

Sistem solar

Magda Stavinschi, Beatriz García, Andrea Sosa

Uniunea Astronomică Internațională, Institutul Astronomic al Academiei Române (România), Institutul de Tehnologii în Detectare și Astroparticule și UTN, (Argentina), Universitatea Republicii, (Uruguay)

Rezumat

Fără îndoială, într-un Univers în care vorbim despre sisteme stelare și solare, planete și exoplanete, cel mai cunoscut sistem este Sistemul Solar. Am putea crede că toată lumea știe ce este Soarele, ce sunt planetele, care sunt cometele și asteroizii. Dar este chiar așa? Dacă vrem să înțelegem Sistemul Solar din punct de vedere științific, trebuie să cunoaștem mai întâi regulile care definesc un sistem.

Corpurile (în Sistemul Solar, conform rezoluției Uniunii Astronomice Internaționale, din 24 august 2006 sunt:

- planete
- sateliții naturali ai planetelor
- planete pitice
- alte corpuri mai mici: asteroizi, meteorizi, comete, praf, obiecte din Centura Kuiper etc.

Prin extensie, orice altă stea înconjurată de corpuri cerești conform aceluiași legi care guvernează sistemul nostru, se numește sistem exoplanetar. Una dintre întrebările la care trebuie să răspundem pe această temă este: Care este locul Sistemului Solar în Univers?, dar nu este singurul. În acest capitol, vom încerca să prezentăm cele mai importante caracteristici ale sistemului nostru și ale altora.

Goluri

- Aflați ce loc ocupă Soarele în Univers.
- Aflați ce obiecte alcătuiesc Sistemul Solar.
- Cunoașteți detalii despre diferitele corpuri ale Sistemului Solar, în special cele mai proeminente.

Sistem solar

Un sistem este, prin definiție, un ansamblu de elemente (principii, legi, forțe etc.), care interacționează între ele după o serie de principii sau reguli.

Pentru a defini Sistemul Solar vom indica, în principiu, elementele multimei, care este compusa dintr-o stea, Soarele, și toate corpurile care îl înconjoară și care îi sunt unite prin forța gravitației.

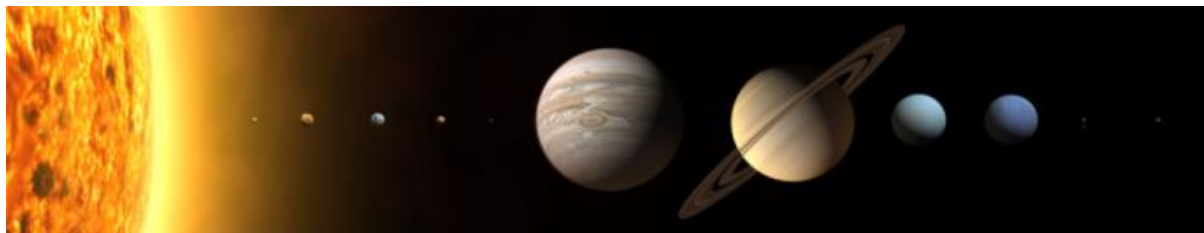


Fig. 1 Sistemul Solar este scara de mărime a corpurilor principale

Sistemul Solar este situat într-unul dintre brațele exterioare ale galaxiei noastre, numită și Calea Lactee. Acest braț este cunoscut sub numele de brațul lui Orion. Este situat într-o regiune cu densitate stelară relativ mică.

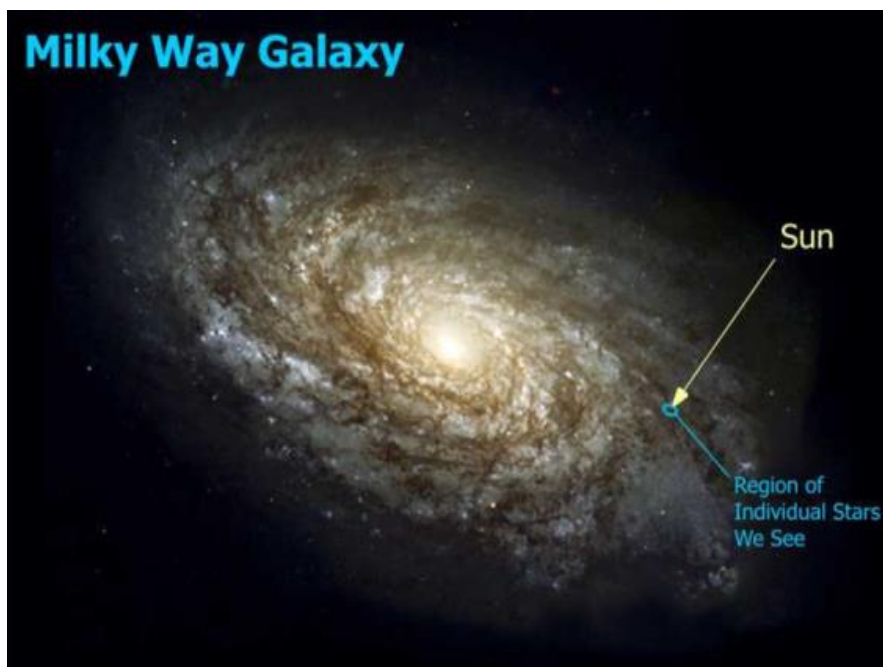


Fig. 2: Locul sistemului solar în galaxie (simulare)

Soarele, împreună cu întregul Sistem Solar, se află într-o mișcare de revoluție în jurul centrului galaxiei noastre, situat la o distanță cuprinsă între 25.000 și 28.000 de ani lumină (aproximativ jumătate din raza galaxiei), cu o perioadă de revoluție între 225 și 250 de milioane de ani (anul galactic al Sistemului Solar). Viteza cu care se mișcă pe această orbită aproape circulară este de aproximativ 220 km/s, în timp ce direcția de mișcare este spre poziția actuală a stelei Vega.

Galaxia noastră este compusă din aproximativ 200 de miliarde de stele, împreună cu planetele lor, și peste 1.000 de nebuloase. Masa întregului set este de aproximativ 1.000 de miliarde de ori mai mare decât cea a Soarelui, iar diametrul său este de aproximativ 100.000 de ani lumină.

Foarte aproape de Sistemul Solar se află sistemul Alpha Centauri (cea mai strălucitoare stea a constelației Centaurus), compus din trei stele, adică o pereche de stele (Alpha Centauri A și B), asemănătoare Soarelui, care se rotesc la o distanță de 0,2 ani lumină în jurul unei pitici roșii, numită Alpha Centauri C, de o luminozitate relativ mică. Ultima este cea mai apropiată stea de Soare, se află la o distanță de 4,24 ani lumină; de aceea i se mai spune și „Proxima Centauri”.

Galaxia noastră face parte dintr-un grup de galaxii numit Grupul Local, compus din trei galaxii mari și o serie de 30 de galaxii mai mici. Galaxia noastră are forma unei spirale barate. Brațele acestei spirale care părăsesc capetele barei formate dintr-o distribuție specială de stele, conțin, între alte obiecte, materie interstelară, nebuloase și stele tinere care se nasc permanent din acea materie. Centrul galaxiei este compus din stele vechi concentrate în grupuri de formă sferică. Galaxia noastră are aproximativ 200 de grupuri din acestea, dintre care doar 150 sunt mai cunoscute. Aceste grupuri sunt concentrate în principal în centrul galactic. Sistemul Solar este situat la 20 de ani lumină deasupra planului de simetrie ecuatorială și la 28.000 de ani lumină distanță de centrul galactic. Centrul galaxiei se află în direcția constelației Săgetător, la o distanță de 25.000 și 28.000 de ani lumină de Soare.

Formarea și evoluția sistemului solar

Conform teoriei standard, acum aproximativ 4,6 miliarde de ani, sistemul solar s-a format din contracția gravitațională a unui nor de gaz și praf interstelar. Prăbușirea norului a pornit de la o perturbare puternică (posibil un eveniment de supernovă), care a făcut ca forța gravitațională să depășească presiunea gazelor.

