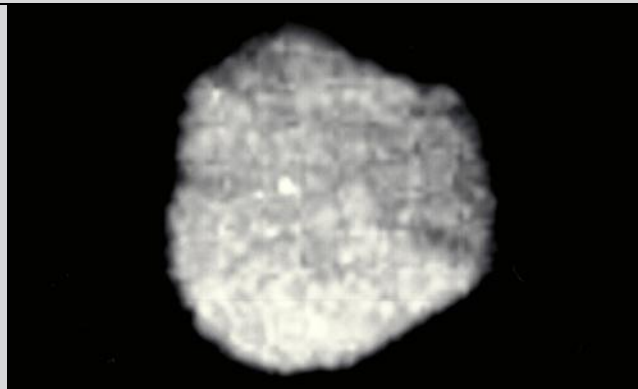
Planeta are 13 sateliți cunoscuți. Cel mai mare, Triton, conține peste 99% din masa aflată pe orbită în jurul planetei, și este singurul satelit îndeajuns de mare ca să aibă o formă sferică.



Triton

Proteus, cel de-al doilea satelit neptunian în ordinea mărimii, este considerat a fi la limita la care un corp devine sferic datorită propriei gravitații. Având deviații importante de ordinul a 20 km, are totuși o formă apropiată de o sferă. Nereida este, din întregul Sistem Solar, satelitul cu cea mai mare excentricitate orbitală, de 0,75, fiind de 7 ori mai departe la apogeu decât la perigeu – lucru ce sugerează că este un corp capturat ulterior.

Cu 2.700 km în diametru, Triton este al șaptelea satelit ca mărime din Sistemul Solar. Însă deține un record: este singurul satelit de dimensiuni importante ce are orbită retrogradă, se rotește în jurul planetei invers decât sensul de rotație al acesteia în jurul axei. Această particularitate ne arată că Triton nu este un satelit originar, nu s-a format împreună cu planeta, ci este probabil capturat ulterior. Apropierea lui Neptun de centura Kuiper crește probabilitatea ca originea lui Triton să fi fost aici, iar noi modele arată că cea mai mare probabilitate este ca satelitul să fi făcut parte inițial dintr-un sistem dublu, care în momentul apropierii de Neptun să se fi separat, Triton rămânând pe orbită, iar companionul fiind expulzat.



Proteus

Din cauza acestei orbite retrograde, Triton pierde energie prin intermediul forțelor mareice, iar într-un viitor îndepărtat, peste aproximativ 3,6 miliarde de ani, se va apropia îndeajuns de planetă pentru a fi dezintegrat și transformat poate într-un sistem de inele, sau chiar va intra în coliziune cu Neptun.

Mișcarea sa de rotație este sincronă, Triton arătând aceeași față către planetă, asemeni Lunii. Orbita sa are o formă aproape circulară, cu o excentricitate aproape zero.

Triton este posibil să aibă un interior diferențiat, având îndeajuns de multă energie în trecut, în urma influențelor gravitaționale, pentru a rămâne parțial lichid destul de mult timp ca elementele să se separe în interior.

Satelitul posedă o foarte rarefiată atmosferă, cu o presiune de doar 0,01 milibari, formată în principal din azot, cu urme de metan și dioxid de carbon. Temperatura este extrem de scăzută, de doar 35 K. Pe Triton există ceață, formată din compuși ai carbonului sub acțiunea razelor ultraviolete asupra metanului, și de asemenea se regăsesc nori de azot.

Triton este activ geologic. Suprafața sa este acoperită de puține cratere, deci este în continuă schimbare. Această schimbare o produc criovulcanii, ce aruncă pe sol apă și amoniac, spre deosebire de vulcanii tereștri ce scot rocă din interior.

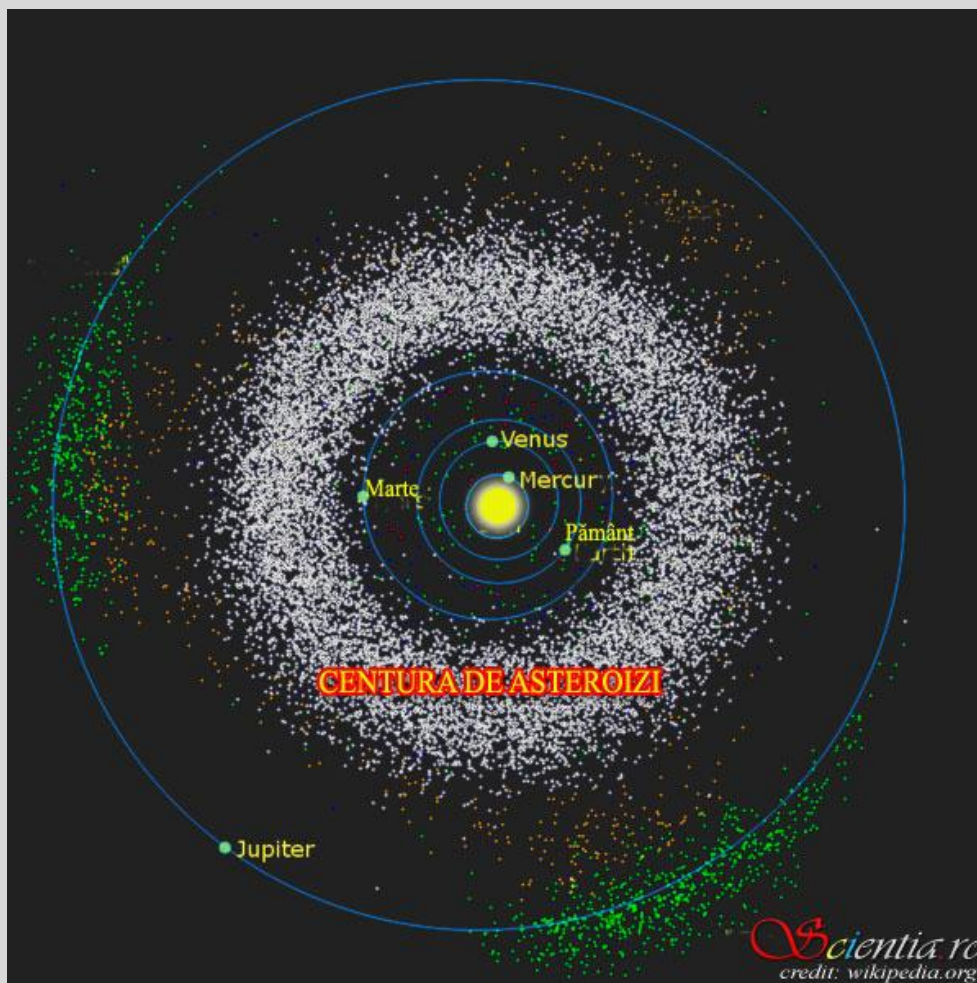
Distanța medie față de Soare	4.498.396.441 km (30,070 UA)
Periheliu (cel mai apropiat punct de Soare)	4.459.753.056 km (30,318 UA)
Afeliu (cel mai îndepărtat punct de Soare)	4.537.039.826 km (29,830 UA)
Raza	24.622 km (3,8647 ori cea a Terrei)
Circumferința	154.705 km

Volumul	62.525.703.987.421 km ³ (58 ori cel al Terrei)
Masa	1,0241 x 10 ²⁶ kg (17,148 ori cea a Terrei)
Densitatea	1,64 g/cm ³ (0,297 din cea a Terrei)
Aria suprafeței	7.618.272.763 km ² (14,980 ori cea a Terrei)
Gravitația de suprafață la ecuator	11,15 m/s ² (114% din cea a Terrei)
Viteza de evadare	23,56 km/s
Perioada de rotație siderală (durata zilei)	0,671 zile
Perioada orbitală siderală (durata anului)	164,79 ani
Viteza orbitală medie	5,43 km/s (0,228 din cea a Terrei)
Excentricitatea orbitală	0,00859 (0,514 ori cea a Terrei)
Înclinația orbitei față de ecliptică	0,77 grade
Înclinația axei față de orbită	28,3 grade (Terra are o înclinație a axei de 23,44 grade)
Circumferința orbitală	28.263.736.967 km (30,071 ori cea a Terrei)
Temperatura la suprafață	-214 grade Celsius (59 K)
Numărul de sateliți	13

CARACTERISTICI	TRITON	PROTEUS	NEREIDA
Perigeu (cel mai apropiat punct de planetă)	354.759 km	117.587 km	1.374.595 km
Apogeu (cel mai îndepărtat punct de planetă)	354.759 km	117.705 km	9.653.041 km
Circumferința orbitei	2.229.017 km	739.192 km	29.067.053 km
Diametru	2706,8 km	420 km	340 km
Volumul	10.384.058.491 km ³	38.792.386 km ³	20.579.526 km ³
Masa	2,1395x10 ²² kg	5,0355x10 ¹⁹ kg	3,0873x10 ¹⁹ kg
Densitatea	2,059 g/cm ³	1,3 g/cm ³	1,5 g/cm ³
Aria suprafeței	23.017.715 km ²	554.177 km ²	363.168 km ²
Gravitația de suprafață la ecuator	0,779 m/s ²	0,076 m/s ²	0,071 m/s ²
Viteza de evadare	5.229 km/h	644 km/h	560 km/h
Perioada de rotație	sincronă	sincronă	sincronă
Perioada de revoluție	5,88 zile	1,12 zile	360,13 zile
Viteza orbitală medie	15.803 km/h	27.451 km/h	3.363 km/h
Excentricitatea orbitală	0	0,0005	0,7507
Înclinația orbitei față de ecuatorul planetei	156,865 grade (retrograd)	0,075 grade	7,09 grade

CENTURA DE ASTEROIZI

În afara planetelor și sateliților acestora, Sistemul Solar conține și un număr impresionant de asteroizi. O parte dintre aceștia se găsesc în centura de asteroizi situată între Marte și Jupiter.



Centura principală, cum mai este denumită, conține numeroase corpuri, în majoritatea lor covârșitoare de formă neregulată, de diferite mărimi, mergând de la simple particule de praf până la Ceres, ce face parte din categoria planetoizilor. De altfel, jumătate din masa cuprinsă în centura de asteroizi o reprezintă doar patru corpuri: 1 Ceres, 4 Vesta, 2 Pallas și 10 Hygiea. Masa totală a centurii este estimată la 4% din masa Lunii.

Deși din filmele science-fiction rămânem cu impresia că o zonă de asteroizi implică mari probleme la traversare, navele spațiale găsind dificil un drum printre ei, în realitate asteroizii ce compun centura sunt atât de rari încât misiunile ce au străbătut această zonă nu au avut nevoie de rute speciale de evitare a lor și nici nu a fost înregistrat vreun incident. Există totuși și coliziuni în această zonă, coliziuni ce lasă în urmă praf, care luminat de Soare produce ceea ce se numește lumina zodiacală.

Doar circa 220 din asteroizii ce formează centura au un diametru mai mare de 100 km. Un număr cuprins între 700.000-1.700.000 de asteroizi au peste 1 km diametru. Se presupune că în total ar fi cel puțin de ordinul milioanei.

FORMARE

Inițial s-a presupus că centura de asteroizi a luat naștere în urma dezintegrării unei foste planete ce se afla pe orbită între Marte și Jupiter. În prezent, teoria acceptată este cea a formării la începutul Sistemului Solar din materialul primordial, același din care se formau și protoplanetele, numai că în acest caz influența gravitațională a lui Jupiter nu a permis apariția unei noi planete, materialul rămânând pe orbită în stadiul de asteroizi și planetoizi. Gigantul a imprimat particulelor o energie prea mare pentru a se mai putea condensa. Este posibil ca o bună parte din acest material să fi fost îndreptat spre Sistemul Solar interior, intrând în componența planetelor telurice, astfel că centura de asteroizi a pierdut o masă apreciabilă în timp. Masa inițială estimată ar fi fost comparabilă cu cea terestră.