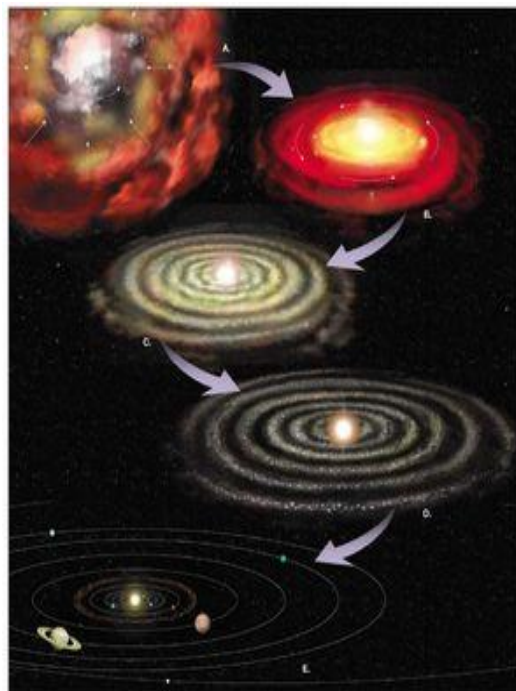


Fig. 3 Schema procesului de formare a Sistemului Solar, conform Teoriei Standard, bazată pe „ipoteza nebulară” propusă pentru prima dată de Kant și Laplace în secolul al XVII-lea

Conservarea momentului unghiular a făcut ca nebuloasa să se întoarcă din ce în ce mai repede, să se aplatizeze și să producă un protosol în centrul său și un disc protoplanetar de gaz și praf în jurul ei. În discul protoplanetar au fost condensate mici nuclee solide planetezimale), care apoi au fost acumulate printr-un proces de acreție pentru a forma planetele.

Ipoteza unei nebuloase primitive a fost propusă în 1755 de Emmanuel Kant și, de asemenea, separat de Pierre-Simon Laplace.

Teoria standard (bazată pe „Ipoteza Nebulară” propusă inițial de Kant și Laplace) explică coplanaritatea și cvasi-circularitatea orbitelor și a fost confirmată de observațiile mai multor sisteme planetare în jurul altor stele.

Soarele

Soarele este o stea de masă intermediară, vârsta sa este de aproximativ 4,6 miliarde de ani. În prezent, Soarele a încheiat aproape jumătate din ciclul său de evoluție, care este legat de transformarea hidrogenului în heliu din nucleul său, prin mecanismul fuziunii nucleare. În fiecare secundă, în miezul Soarelui, peste patru milioane de tone de materie devin materie și energie mai grea, generând nu numai heliu, ci și neutrini și radiații electromagnetice.

Majoritatea Soarelui (74%) este hidrogen, aproape 25% este heliu, în timp ce restul sunt elemente grele.



Fig. 4a: Soarele, imagine în infraroșu

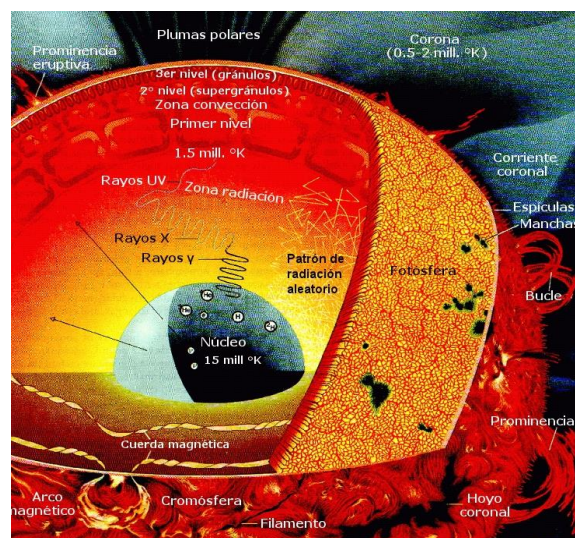


Fig. 4b. Structura internă a Soarelui

CICLU DE VIAȚĂ SARE

În aproximativ 5 miliarde de ani, Soarele va deveni un gigant și apoi o pitică albă, perioadă în care se va naște o nebuloasă planetară. Hidrogenul va fi epuizat, iar acest lucru va duce la schimbări radicale, inclusiv la distrugerea totală a Pământului. Activitatea solară, mai precis activitatea sa magnetică, este detectată la vedere prin numărul și dimensiunea petelor de pe

suprafața sa, precum și prin erupțiile solare și variațiile vântului solar, care disipează materia din compoziția Soarelui în Sistemul Solar și chiar dincolo.

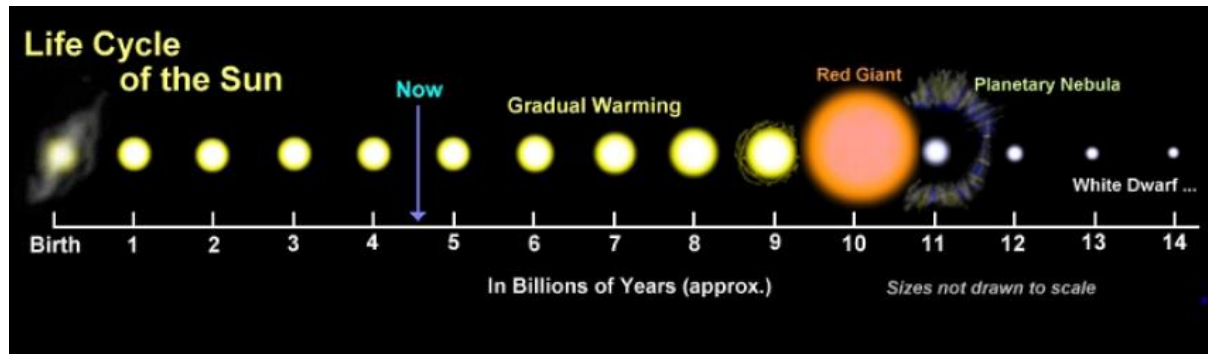
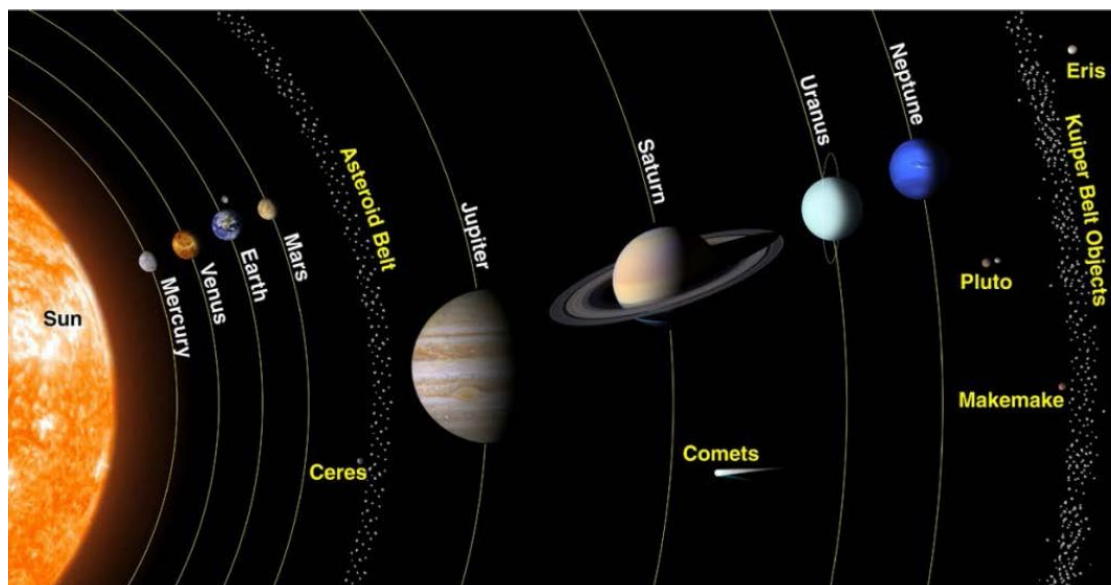


Fig. 5. Ciclul de viață al Soarelui, de la protostea până la pitica albă.

Planetele

Pentru a clasifica planetele, folosim definiția dată de Uniunea Astronomică Internațională (IAU), în cea de-a 26-a Adunare Generală, care a avut loc la Praga, în 2006.



Fig

Fig. 6. Corpurile sistemului solar. (imaginea nu este la scară)

În sistemul solar, o planetă este un corp ceresc care:

1. este pe orbită în jurul Soarelui,
2. are o masă suficientă pentru a menține echilibrul hidrostatic (forma aproape rotundă) și
3. a „curățat cartierul” din jurul orbitei sale.

Un corp non-satelit care îndeplinește doar primele două dintre aceste criterii este clasificat drept „planetă pitică”.

Potrivit IAU, planetele și planetele pitice sunt două tipuri diferite de obiecte. Un non-satelit care îndeplinește doar primele criterii, se numește „corp mic al Sistemului Solar” (SSSB), cum este cazul, de exemplu, al asteroizilor.

Proiectele inițiale de reclasificare a corpurilor din Sistemul Solar au planificat să includă planetele pitice ca o subcategorie a planetelor, dar deoarece acest lucru ar fi putut duce la adăugarea a câteva zeci de planete noi în Sistem, acest proiect a fost abandonat. În 2006, au fost adăugate trei planete pitice (Ceres, Eris și Makemake) și reclasificarea uneia (Pluto). Astfel, Sistemul Solar din 2006 avea cinci planete pitice: Ceres, Pluto, Makemake, Haumea și Eris. De-a lungul anilor, noi corpuri care au fost studiate au fost adăugate pe lista planetelor pitice.