Deși masa centurii principale s-a modificat drastic în timp, dimensiunile au rămas aceleași.

Cu toate că despre unii asteroizi se spune că sunt eșantioane ale compoziției inițiale a Sistemului Solar, nefiind afectați de procesele ce se petrec în interiorul și la suprafața planetelor, majoritatea acestora au suferit multiple transformări de-a lungul timpului, în special în perioada de început – iradiere, încălzirea interiorului, impacturi etc.

COMPOZIȚIE

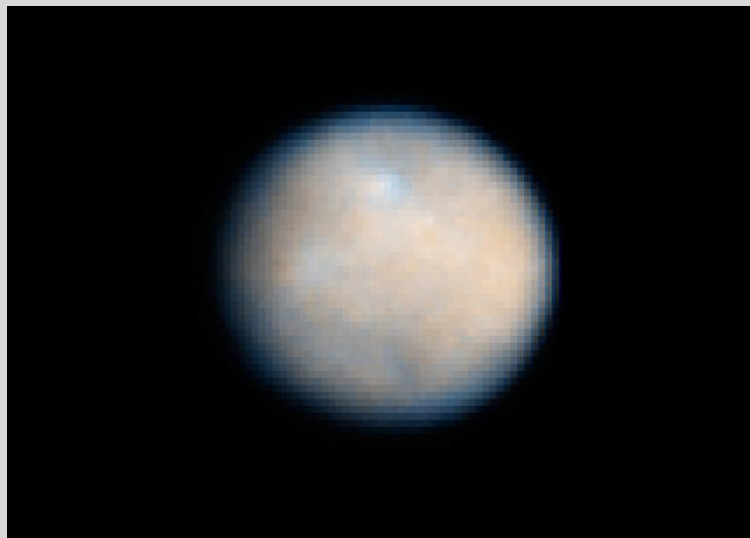
Asteroizii ce compun centura sunt în general de trei tipuri: C (cu un conținut mare de carbon, și care domină ca număr), S (bogați în compuși de siliciu și metale) și M (cei mai rar întâlniți, conținând un procent mare de fier și nichel). Asteroizii bogați în carbon sunt cei ce se aseamănă cel mai mult cu compoziția

inițială a nebuloasei din care s-a format Sistemul Solar, pe când cei silicați sugerează că au suferit transformări profunde de la formare până în prezent. Pe lângă aceste tipuri principale există și altele, rar întâlnite în această zonă.

Pe lângă aceste tipuri observate, ar trebui să existe și un al patrulea, format din bazalt. Acest tip de asteroizi sunt însă extrem de rari, însumând doar 1% din estimări.

Ceres

Până când Ceres a fost ridicat la rangul de planetoid, în același timp în care Pluton și-a pierdut statutul de planetă, acesta a fost cel mai mare asteroid din Sistemul Solar. Ceres este descris ca fiind o planetă embrionară; perturbațiile gravitaționale ale lui Jupiter n-au permis formarea unei noi planete în zonă, lăsând astfel doar resturi pe orbită.



Deși Ceres este îndeajuns de mare comparativ cu celelalte corpuri ce orbitează între Marte și Jupiter, însumând 25% din masa întregii centuri principale, este totuși de 14 ori mai puțin masiv decât micul Pluton.

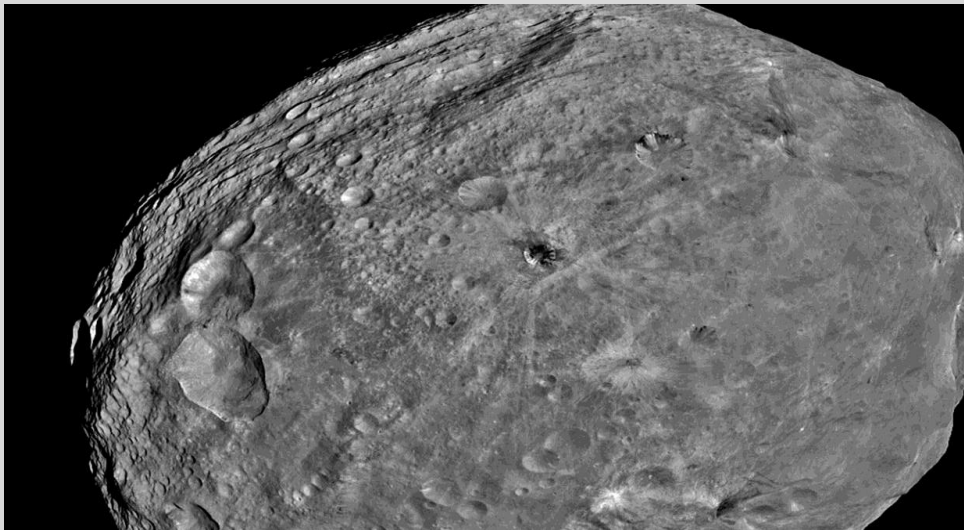
Interiorul planetoidului este probabil diferențiat, iar mantaua este suspectată a conține o mare cantitate de gheață, mai multă decât volumul de apă dulce de pe Pământ. Există însă și varianta unei diferențieri minime, cu mici cantități de apă, în cazul în care interiorul este poros.

Suprafața lui Ceres este destul de caldă, temperatura ajungând la -38 grade Celsius. Analiza spectrală indică prezența unor materiale hidratate, fapt ce a dus la concluzia existenței apei din abundență în interiorul planetoidului.

În perioada cea mai bună pentru observație, Ceres este aproape de a fi vizibil cu ochiul liber de pe Terra, în condiții propice.