Definiția distinge planetele de corpurile mai mici și nu este utilă în afara Sistemului Solar, unde corpurile mai mici nu pot fi detectate cu tehnologia actuală. Planetele extrasolare, sau exoplanetele, sunt tratate separat în virtutea unui ghid complementar al proiectului din 2003 pentru definirea planetelor, care le diferențiază de stelele pitice care sunt mai masive și mai mari.

Cele 8 planete ale Sistemului Solar pot fi împărțite în:

- 4 planete de tip Pământ, în regiunea cea mai interioară (Mercur, Venus, Pământ și Marte).
 - Stâncos, cu densități aproximative între 4 și 5 g/cm³.
- 4 planete gigantice, în regiunea ultraperiferică, care la rândul lor sunt împărțite în:
 - Giganți gazoși: Jupiter și Saturn. Mai bogat în H și He, cu o compoziție chimică similară cu cea solară.
 - Giganți de gheață: Uranus și Neptun. Gheața predomină în raport cu gazele. Este compoziția chimică diferă mult de cea solară.

Planetele gigantice sunt mai ușoare decât cele terestre, cu densități cuprinse între 0,7 g/cm³ (Saturn) și 2 g/cm³.

Planetele gigantice s-au format pe o scară de timp de ordinul a 10 milioane de ani (planetele terestre s-au format în aproximativ 100 de milioane de ani). Nu s-au format „in situ”, a existat o migrație cauzată de schimbul de moment unghiular între planetele gigantice în formare și planetezimale care au fost măturate în alte regiuni ale Sistemului Solar sau ejectate din Sistem.

Caracterizarea fiecărei planete presupune determinarea proprietăților sale generale, precum masa, raza, densitatea, perioada de rotație în jurul axei sale (ziua), perioada de translație, în jurul Soarelui, (anul), compoziția chimică a structurii sale și a atmosferei sale, printre alte magnitudini.

În acest text, nu vom prezenta tabelele de date, deoarece acestea sunt disponibile pe Internet, pe lângă cărțile tradiționale. Aici ne vom concentra doar pe descrierea naturii fiecărui corp, a originii lui și a acelor date de interes sau culoare, astfel încât profesorul să poată lucra subiectul în clasă. (Pentru date specifice despre planete și alte corpuri ale Sistemului Solar, consultați informațiile de pe Internet).

MERCUR

Mercur este cea mai apropiată planetă de Soare și cea mai mică planetă din Sistemul Solar. Este o planetă de tip Pământ, eu sistemul solar interior. Își primește numele de la zeul roman al artelor și comerțului.

Nu are niciun satelit natural. Este una dintre cele cinci planete care pot fi văzute de pe Pământ cu ochiul liber. A fost observat cu telescopul abia din secolul al XVII-lea. În ultimul timp, a fost studiat de două sonde spațiale: Mariner 10 (de trei ori în 1974-1975) și Messenger (de două ori în 2008).

Deși poate fi văzută cu ochiul liber, nu este ușor de observat, tocmai pentru că este planeta cea mai apropiată de Soare. Locul său în bolta cerească este foarte aproape de Soare și poate fi observat și doar în jurul alungirilor, puțin înainte de zori și puțin după apus. Cu toate acestea, misiunile spațiale ne-au oferit suficiente informații, ceea ce arată în mod surprinzător că Mercur este foarte asemănător cu Luna.

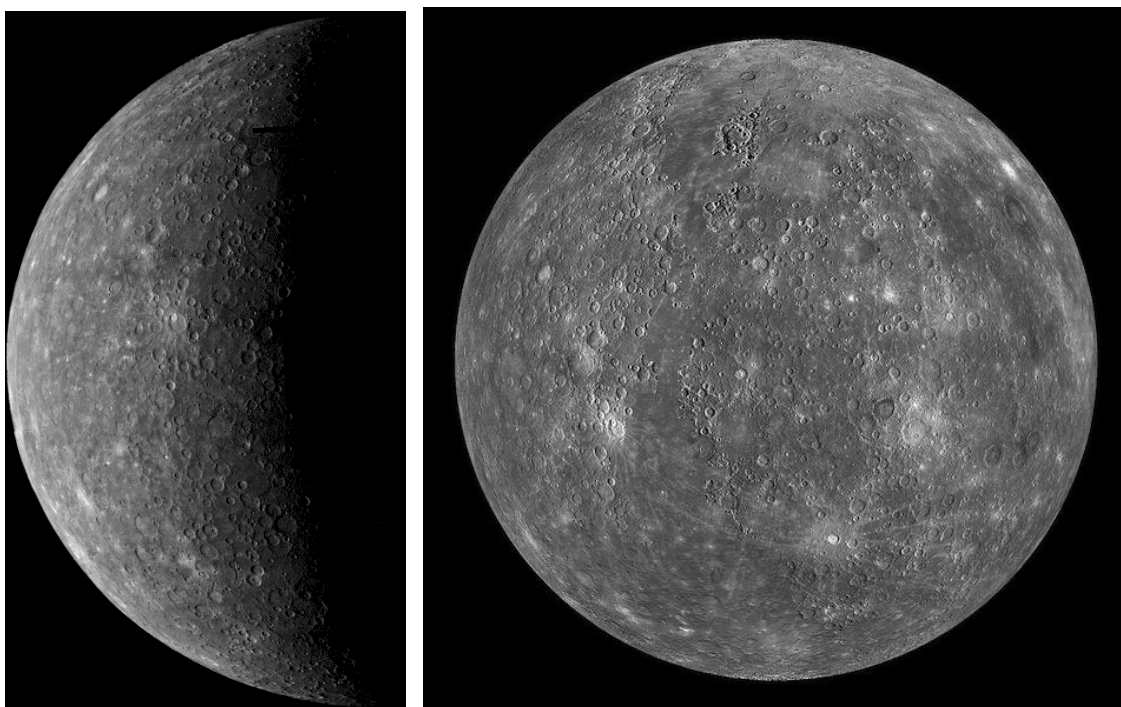


Fig. 7 : Mercur

Merită menționat câteva caracteristici ale planetei: este cea mai mică din Sistemul Solar și cea mai apropiată de Soare. Are cea mai excentrică orbită ($e = 0,2056$) și, de asemenea, cea mai înclinată în direcția opusă eclipticii ($i = 7^\circ$). Perioada sa sinodica este de 115,88 zile, ceea ce înseamnă ca de trei ori pe an este plasată într-o poziție de maxima alungire la vest de Soare (se mai numește și "steaua diminetii", iar în cele trei poziții de maxima alungire la est de Soare) se numește „steaua serii”). În oricare dintre aceste cazuri, alungirea nu depășește 28° .

Raza sa de 2.440 de kilometri o face cea mai mică planetă din Sistemul Solar, mai mică chiar decât doi dintre sateliții galileeni ai lui Jupiter: Ganimede și Callisto.

Densitatea de 5,427 g/cm³ o face cea mai densă planetă după Pământ (5,5 g/cm³). Fierul ar putea fi principalul element greu (70% față de 30 și materie stâncoasă), care contribuie la densitatea mare a Mercurului. În general, se asigură că Mercurul nu are atmosferă, ceea ce nu este corect, dar atmosfera sa este foarte neobișnuită: și foarte subțire, formată din Oxigen molecular, 42%, Sodiu, 29,0%, Hidrogen, 22,0%, Helium, 6,0% , Potasiu, 0,5% și urme de Argon, Azot, dioxid de carbon, vapori de apă, Xenon, Crypton și Neon.

Mercur este singura planetă (în afară de Pământ) cu un câmp magnetic semnificativ, care, deși este de ordinul a 1/100 din cel al câmpului magnetic al Pământului, este suficient pentru a crea o magnetosferă, care se extinde până la 1,5 raze planetare, comparativ cu 11,5 radiouri în cazul Pământului. În sfârșit, există o altă analogie cu Pământul: câmpul magnetic este bipolar, cu o axă magnetică înclinată cu 11 °, opus axei de rotație.

În Mercur, temperaturile variază enorm. Când planeta trece prin periheliu, temperatura poate ajunge la 427 ° C la ecuator, la prânz, ceea ce este suficient pentru a provoca fuziunea unui metal precum zincul. Cu toate acestea, imediat după căderea nopții, temperatura poate scădea până la -183 ° C, ceea ce înseamnă că creșterea variației diurne este de 610 ° C! Nicio altă planetă nu suferă o diferență atât de mare, care se poate datora radiației solare intense în timpul zilei, absenței unei atmosfere dense și duratei zilei lui Mercur (intervalul dintre răsărit și apus este de aproape trei luni pământești). , adică timp suficient pentru a stoca căldura sau, în mod analog, frigul într-o noapte de lungime egală).

Craterul lui Mercur sunt foarte asemănătoare cu cele ale Lunii ca morfologie, formă și structură. Cel mai notabil este cel al bazinului Caloris, marturie a unei mari catastrofe.