Vesta

Vesta are cea mai mare diversitate geologică dintre toți asteroizii de dimensiuni mari. Nici un alt corp din această categorie nu prezintă regiuni întunecate și luminoase, asemeni Lunii, exceptând Vesta. Procesele geologice sunt similare Pământului și planetei Marte, arătând că interiorul a fost la un moment dat lichid. Scurgeri de lavă brăzdează suprafața, aflată în schimbare într-un trecut îndepărtat. Răcirea s-a produs însă rapid, singurele modificări în ultimele peste 4 miliarde de ani fiind produse de impacturi.



Forma asteroidului se apropie de o sferă, nu îndeajuns de mult însă de a fi ridicat la rangul de planetoid. La polul sud există un crater atât de pronunțat, de 505 km diametru, încât expune vederii mantaua din interior, care s-ar afla la 10 km adâncime. O studiere îndeaproape a materialului din această zonă ne-ar

ajuta să înțelegem mai bine natura mantalei planetelor telurice, care pe Pământ este inaccesibilă în prezent.

Temperatura maximă urcă până la -20 C, în timp ce în partea întunecată scade la -190 C.

Vesta este singurul asteroid aparținând centurii principale care, în condiții favorabile, este vizibil cu ochiul liber de pe Pământ.

Pallas

Comparabil în dimensiuni cu Vesta, Pallas este deocamdată inaccesibil misiunilor spațiale datorită orbitei foarte înclinată și cu o excentricitate crescută, semănând la caracteristici orbitale mai degrabă cu Pluton. Se apropie de o rezonanță cu planeta Jupiter, și de asemenea cu Ceres.



Pallas este considerat a fi și el o protoplanetă, având, se pare, un interior diferențiat, într-un grad redus.

Hygiea

Suprafața asteroidului arată o compoziție similară cea a meteorilor chondritici. Există și alterări produse de apă, ce au avut loc probabil la începutul Sistemului

Solar, când Hygiea nu se răcise complet. În prezent, aici nu există urme de activitate recentă. Datele despre acest asteroid sunt puține și incomplete.

CARACTERISTICI	1 CERES	4 VESTA	2 PALLAS	10 HYGIEA
Periheliu (cel mai apropiat punct de Soare)	380.951.528 km	321.820.000 km	319.005.000 km	414.380.000 km
Afeliu (cel mai îndepărtat punct de Soare)	446.428.973 km	384.720.000 km	510.468.000 km	524.630.000 km
Diametru	952,4 km	578x560x458 km	582x556x500 km	530x407x370 km
Masa	9,47x10 ²⁰ kg	2,59x10 ²⁰ kg	2,11x10 ²⁰ kg	8,67x10 ¹⁹ kg
Densitatea	2,09 g/cm ³	3,42 g/cm ³	2,80 g/cm ³	2,08 g/cm ³
Gravitația de suprafață la ecuator	0,28 m/s ²	0,22 m/s ²	0,18 m/s ²	0,09 m/s ²
Viteza de evadare	0,51 km/s	0,35 km/s	0,32 km/s	0,21 km/s
Perioada de rotație	0,378 zile	0,222 zile	0,326 zile	1,150 zile
Perioada de revoluție	4,60 ani	3,63 ani	4,62 ani	5,56 ani
Viteza orbitală medie	17,88 km/s	19.34 km/s	17,65 km/s	16,76 km/s
Excentricitatea orbitală	0,0791	0,0892	0,2310	0,1170
Înclinația orbitei față de ecliptică	10,59 grade	7,14 grade	34,84 grade	3,84 grade

CENTURA KUIPER

Centura Kuiper este o regiune a Sistemului Solar similară centurii de asteroizi, însă mult mai mare ca dimensiuni și cuprinzând mult mai multe corpuri. Centura Kuiper este cuprinsă între 30 și 50 UA. Forma reală este de fapt de tor, nu de inel subțire.

Dacă asteroizii aparținând centurii principale sunt compuși în special din rocă și metale, în centura Kuiper predomină diferite tipuri de gheață. Se crede că în această zonă există peste 70.000 obiecte cu diametrul mai mare de 100 km.

Cometele cu o perioadă de revoluție mai scurtă de 200 de ani provin din centura Kuiper. De altfel, compoziția corpurilor de aici este în general asemănătoare celei cometare.

FORMARE, EVOLUȚIE ȘI STRUCTURĂ

Centura Kuiper este alcătuită din resturi rămase de la începutul Sistemului Solar. Din cauza densității scăzute a materialului din zonă, fragmentele nu s-au putut uni pentru a forma o planetă, ci doar corpuri mici. Modelele computerizate arată că și probabilitatea formării lui Uranus și Neptun în zona în care acestea se află este mică, acestea formându-se probabil în apropierea orbitei lui Jupiter, pentru ca ulterior să migreze în exterior.

În timp, centura a suferit permanente influențe gravitaționale, produse în special de Neptun și Jupiter. Există un număr de obiecte ce au trecut granița orbitei neptuniene spre interior. Acestea însă nu au orbite stabile pe termen lung. Chiron, cel mai mare dintre acestea, dacă se va apropia de Soare îndeajuns de mult va începe să se comporte ca o cometă. Fiind de 20 de ori mai mare decât Halley, spectacolul oferit va fi cu adevărat grandios.

Centura are și zone instabile, datorită perturbării continue produse de Neptun. De exemplu, între 40 și 42 UA niciun corp nu poate avea o orbită care să se păstreze o perioadă îndelungată. Dincolo de această graniță se află zona cea mai populată a centurii.

Există de asemenea și sateliți considerați a fi făcut inițial parte din centura Kuiper, și capturați ulterior de o planetă. Este cazul lui Triton, satelit al lui Neptun, și Phoebe, ce orbitează planeta Saturn.

Corpurile ce compun centura Kuiper se împart în două mari categorii: cu dinamică slabă și cu dinamică puternică. Cele slabe dinamic apar mai roșiatice, iar orbitele sunt aproape circulare și cu o înclinație mică față de ecliptică. Acestea s-au format nu departe de unde există în prezent. Obiectele active dinamic prezintă orbite pronunțat înclinate, până la 30 grade, și se presupune că s-au format în apropierea lui Jupiter, de unde au fost ulterior expulzate în exterior.

Cum corpurile ce compun centura Kuiper se află la o distanță mare de Soare, acestea au suferit mai puține transformări în timp comparativ cu asteroizii centurii principale. Un studiu detaliat al acestora ne-ar ajuta să înțelegem mai bine compoziția și evoluția Sistemului Solar timpuriu.

COMPOZIȚIE

Centura Kuiper este populată de obiecte compuse din diverse tipuri de gheață, un amestec de hidrocarburi ușoare, amoniac și apă. Cum temperatura acestor corpuri este în jur de 50 K, inclusiv elementele ușoare se regăsesc în formă solidă. Această compoziție este specifică și cometelor.

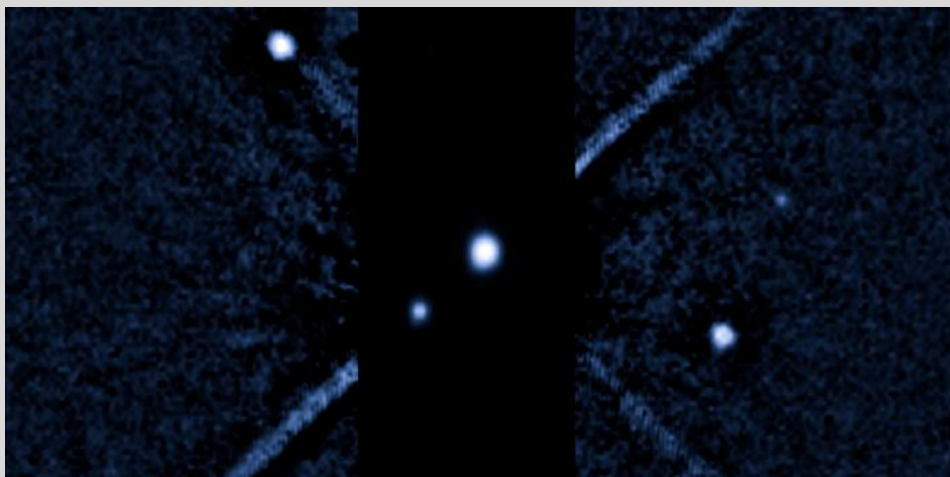
MASA centurii nu este foarte mare, așa cum am crede datorită numărului imens de obiecte. În total, se estimează că s-ar atinge cel mult un sfert din masa terestră. În schimb, modelele formării Sistemului Solar ar impune o masă în zonă de 30 mase terestre, altfel acreția pentru formarea corpurilor cu un diametru mai mare de 100 km nu ar fi posibilă. Această problemă ar putea fi în parte rezolvată dacă se consideră că centura a pierdut masă constant (ceea ce de altfel s-a întâmplat și cu centura de asteroizi), sau dacă o bună parte dintre membrii săi s-au format pe orbite mai apropiate de Soare. Cum însă depărtarea face ca explorările să fie dificile și observațiile să fie foarte sumare, deocamdată nu se pot da răspunsuri clare.

În interiorul centurii Kuiper există planetoizi. De fapt, descoperirea în ultimii ani a mai multor asemenea miniplanete, chiar surclasându-l pe Pluton, a redeschis discuțiile despre definiția planetei, ceea ce a produs decăderea lui Pluton din drepturile conferite inițial.

Cei mai mulți planetoizi au și sateliți. De fapt, cazurile de obiecte binare în zona centurii sunt des întâlnite, prea des ca să poată fi explicate de actualele modele.

Pluton și Charon

Odată considerat planetă, Pluton a fost decăzut din acest drept datorită descoperirii altor corpuri de dimensiuni asemănătoare, aparținând centurii Kuiper. În prezent caracteristicile unei planete sunt orbita în jurul Soarelui, dimensiunile îndeajuns de mari astfel încât propria gravitație să-i confere formă sferică, și capacitatea de a curăța de resturi propria orbită. Această din urmă condiție nu este îndeplinită de micul planetoid.



Pluton realizează o orbită completă în 248 de ani terestri. Caracteristicile orbitale diferă de cele ale planetelor Sistemului Solar – excentricitatea este ridicată (orbita este mult alungită), iar înclinația față de ecliptică (planul ecuatorial al Soarelui) este mare. Mai mult, orbita planetoidului pare să nu fie stabilă pe termen lung.

Timp de 20 de ani din fiecare perioadă orbitală Pluton se află mai aproape de Soare decât Neptun; cu toate acestea nu există pericolul unei coliziuni cu planeta, din cauza înclinației mari a orbitei plutoniene.

Pluton și principalul său satelit Charon sunt de fapt un sistem dublu, centrul de greutate în jurul căruia se rotesc acestea găsiindu-se în spațiu, și nu în interiorul unuia dintre corpuri. Charon este sincron cu Pluton, lucru des întâlnit în cazul sateliților Sistemului Solar, însă în acest caz și Pluton este sincron cu Charon, ambele arătându-și aceeași față. Cât despre înclinația axei de rotație, Pluton se aseamănă cu Uranus, arătând spre Soare polii săi.

Datorită densității scăzute, compoziția planetoidului este de 50-70% rocă și 30-50% gheață. Este de așteptat ca Pluton să aibă structură internă diferențiată, cu un nucleu de rocă învelit într-o manta de gheață. Este posibil ca în prezent să existe încă un ocean interior.

Pluton are chiar o atmosferă sezonieră. Când este departe de Soare, totul la suprafață îngheață, însă când se apropie, elementele ușoare sublimează și alcătuiesc o atmosferă subțire formată în principal din azot, la care se adaugă metanul și monoxidul de carbon. Presiunea atmosferică reprezintă doar a șapte suta mia parte din cea terestră, iar atmosfera se întinde până la 60 km de la suprafață, o parte din gaze risipindu-se în spațiu datorită gravitației scăzute a planetoidului. Temperatura poate scădea până la 33 K în perioada de depărtare maximă de Soare.