Impacturile care generează bazine sunt cele mai catastrofale evenimente care pot afecta suprafața unei planete. Ele pot provoca modificarea cortexului planetar și chiar tulburări interne. Așa s-a întâmplat când s-a format craterul Caloris cu un diametru de 1.550 de kilometri.

Mercur perihelio precesion

Ca orice altă planetă, periheliul lui Mercur nu este fix, ci are o mișcare regulată în jurul Soarelui. Multă vreme această mișcare a fost considerată a fi cu 43 de secunde de arc pe secol mai rapidă în comparație cu predicțiile clasice ale mecanicii cerești „Newtonian”. Acest avans de periheliu a fost prezis de teoria generală a relativității lui Einstein, cauza fiind curbura spațiului datorată masei solare. Coincidența dintre avansul observat al periheliului și cel prezis de relativitatea generală a fost dovada în favoarea validității ipotezei acestuia din urmă.



Fig. 8 Mișcarea de precesiune a periheliului lui Mercur

VENUS

Una dintre cele patru planete ale sistemului intern, de constituție asemănătoare cu cea a Pământului și a doua la distanță de Soare. Este numit după zeița romană a iubirii și frumuseții.

Apropierea de Soare și structura și densitatea atmosferei lui Venus îl fac unul dintre cele mai fierbinți corpuri din Sistemul Solar. Are un câmp magnetic foarte slab și nu are sateliți naturali. Este una dintre planetele cu o mișcare de revoluție retrogradă și singura cu o perioadă de rotație mai mare decât perioada revoluției. Este cel mai strălucitor corp din bolta cerească după Soare și Lună.

Traectoria lui Venus în jurul Soarelui este aproape un cerc: orbita sa are o excentricitate de 0,0068, adică cea mai mică din Sistemul Solar. Un an de Venus este ceva mai scurt decât o zi siderală a lui Venus, în proporție de 0,924.

Dimensiunea și structura sa geologică sunt similare cu cele ale Pământului. Atmosfera este foarte densă. Amestecul de CO₂ și norii denși de dioxid de sulf creează cel mai mare efect de seră al Sistemului Solar, cu temperaturi de aproximativ 460 ° C. Temperatura suprafeței lui Venus este mai mare decât cea a lui Mercur, deși Venus este aproape de două ori mai departe de Soare decât Mercur și primește doar aproximativ 25% din radiația solară pe care Mercur. Suprafața planetei are un relief aproape uniform. Câmpul său magnetic este foarte slab, dar trage o coadă de plasmă lungă de 45 de milioane de kilometri, observată pentru prima dată de SOHO în 1997.

O caracteristică remarcabilă a lui Venus este rotația sa retrogradă (deși și Uranus o prezintă): se rotește în jurul axei sale foarte încet și în sens invers acelor de ceasornic, în timp ce planetele Sistemului Solar o fac în general în sensul acelor de ceasornic. Perioada sa de rotație este cunoscută abia din 1962. Această rotație – lentă și retrogradă – produce zile solare mult mai scurte decât ziua siderală, aceste zile fiind mai lungi decât la planetele cu rotație în sensul

acelor de ceasornic. În consecință, există mai puțin de 2 zile întregi într-un an solar al lui Venus. Cauzele rotației retrograde a lui Venus nu au fost încă clarificate. Cea mai probabilă explicație ar fi o coliziune cu un alt corp mare în formarea planetelor Sistemului Solar. S-ar putea, de asemenea, ca atmosfera lui Venus să fi influențat rotația planetei datorită densității mari a acesteia.

Venus prezintă o atmosferă unică. Cu o presiune de suprafață de 93 bar (9,3 MPa) și compus în principal din ~ 96,5% dioxid de carbon, ~ 3,5% azot, 0,015% dioxid de sulf, 0,007% argon, 0,002% vapori de apă, 0,001% 7% monoxid de carbon, 0,0012% heliu. , 0,0007% Neon.

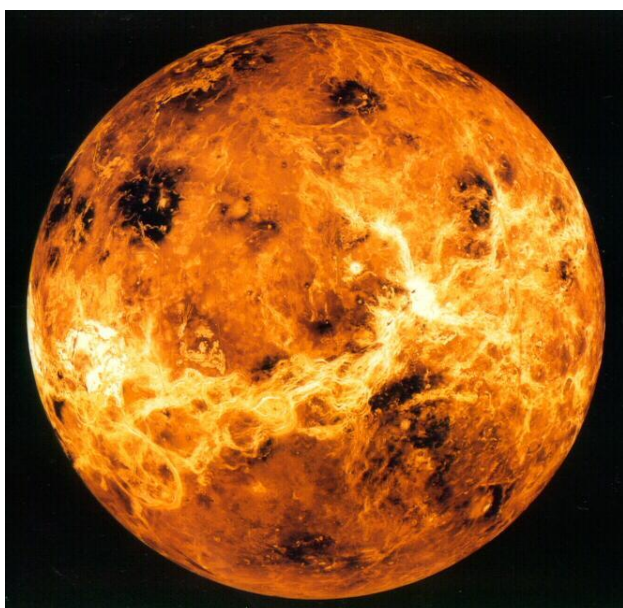


Fig. 9: Venus. Fotografie a suprafeței sale (Misiunea Magellan)

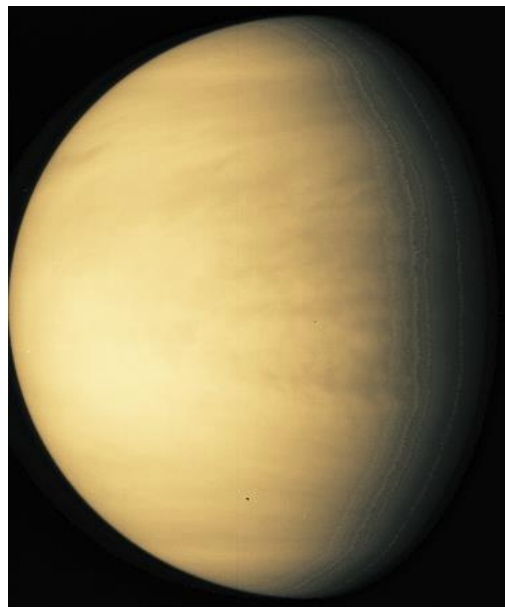


Fig. 10. Venus în lumină vizibilă (telescopul Hubble)

Venus, sora geamănă a Pământului. Analogie.

- S-au născut în același timp, din același gaz și nori de praf, acum 4,6 milioane de ani.
- ambele sunt planete ale Sistemului Solar intern
- suprafețele sale au un teren variat: munți, câmpuri, văi, platouri, vulcani, cratere de impact etc
- ambele au un număr relativ mic de cratere, semn al unei suprafețe relativ tinere și al unei atmosfere dense
- au compoziții chimice asemănătoare.

Tranzitul lui Venus

Tranzitul lui Venus are loc atunci când planeta trece între Pământ și Soare, iar umbra lui Venus traversează discul solar. Datorită înclinării orbitei lui Venus, spre deosebire de cea terestră, acest fenomen este foarte rar la scara noastră de timp. Are loc de două ori la 8 ani, acest dublu tranzit o separă de următorul mai bine de un secol (105,5 și 121,5 ani). Ultimele

tranzite au avut loc pe 8 iunie 2004 și 6 iunie 2012 iar pentru următoarele va trebui să aștepte până la 11 decembrie 2117.

PĂMÂNT

Pământul este a treia cea mai îndepărtată planetă de Soare din Sistemul Solar și este a cincea ca dimensiuni. Aparține planetelor interioare. Este cea mai mare planetă stâncoasă și singura din Universul cunoscut unde viața a fost capabilă să se adapteze. Pământul s-a format în urmă cu aproximativ 4,57 miliarde. Singurul său satelit natural, Luna, și-a început orbita la scurt timp după Pământ, cu aproximativ 4533 milioane de ani în urmă și există mai multe teorii despre originea sa. 71% din suprafața Pământului este acoperită cu apă, restul de 29% este solid și „uscat”, dar apa în total constituie o cantitate infimă de materie în comparație cu structura generală a planetei.



Fig. 11: Pământ și Lună (Misiunea Galileo, 1998)

Există o interacțiune permanentă între Pământ și restul Universului. Astfel, Luna este cauza mareelor. În plus, a influențat continuu viteza mișcării de rotație a pământului. Toate corpurile globului terestru, sunt atrase de Pământ, forța de atracție se numește gravitație iar accelerația cu care aceste corpuri cad în câmpul gravitațional se numește accelerație gravitațională (notată cu „g” = 9,81 m/s²). Se crede că motivul apariției oceanelor a fost un „ploș” de comete într-o perioadă timpurie a Pământului. Mai târziu, impacturile asteroizilor au contribuit la modificarea decisivă a mediului. Modificările de pe orbita planetei pot fi considerate responsabile pentru erele glaciare care au avut loc în istorie, care au acoperit suprafața pământului cu un strat de gheață.

Presiunea atmosferei sale la suprafață este de 101,3 kPa și este compusă din 78% azot (N₂), 21% oxigen (O₂), 0,93% argon, 0,04% dioxid de carbon și 1% vapori de apă (variază în funcție de vreme).

MARTE

Marte este a patra planetă ca distanță față de Soare din Sistemul Solar și a doua ca dimensiuni după Mercur. Aparține grupului de planete telurice. Este numit după zeul roman al războiului, datorită culorii sale roșiatice. Mai multe misiuni spațiale l-au studiat din 1960 pentru a afla cât mai multe despre geografia sa, climă, precum și alte detalii și vor continua să facă acest lucru în căutarea apei și, poate, a semnelor de viață, sub suprafața sa.

Marte poate fi observat cu ochiul liber. Este mai puțin strălucitor decât Venus și doar rareori mai strălucitor decât Jupiter. Îl depășește pe ultimul în timpul configurațiilor sale cele mai favorabile (opозиții). Dintre toate corpurile Sistemului Solar, planeta roșie este cea care a atras cei mai mulți dintre autorii de science fiction. Motivul principal pentru aceasta sunt canalele sale celebre, numite așa pentru prima dată în 1858 de către Giovanni Schiaparelli și considerate de acel autor drept rezultatul unor construcții, ceea ce știm astăzi a fost complet greșit. Culoarea roșie a lui Marte se datorează oxid de fier (numit și hematit), care se găsește în mineralele de la suprafața sa. Marte are un relief foarte abrupt, cu cel mai înalt munte din Sistemul Solar (vulcanul Muntele Olimp), cu o înălțime de aproximativ 25 km, sau cel mai mare canion cunoscut de pe o planetă (Valles Marineris), cu o adâncime medie de 6 km.

Această planetă are în centru un miez de fier cu diametrul de cca. 1.700 de kilometri, acoperit cu o manta de olivina și o crusta bazaltică, cu o latime medie de 50 km. Este înconjurat de o atmosferă compusă în principal din dioxid de carbon. Pe vremuri avea o hidrosferă activă, adică era apă la suprafața sa cândva, dar modificările condițiilor de presiune atmosferică, probabil din cauza pierderii câmpului magnetic, și a temperaturii sale, au dus la evaporarea apei la temperatura camerei. În prezent, atmosfera marțiană se caracterizează printr-o presiune la suprafață de 0,6-1,0 kPa și să fie compusă din 95,72% dioxid de carbon; 2,7% azot; 1,6% argon; 0,2% oxigen; 0,07% monoxid de carbon, 0,03% vapori de apă; 0,01% oxid nitric; și urme de Neon, Crypton, formaldehidă, Xenon, Ozon și Metan.

Marte are doi sateliți naturali, Phobos și Deimos, probabil asteroizi capturați de planetă. Diametrul lui Marte este de două ori mai mic decât cel al Pământului și suprafața sa este egală cu cea a continentelor. Masa sa este o zecime din cea terestră. Gravitația sa este ceva mai mică decât cea a lui Mercur, deși masa sa este de două ori mai mare.

Panourile ecuatorului marțian și orbita acestuia în jurul Soarelui nu coincid. Înclinarea axei lui Marte este similară cu cea a Pământului, de aceea pe Marte există anotimpuri ca pe Pământ. Dimensiunile calotelor polare variază în timpul anotimpurilor prin schimbul de dioxid de carbon și apă cu atmosfera. Ziua marțiană este cu doar 39 de minute mai lungă decât ziua Pământului. Și datorită distanței sale relative de Soare, anul are puțin mai mult de 322 de zile decât anul Pământului.

Marte este planeta exterioară cea mai apropiată de Pământ; aceasta distanță este mai mică atunci când este în opoziție, cu Pământul între el și Soare.

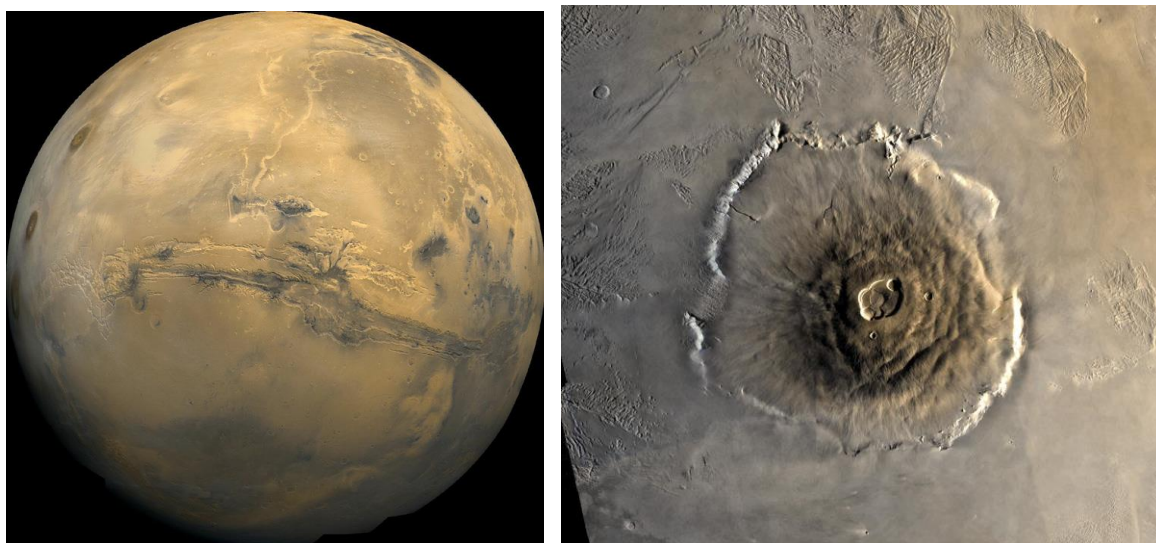


Fig. 12 Marte (stânga); Olympus Mons (dreapta)

Pe 27 august 2003, Marte se afla la doar 55,76 milioane km de Pământ, adică 0,3727 UA, cea mai mică distanță înregistrată în 59.618 ani. Un astfel de eveniment a făcut loc la tot felul de fantezii, de exemplu, că Marte ar fi putut fi văzut la fel de mare ca Luna. Cu toate acestea, cu un diametru aparent de 25,13 secunde de arc, Marte poate fi văzut cu ochiul liber ca punct, în timp ce Luna se extinde pe un diametru aparent de 30 de minute de arc (1800 de secunde de arc). O apropiere asemănătoare cu cea din 2003 va avea loc pe 28 august 2287, când distanța dintre cele două planete este de 55,69 milioane de kilometri.

JUPITER

Jupiter este a cincea planetă la distanță de Soare, cu un diametru de 11 ori mai mare decât cel al Pământului, este cea mai mare dintre toate planetele din Sistemul Solar. În ceea ce privește planeta noastră, masa ei este de 318 de ori mai mare și volumul de 1300 de ori mai mare. Orbitează în jurul Soarelui la o distanță de 778.547.200 de kilometri. Jupiter este al patrulea cel mai strălucitor obiect de pe cer cu ochiul liber (după Soare, Lună, Venus și uneori Marte). Descoperirea celor patru mari sateliți ai săi: Io, Europa, Ganimeses și Callisto (cunoscuți ca sateliții galileeni) de către Galileo Galilei și Simon Marius în 1610 a fost prima descoperire a unui centru de mișcare aparentă care nu a fost găsit pe Pământ. A fost un punct important în favoarea teoriei heliocentrice a mișcării planetare a lui Nicolaus Copernic. Verificarea de către Galileo a teoriei copernicane i-a adus probleme cu Inchiziția. Înainte de misiunile Voyager, erau cunoscuți doar 16 dintre sateliții lor: astăzi știm că au peste 60 și cu siguranță unii, dacă încă de descoperit.

Este probabil ca miezul planetei să fie format din material solid, între 10 și 15 ori masa Pământului. Deasupra acestui nucleu se află partea principală a planetei, compusă din hidrogen metallic lichid: datorită temperaturii și presiunii din interiorul lui Jupiter, hidrogenul este lichid și nu gaz. În această stare, materialul este un conductor electric și sursa câmpului magnetic al lui Jupiter. Acest strat conține niște heliu și niște resturi de gheață.

Cel mai superficial strat al planetei este compus în principal din hidrogen molecular și heliu, lichid în partea interioară și gazos în partea exterioară. Atmosfera pe care o vedem este doar

vârful acestui strat profund. Apa, dioxidul de carbon, metanul, precum și alte molecule simple sunt, de asemenea, prezente în cantități mici.