Sateliții lui Pluton orbitează neobișnuit de aproape. În afara lui Charon, doi sateliți mici, Nix și Hydra, au fost descoperiți recent. Simpli asteroizi, au diametre estimate la 46 și, respectiv, 61 km. Un alt satelit, descoperit în 2011 și numit generic S/2011 P 1, se alătură micului sistem; diametrul său s-ar afla între 13 și 34 km.

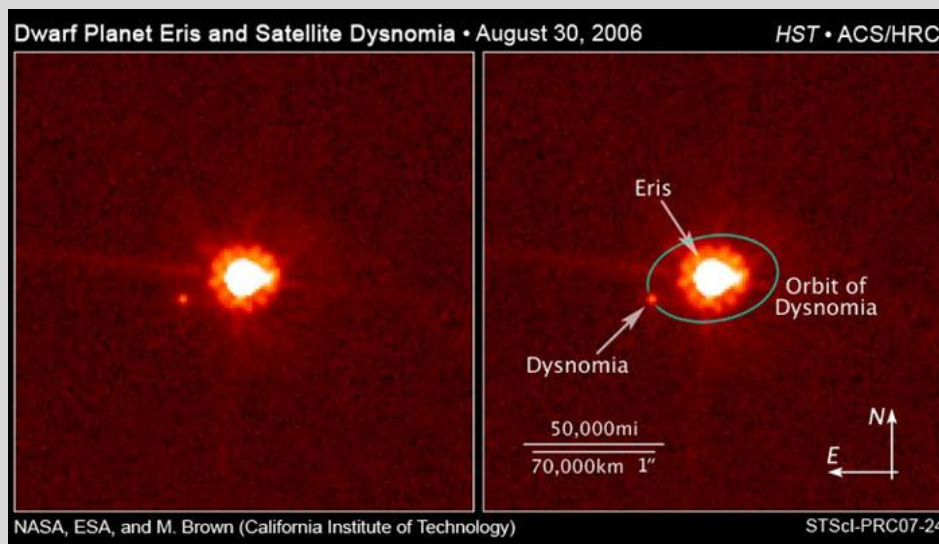
Charon are un diametru cât jumătate din cel al lui Pluton, iar spre deosebire de acesta, suprafața este dominată de apă sub formă de gheață. Pentru ca la acele temperaturi extrem de scăzute apa înghețată se comportă ca o rocă dură, Charon nu prezintă urme de atmosferă. Urme de amoniac descoperite sugerează existența criovulcanilor.

Charon este compus în mai mare parte din gheață decât Pluton, ceea ce susține și teoria formării sale în urma unui impact de proporții, asemeni Lunii. Nu este clar dacă există structură internă diferențiată sau nu.

Eris

Eris este responsabilă de retragerea titlului de planetă în cazul lui Pluton. Descoperirea acesteia, în 2005, a pus problema redefinirii termenului. Dacă Pluton ar fi fost în continuare considerat planetă, Eris ar fi intrat obligatoriu în această categorie, fiind ceva mai mare.

Primul nume al planetoidului nou descoperit a fost Xena, iar satelitului său i s-a spus, evident, Gabrielle. Ulterior s-a ales numele oficial de Eris, iar satelitul se numește Dysnomia.



Eris efectuează o orbită completă în 557 ani, depărtându-se de Soare până la 97 UA, fiind astfel cel mai îndepărtat corp cunoscut aparținând centurii Kuiper. Orbita este accentuat excentrică, planetoidul apropiindu-se de Soare până la 38 UA.

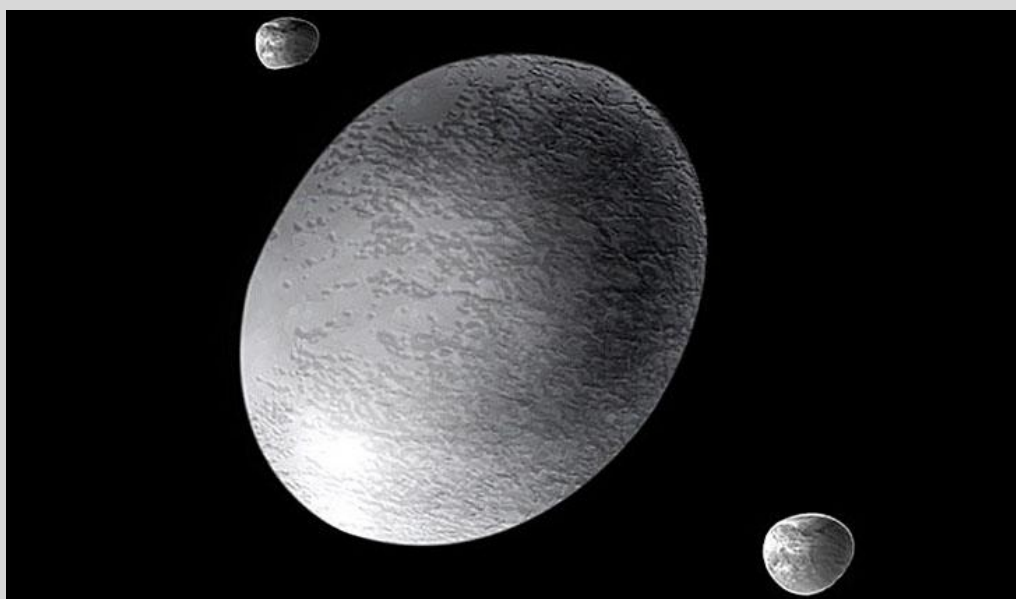
Diametrul lui Eris este ușor mai mare decât cel al lui Pluton. Cum însă aceste caracteristici nu sunt bine stabilite încă fără urmă de îndoială, este posibilă o răsturnare de situație. Eris nu pare doar mai mare, ci și mai masivă, presupunându-se că spre deosebire de Pluton este formată dintr-un procent mai mare de rocă.

Temperatura la suprafața planetoidului este estimată a fi între 30 și 56 K, în funcție de apropierea acestuia de Soare. Eris prezintă o suprafață foarte reflectivă; se presupune astfel că, în condițiile de temperatură ridicată date de

periheliu, există o atmosferă asemănătoare cu cea a lui Pluton, care în prezent este complet înghețată și reflectă cea mai mare parte a luminii primite.

Haumea

Haumea este o planetă pitică mai mică decât Pluton și Eris, aparținând centurii Kuiper. Spre deosebire de restul planetoizilor, nu are o formă sferică, ci de elipsoid, o rotație foarte rapidă, și o suprafață strălucitoare de gheață cristalizată. Aceste caracteristici sunt presupuse a fi rezultatul unei coliziuni în trecut. Se crede că este compusă în principal din rocă, fără mantaua de gheață specifică obiectelor ce compun centura Kuiper.



Haumea și sateliții săi

Orbita este tipică pentru corpurile din zonă, o revoluție având loc în 283 ani. Rotația durează doar 4 ore, fiind cel mai rapid corp cunoscut din Sistemul Solar cu diametrul de peste 100 km.

Datorită faptului că o suprafață de gheață în formă cristalină se degradează în timp datorită micrometeoritilor și radiațiilor, este necesar ca suprafața Haumeei să fie recentă, cu o vârstă nu mai mare de zece milioane de ani. Nu se

cunosc însă detalii despre mecanismul reînnoirii suprafeței. Criovulcanismul nu este o opțiune, datorită nedectării amoniacului, iar impactul considerat răspunzător pentru rotația rapidă nu s-a produs mai devreme de 100 milioane de ani.

Haumea găzduiește doi mici sateliți cu orbite excentrice, Hi'iaka și Namaka. Aceasta excentricitate accentuată a sateliților a făcut de curând obiectul unui studiu ce concluziona că forțele mareice sunt îndeajuns de puternice pentru a fi responsabile, împreună cu acțiunea elementelor radioactive, de înnoirea suprafeței planetoidului și a sateliților săi.

Makemake

Makemake este singurul obiect mare al centurii Kuiper ce nu are sateliți, din care cauză estimarea masei acestuia este mai dificilă.

Orbita planetoidului este specifică corpurilor din zonă, având nevoie de 310 ani pentru o revoluție. Temperatura este foarte scăzută, de doar 30 K, însă este posibil să aibă atmosferă tranzitorie la apropierea de Soare.



CARACTERISTICI	PLUTON	ERIS	HAUMEA	MAKEMAKE
Periheliu (cel mai apropiat punct de Soare)	4.436.756.954 km	5.765.732.799 km	5.157.623.774 km	5.671.928.586 km
Afeliu (cel mai îndepărtat punct de Soare)	7.376.124.302 km	14.594.512.904 km	7.706.399.149 km	7.894.762.625 km
Diametru	2.302 km	2.326 km	~ 1.400 km	~ 1.500 km

Perioada de rotație	6,387 zile	1,079 zile	0,163zile	0,937zile
Perioada de revoluție	248 ani	561 ani	282 ani	305 ani
Viteza orbitală medie	16.809 km/h	12.364 km/h	16.191 km/h	15.816 km/h
Excentricitatea orbitală	0,2488	0,4336	0,1981	0,1638
Înclinația orbitei față de ecliptică	17,14 grade	46,87 grade	28,22 grade	29 grade

NORUL LUI OORT

În această ultimă călătorie prin Sistemul Solar ajungem la granițele sale, încă necunoscute îndeajuns. Am observat îndeaproape fiecare planetă, fiecare satelit important, planetoizi, asteroizi și comete. Am ajuns, în fine, la capătul călătoriei noastre.

Toate aceste corpuri de care tocmai am amintit se supun atracției gravitaționale a stelei principale, Soarele. Dar până unde se întinde influența sa? Există ceva acolo unde nici vântul solar nu poate ajunge?

Oamenii de știință spun că probabil răspunsul este da. În 1950 astronomul Jan Oort a presupus existența unui nor sferic ce ar înconjura întreg Sistemul Solar, ce s-ar întinde între greu imaginabilele limite de 2.000 până la 100.000 UA (să reamintim că o unitate astronomică este egală cu distanța Pământ – Soare, aproximativ 150 milioane km). Granița sa ar reprezenta-o zona în care influența gravitațională a Soarelui este egalată de influențele gravitaționale ale stelelor vecine! De altfel, granița norului s-ar afla la aproximativ 2 ani-lumină, aproape jumătate din distanța până la cea mai apropiată stea, Proxima Centauri.

Teoria existenței acestui nor s-a bazat pe câteva observații: în primul rând, nicio cometă de perioadă lungă nu a avut o orbită care să sugereze că ar fi provenit din spațiul interstelar. În al doilea rând, acest tip de comete intră în Sistemul Solar interior din diferite zone. În ultimul rând, cele mai multe orbite arată că locul de unde provin aceste comete s-ar situa undeva la 50.000 UA.

Norul lui Oort, în imensitatea sa, conține între 100 miliarde până la peste 2 trilioane de corpuri formate preponderent din diverse tipuri de gheață, de zece ori mai multe decât stelele din galaxia noastră! Masa totală a acestora este estimată la câteva mase terestre, limita maximă fiind de 40.

Aceste corpuri pot fi, ocazional, perturbate de apropierea de alte stele, nori de gaz gigantici sau interacțiuni cu discul galaxiei, și aruncate în spațiul interstelar, sau pot fi trimise în Sistemul Solar interior, sub forma cometelor de perioadă lungă. Aceste comete au orbite extrem de eliptice, mult alungite, și durează mii de ani până să realizeze o revoluție completă în jurul Soarelui. Cometele de

perioadă scurtă își au în schimb originea în centura Kuiper iar perioadele lor de revoluție nu depășesc 200 de ani.