Atmosfera lui Jupiter este compusă din aproximativ 86% Hidrogen și 14% Heliu, cu urme de metan, apă, amoniac și alte elemente. Se crede că compoziția sa este foarte asemănătoare cu structura originală a norului din care s-a format Sistemul Solar (în acest sens, Uranus și Neptun, care sunt și ele gazoase, au mai puțin hidrogen și heliu).

O trăsătură distinctivă a lui Jupiter este Marea sa Pată Roșie, care a fost observată pentru prima dată datorită telescoapelor de la sol, acum mai bine de 300 de ani. Este un oval de aproximativ 12.000 pe 25.000 de kilometri, suficient de mare pentru a acoperi două Pământ. Este o regiune de înaltă presiune, ai cărei nori superiori sunt mult mai înalți și mai răcori decât zonele înconjurătoare. Structuri similare au fost observate în Saturn și Neptun. Nu se știe încă de ce aceste tipuri de structuri rezistă atât de mult.

Pe Jupiter și pe alte planete gazoase, vânturile bat cu viteză mare, în benzi largi de latitudine. Vânturile bat în direcții opuse în două benzi adiacente. Diferențele de temperatură sau de compoziție chimică sunt responsabile de culoarea diferită a benzilor, aspect care domină imaginea planetei. Atmosfera lui Jupiter este foarte agitată. Vânturile sunt conduse în mare parte de căldura internă a planetei, nu de la Soare, așa cum se întâmplă pe Pământ. Atmosfera joviană are o presiune de suprafață de 20-200 kPa (straturi de nor) și compoziția sa chimică este de 90% hidrogen (H₂), 10% heliu, ~ 0,3% metan, ~ 0,036% amoniac, ~ 0,003% deuteriu (HD), 0,0006% etan, 0,0004% apă. Și, de asemenea, gheață de: amoniac, apă și hidrosulfură de amoniu (NH₄SH) .

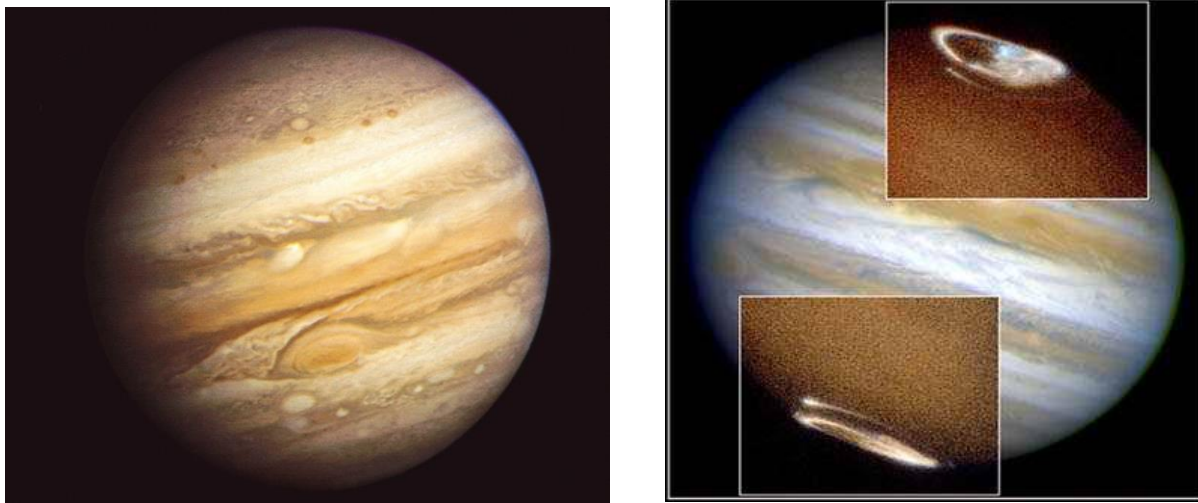


Fig. 13: Jupiter (stânga); Aurora pe Jupiter (dreapta, imaginea telescopului spațial Hubble)

Magnetosfera lui Jupiter este foarte intensă, de 14 ori mai puternică decât cea a Pământului și se întinde pe aproximativ 650 de milioane de km (dincolo de orbita lui Saturn). Sateliții lui Jupiter sunt incluși în atmosfera sa, ceea ce explică parțial activitatea din Io. Un dezavantaj major al călătoriilor în spațiu din viitor, precum și o problemă pentru proiectanții sondelor Voyager și Galileo, este că în mediul înconjurător al lui Jupiter există cantități mari de particule capturate de câmpul magnetic al lui Jupiter. Această „radiație” este similară, dar

mult mai intensă, decât cea observată în centurile Van Allen ale Pământului, ar fi letală pentru orice ființă umană neprotejată. Sonda Galileo a descoperit o radiație nouă și intensă între inelele lui Jupiter și straturile superioare ale atmosferei. Această nouă centură de radiații are o intensitate de 10 ori mai mare decât cea a centurilor Van Allen de pe Pământ. În mod surprinzător, această nouă centură conține ioni de heliu de înaltă energie de origine necunoscută.

Jupiter are inele ca Saturn, dar mult mai subțiri și opace: spre deosebire de cele ale lui Saturn, inelele lui Jupiter sunt întunecate. Sunt probabil compuse din boabe mici de material stâncos și nu par să conțină gheață. Probabil, particulele inelelor lui Jupiter nu rămân acolo mult timp (din cauza atmosferei și a câmpului magnetic). Sonda Galileo a găsit dovezi clare că inelele sunt alimentate continuu de praful format de impacturile micrometeoritilor cu interiorul, care sunt foarte energici, datorită câmpului gravitațional al lui Jupiter.

SATURN

A șasea cea mai îndepărtată planetă de Soare din Sistemul Solar, Saturn este o planetă gazoasă gigantică, a doua ca masă și volum după Jupiter. (3,3 ori mai mic decât Jupiter, dar de 5,5 ori mai mare decât Neptun și de 6,5 ori mai mare decât Uranus) Este de 95 de ori mai masiv decât Pământul, diametrul său este de aproape 9 ori mai mare decât cel al Pământului. Saturn este singura planetă din Sistemul Solar, a cărei masă-volum mediu este mai mică decât cea a apei: 0,69 g/cm³. Aceasta înseamnă că atmosfera sa, compusă în mare parte din hidrogen, este mai puțin densă decât apa, dar miezul său este mult mai dens. Are un diametru aproximativ de nouă ori mai mare decât al Pământului și este compus în mare parte din hidrogen.

Această planetă are forma unui sferoid aplatizat, este aplatizată la poli și bombată la ecuator. Diametrul său ecuatorial și cel polar diferă aproximativ cu 10%, ca urmare a rotației sale rapide în jurul axei sale și a unei compoziții interne foarte fluide. Celelalte planete gazoase gigantice ale Sistemului Solar (Jupiter, Uranus, Neptun) sunt de asemenea turtite, dar într-o măsură mai mică.

La fel ca Jupiter, atmosfera lui Saturn este organizată în benzi paralele, deși acestea sunt mai puțin vizibile și mai mari la ecuator. Sistemele de nori ale lui Saturn (precum și furtunile de lungă durată) au fost observate pentru prima dată de misiunile Voyager. Norul observat în 1990 este un exemplu de pată albă mare, un fenomen efemer al lui Saturn care are loc la fiecare 30 de ani. Dacă periodicitatea rămâne aceeași, următoarea furtună va avea loc probabil în 2020.

În 2006, NASA a observat o furtună de mărimea unui uragan, staționată la Polul Sud, care avea un ochi bine definit. Este singurul ochi observat pe o altă planetă, cu excepția Pământului.

Inelele lui Saturn fac parte dintr-unul dintre cele mai frumoase spectacole ale Sistemului Solar și constituie principala sa caracteristică. Spre deosebire de celelalte două planete gazoase gigantice, care sunt foarte strălucitoare (albedo între 0,2 și 0,6) și împiedică detectarea

inelelor care sunt întunecate, inelele lui Saturn pot fi văzute printr-un binoclu. Au o activitate permanentă: ciocniri, acumulări de materie etc.

Saturn are un număr mare de sateliți. Este greu de spus câți sunt, orice bucată de gheață din inele poate fi considerată un satelit. În 2009, au fost identificați 62 de sateliți. 53 au fost confirmate și date nume. Majoritatea sunt mici: 31 au un diametru mai mic de 10 km, în timp ce 13 au mai puțin de 50 km. Doar șapte sunt suficient de mari pentru a lua o formă sferică sub influența propriei gravitații. Titan este cel mai mare dintre ele, mai mare decât Mercur și Pluto și singurul satelit din Sistemul Solar cu o atmosferă densă pe a cărei suprafață misiunea Cassini a depus o sondă, Huygens, în 2004. Misiunea a studiat această lume în care se produce un ciclu, asemănător cu cel al apei de pe Pământ, dar al metanului, element găsit în cele trei stări de pe suprafața satelitului.

Saturn are un număr mare de sateliți. Este greu de spus câți sunt, orice bucată de gheață din inele poate fi considerată un satelit. În 2009, au fost identificați 62 de sateliți. 53 au fost confirmate și date nume. Majoritatea sunt mici: 31 au un diametru mai mic de 10 km, în timp ce 13 au mai puțin de 50 km. Doar șapte sunt suficient de mari pentru a lua o formă sferică sub influența propriei gravitații. Titan este cel mai mare dintre ele, mai mare decât Mercur și Pluto și singurul satelit din Sistemul Solar cu o atmosferă densă pe a cărei suprafață misiunea Cassini a asigurat coborârea unei sonde, Huygens, în 2004. Misiunea a studiat această lume unde exista este un ciclu asemănător cu cel al apei de pe Pământ, dar al metanului, element găsit în cele trei stări de pe suprafața satelitului.

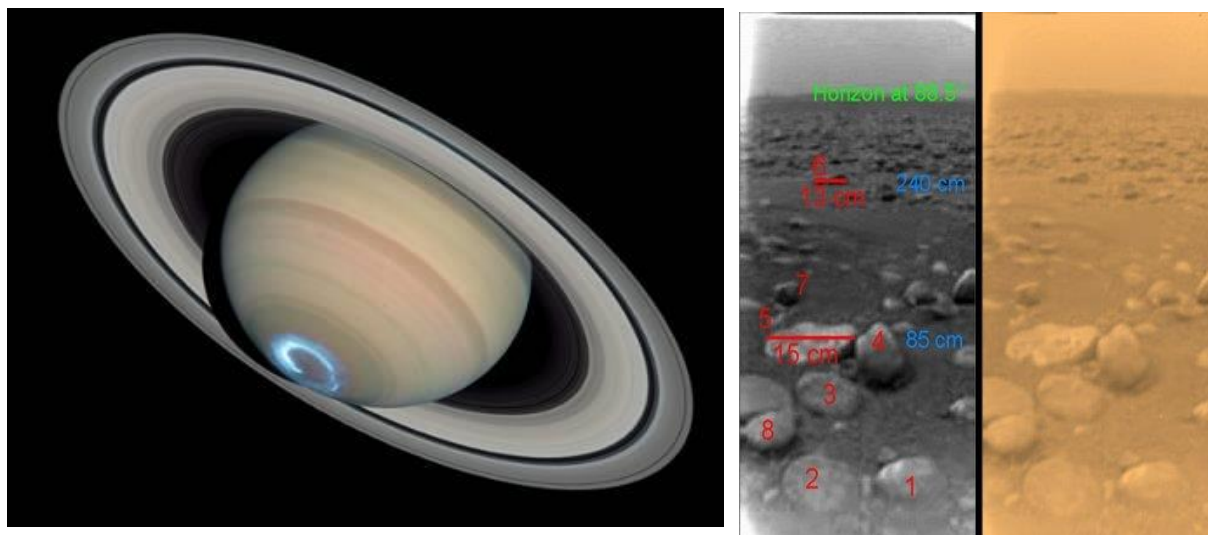


Fig. 14 Aurora lui Saturno (stânga); Ultima fotografie pe Titan, Misiunea Cassini-Huygens (dreapta.)

URANUS

Uranus este, de asemenea, o planetă gigantică gazoasă și, ca atare, are inele: cel puțin 13 principale. Este al șaptelea cel mai departe de Soare în Sistemul Solar, al treilea ca dimensiuni și al patrulea ca masă. Este prima planetă descoperită în era telescopică. Deși poate fi văzută cu ochiul liber ca și celelalte 5 planete clasice, din cauza luminozității sale slabe nu a fost ușor de identificat ca planetă. William Herschel și-a anunțat descoperirea pe 13 martie 1781,

extinzând astfel granițele Sistemului Solar pentru prima dată în timpurile moderne. Uranus este prima planetă descoperită cu ajutorul telescopului.

Uranus și Neptun au compoziții interne și atmosferice diferite de cele ale celorlalte mari planete gazoase, Jupiter și Saturn. De aceea, astronomii îi plasează uneori într-o altă categorie, cea a giganților sau subgiganților înghețați.

Atmosfera lui Uranus, deși este compusă în principal din hidrogen și heliu, conține și cantități mari de apă gheață, amoniac și metan, precum și urme de hidrocarburi. Uranus prezintă cea mai rece atmosferă a Sistemului Solar, care atinge un minim de -224°C . Are o structură complexă de nori, cei din straturile inferioare ar putea fi formate din apă iar în straturile superioare de metan. La fel ca celelalte planete gigantice gazoase, Uranus are un sistem de inele, o magnetosferă și numeroși sateliți naturali. Sistemul Uranus este unic în Sistemul Solar, deoarece axa sa de rotație se află practic pe orbita planului său de revoluție în jurul Soarelui. Poli nord și sud sunt locul unde celelalte planete își au ecuatorul. În 1986, Voyager 2 a dobândit imagini ale lui Uranus, care arată o planetă fără caracteristici speciale în lumina vizibilă, fără straturi de nori sau sisteme de nori ca în celelalte planete gazoase. Observațiile recente au arătat însă semne de schimbare a anotimpurilor și de creștere a activității meteorologice, când Uranus s-a apropiat de echinocțiul său din decembrie 2007. Vântul poate atinge viteza de 250 m/s pe suprafața sa.

Spre deosebire de orice altă planetă din Sistemul Solar, Uranus are o axă de rotație foarte abruptă, aproape paralelă cu planul său orbital. Am putea spune că se rostogolește pe orbita sa și expune Soarele la polul său nord și la polul său sud succesiv. O consecință a acestei orientări este că regiunile polare primesc mai multă energie de la Soare decât cele ecuatoriale. Cu toate acestea, Uranus rămâne mai cald la ecuator decât la poli, mecanism încă neexplicat. Nicio teorie despre înclinația sa nu poate trece cu vederea ideea unei coliziuni catastrofale cu un alt corp înainte de formarea sa actuală.

Perioada de revoluție a lui Uranus în jurul Soarelui este de 84 de ani terestre. Distanța sa medie până la Soare este de aproximativ 3 miliarde de kilometri. Intensitatea fluxului solar în Uranus este de cca. Din care 1/400 primește Pământul.

Perioada de rotație a straturilor interioare ale lui Uranus este de 17 ore și 14 minute. Cu toate acestea, în atmosfera superioară apar vânturi violente în direcția de rotație, așa cum se întâmplă în cazul tuturor planetelor gazoase gigantice. În consecință, la aproximativ 60° de latitudine, părțile vizibile ale atmosferei călătoresc mai repede și fac o rotație completă în mai puțin de 14 ore. Presiunea atmosferică este mai mică de 1,3 bar) iar compoziția sa chimică este de 83% hidrogen (H_2), 15% heliu, 2,3% metan, 0,009%, urme de deuteriu și gheață de: amoniac, apă, hidrosulfură de amoniu (NH_4SH) și metan (CH_4).

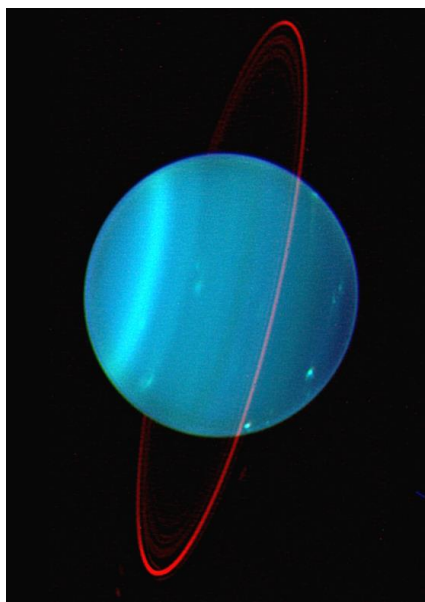


Fig. 15a: Uranus (stânga)

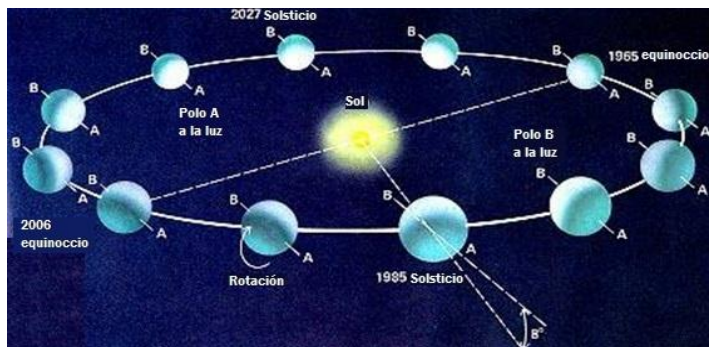


Fig. 15b: Orbita lui Uranus (dreapta).