Structura norului lui Oort ar cuprinde două regiuni distincte: prima, apropiată de Soare, în formă de disc, asemeni centurii de asteroizi și centurii Kuiper, iar cea de-a doua regiune în formă de sferă. Aceste obiecte reduse ca dimensiuni și la depărtare foarte mare de Soare resimt atracția gravitațională a stelei extrem de slab, din care cauză sunt relativ ușor de perturbat.

Obiectele ce alcătuiesc norul sunt extrem de rarefiate, probabil că între ele se află zeci de milioane de kilometri. Densitatea norului interior, după cum arată modelele, ar trebui să fie de zeci până la sute de ori mai mare decât cea a regiunii exterioare.

Compoziția corpurilor ce alcătuiesc norul lui Oort, în cazul în care cometele provenite de aici și studiate deja sunt reprezentative, constă în diferite tipuri de gheață: apă, metan, etan, monoxid de carbon și amoniac. Descoperirea unui asteroid, 1996 PW, cu o orbită de perioadă lungă sugerează faptul că ar putea exista și corpuri formate din rocă.

Temperatura medie a corpurilor cometare este în jurul a 4 K, doar puțin peste radiația de fond. Căldura solară este în această zonă aproape neglijabilă, așa cum este pentru noi căldura stelelor de pe cerul nopții.

Originea norului lui Oort se regăsește în discul protoplanetar original, existent în jurul Soarelui în urmă cu 4,6 miliarde ani. Modele arată că obiectele ce-l compun s-au format mai aproape de Soare, fiind ejectate ulterior de planetele nou formate, în special de Jupiter. De asemenea, cometele ejectate reprezintă o mică parte din numărul inițial, cele mai multe fiind implicate în coliziuni.

Din cauza distanței apreciabile și a obiectelor de dimensiuni mici nu au putut fi realizate observații directe ale norului lui Oort. Însă în sprijinul teoriei existenței sale vine observarea cometelor de perioadă lungă ce au o orbită închisă, iar mai recent descoperirea unui număr de obiecte de dimensiuni mai mari ce se presupune că ar aparține regiunii interioare a norului lui Oort. Printre acestea se află și Sedna, cealaltă având doar indicative de catalog: 2000 CR105, 2006 SQ372 și 2008 KV42.

Sedna

Sedna (sau 90377 Sedna, inițial numită 2003 VB12) este cel mai îndepărtat obiect observat până în prezent ce aparține Sistemului Solar. Stând pe suprafața Sednei în momentul afeliului, ai putea bloca Soarele cu gămălia unui ac ținut cu mâna întinsă.



În prezent se află la o distanță de trei ori mai mare decât Neptun față de Soare, și se apropie de periheliu, pe care îl va atinge în 2076 și se va afla la 76 UA de Soare. Orbita sa foarte eliptică o va trimite înapoi pe Sedna până la 960 UA, și vor trece aproximativ 11.400 ani până când va reveni. Astfel, avem în viitorul apropiat privilegiul rar de a studia acest obiect, deși încă nu a fost inițiată nicio misiune spațială cu acest scop.

Având în vedere aceste caracteristici orbitale, Sedna nu intră niciodată în regiunea centurii Kuiper, deci nu aparține acesteia. Există și alte obiecte care se depărtează apreciabil de Soare, însă majoritatea orbitei lor se află în interiorul centurii Kuiper, spre deosebire de Sedna.

Inițial s-a crezut că Sedna ar avea un satelit. În urma observațiilor se stabilise o perioadă de rotație de 20 zile, mult prea lentă comparativ cu alte obiecte din zonă; astfel, un satelit de dimensiuni mari ar fi explicat această rotație, cum se întâmplă în cazul lui Pluton. Căutările au rămas însă fără rezultat, iar observații ulterioare au estimat că Sedna se rotește în doar 10 ore.

Diametrul Sednei a fost estimat la 1.200-1.600 km. În 2012, în urma unor măsurători efectuate de telescopul spațial Herschel, diametrul a fost revizuit la în jur de 1.000 km, mai mic decât cel al lui Charon, satelitul lui Pluton.

Suprafața Sednei este surprinzător de roșiatică. Este unul din cele mai roșii obiecte din Sistemul Solar, aproape la fel ca Marte. Această culoare s-ar datora hidrocarburilor formate în urma acțiunii radiațiilor violete asupra compușilor organici simpli, iar faptul că Sedna ar fi fost ferită de-a lungul timpului de impacturile dese care au loc în Sistemul Solar interior i-a păstrat suprafața nealterată timp de eoni.

Este posibil ca, în timpul periheliului, Sedna să aibă o atmosferă foarte rarefiată. Temperatura urcă până la 36 K, iar presiunea ar putea atinge 14 microbari.

Sedna, ca și alte obiecte îndepărtate, este dificil de studiat, datele obținute până în prezent trasând doar liniile principale. Un studiu aprofundat al acestor corpuri ne-ar ajuta să înțelegem mai bine originea și evoluția Sistemului Solar.

Am ajuns la granița unde orice influență a Soarelui se oprește. Am cunoscut planetele, fiecare cu proprietățile sale surprinzătoare și unică în felul său. Am privit îndeaproape o mulțime de sateliți, de o remarcabilă diversitate. N-am uitat nici corpurile mici sau foarte îndepărtate. Deși călătoria noastră imaginară se sfârșește aici, nu este decât un alt început. Sute de miliarde de stele conține Calea Lactee, și sute de miliarde de galaxii există în Universul observabil. Îndeajuns încât să ne uimească cu ceva în fiecare zi.

Sfârșit

Credit imagini: solarsystem.nasa.gov

Scientia.ro este un proiect de popularizare a științei, bazat pe voluntariat. Orice iubitor de știință poate contribui cu articole din domeniul științei și tehnologiei.

Vă așteptăm să ne vizitați!