Deși știm foarte puține despre compoziția sa internă, știm cu certitudine că este diferită de cea a lui Jupiter sau Saturn. În teorie, ar trebui să aibă un miez solid de silicați de fier, cu un diametru de aproximativ 7.500 km, înconjurat de un scut format din apă cu gheață amestecată cu heliu, metan și amoniac, cu lățime de 10.000 km, urmat de un strat superficial de hidrogen și lichid. heliu, de cca. 7.600 de kilometri, care se topește încet în atmosferă. Spre deosebire de Jupiter și Saturn, Uranus nu este atât de masiv încât să mențină hidrogenul într-o stare metalică în jurul nucleului său. Culoarea albastru-verde se datorează prezenței metanului în atmosferă, care absoarbe lumina roșie și infraroșie a soarelui.

Uranus are cel puțin 27 de sateliți naturali. Primele două au fost descoperite de William Herschel la 13 martie 1787 și s-au numit Titania și Oberon.

NEPTUN

Deși știm foarte puține despre compoziția sa internă, știm cu certitudine că este diferită de cea a lui Jupiter sau Saturn. În teorie, ar trebui să aibă un miez solid de silicați de fier, cu un diametru de aproximativ 7.500 km, înconjurat de un scut format din apă cu gheață amestecată cu heliu, metan și amoniac, cu lățime de 10.000 km, urmat de un strat superficial de hidrogen și lichid. heliu, de cca. 7.600 de kilometri, care se topește încet în atmosferă. Spre deosebire de Jupiter și Saturn, Uranus nu este atât de masiv încât să mențină hidrogenul într-o stare metalică în jurul nucleului său. Culoarea albastru-verde se datorează prezenței metanului în atmosferă, care absoarbe lumina roșie și infraroșie a soarelui.

Uranus are cel puțin 27 de sateliți naturali. Primele două au fost descoperite de William Herschel la 13 martie 1787 și s-au numit Titania și Oberon..

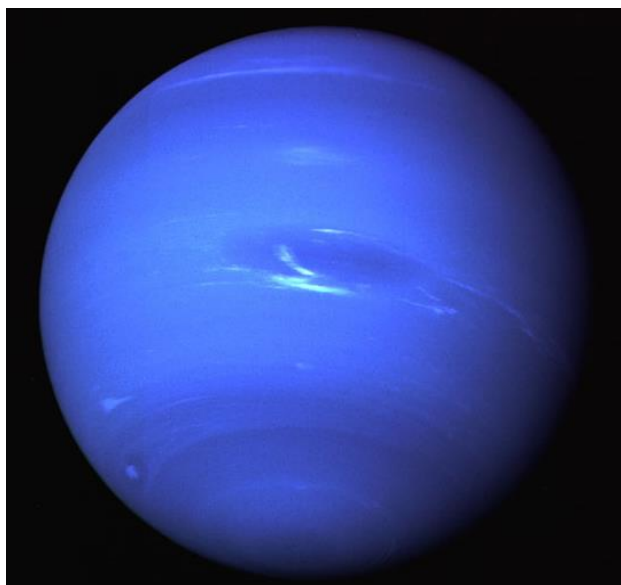


Fig. 16: Neptun

Culoarea sa albastruie provine în principal din metan, care absoarbe lumina la lungimile de undă de roșu. Atmosfera sa este compusă din 80% Hidrogen (H₂), 19% Helium, 1,5% Metan, ~ 0,019% deuteriu, ~ 0,00015 Etan și gheață din: amoniac, apă, hidrosulfură de amoniu și metan.

Ca și celelalte planete gigantice gazoase, are un sistem eolian format din vânturi foarte rapide în benzi paralele cu ecuatorul, de furtuni puternice și vârtejuri. Cele mai rapide vânturi din Neptun bat cu peste 2.000 km/h. În timpul vizitei Voyager 2, cea mai interesantă formațiune observată a fost „Marea Pată Întunecată”, care ar putea avea dimensiunea „Marea Pată Roșie” a lui Jupiter. . Acest loc ar putea fi un uragan uriaș întunecat care se presupune că călătorește cu aproximativ 1.000 km/h. Inelele planetare ale lui Neptun sunt puțin vizibile, întunecate, iar originea este încă necunoscută. Neptun are cel puțin 14 sateliți naturali, dintre care cel mai important este Triton, descoperit de William Lassell la numai 17 zile de la descoperirea lui Neptun.

PLANETE PITICE

PLUTO-CHARON ȘI ERIS

Deși există o duzină de planete pitice confirmate, Pluto (39 UA de distanță medie), satelitul său Charon și Eris, o planetă de dimensiuni mai mari decât Pluto și care a definit reclasificarea acestor obiecte în Sistemul Solar, sunt deosebit de interesante.

Pluto a fost descoperit în 1930 de Clive Thombaugh, considerată o planetă și reclasificată în august 2006, ca planetă pitică. Are o orbită excentrică, înclinată cu 17° față de planul său ecliptic. Periheliul său se extinde la 29,7 UA și afeliul la 49,5 UA. Cel mai mare satelit al lui Pluto, Charon, este suficient de mare pentru ca întregul să graviteze în jurul unui centru de

greutate situat deasupra suprafeței fiecăruia dintre corpuri. Alți patru sateliți mici, Nix, Hydra, Cerberus, Styx, orbitează în jurul cuplului Pluto-Charon. Pluto este în rezonanță orbitală de 3:2 cu Neptun (planeta orbitează Soarele de două ori, în timp ce Neptun o face de trei ori).

Eris a fost descoperită în ianuarie 2005 de o echipă de la Observatorul Palomar condus de Michael E. Brown. De dimensiuni ceva mai mari decât Pluto, a fost considerată a zecea planetă până la reclasificarea UAI în 2006. Are o lună mică botezată cu numele de Disnomia. Ca și Pluto, face parte din centura Kuiper sau din obiectele transneptuniene.

ALTE CORPURI ALE SISTEMULUI SOLAR

Mediul interstellar

Pe lângă lumină, Soarele radiază un flux continuu de particule încărcate (plasmă) numit vânt solar. Acest flux se risipește cu o viteză de 1,5 milioane km/h, creând astfel heliosfera, o atmosferă fină care scaldă Sistemul Solar la cca. 100 UA (marcat heliopauza). Materia care constituie heliosfera se numește mediu interplanetar. Ciclul solar de 11 ani, precum și erupțiile solare frecvente și ejecțiile de masă coronară, perturbă heliosfera și creează un climat spațial. Rotația câmpului magnetic solar acționează asupra mediului interplanetar, creând stratul heliosferic actual, care este cea mai mare structură a Sistemului Solar.

Câmpul magnetic al pământului protejează atmosfera de vântul solar. Interacțiunea dintre vântul solar și câmpul magnetic al pământului provoacă aurorele boreale. Heliosfera asigură o protecție parțială a Sistemului Solar de razele cosmice, care este mai mare în planetele cu câmp magnetic.

Mediul interplanetar are cel puțin două regiuni de praf cosmic sub formă de disc. Primul, norul de praf zodiacal, se află în sistemul solar interior și produce lumina zodiacală. S-a format probabil printr-o coliziune în interiorul centurii de asteroizi cauzată de interacțiunile cu planetele. Al doilea rulează între 10 și 40 UA și s-a format probabil în timpul unor coliziuni similare din Centura Kuiper. Ele sunt rămășițele acreției planetare. Acestea cuprind populații diverse de asteroizi, comete și obiecte transneptuniene.

COMETE

Cometele sunt corpuri mici ale Sistemului Solar, cu diametre de ordinul kilometrilor, compuse de obicei din gheață volatilă. Au orbite foarte excentrice, cu periheliu uneori în sistemul solar interior, în timp ce afeliul este dincolo de Pluto. Când o cometă intră în Sistemul Solar interior, apropierea ei de Soare duce la sublimarea și ionizarea suprafeței sale, creând o coadă: o coadă lungă formată din gaz și praf.

Cometele cu perioadă scurtă (de exemplu, cometa Halley) își completează orbita în mai puțin de 200 de ani și par să își aibă originea în Centura Kuiper. Zmeii cu perioadă lungă (de exemplu, cometa Hale-Bopp) au o periodicitate de câteva mii de ani și par să își aibă originea în norul Oort. În cele din urmă, există câteva comete care au o traiectorie hiperbolică și par să

provină din afara Sistemului Solar. Zmeii vechi care și-au pierdut majoritatea componentelor volatile sunt acum considerați asteroizi.

Centauris, situat între 9 și 30 UA, sunt corpuri de gheață asemănătoare cometelor, care orbitează între Jupiter și Neptun. Cel mai mare centaur cunoscut, Chariklo, are un diametru cuprins între 200 și 250 km. Primul centaur descoperit, Chiron, a fost considerat inițial o cometă, deoarece a dezvoltat o coadă ca acestea. Unii astronomi clasifică centaurii drept corpuri ale centurii Kuiper.



Fig. 17: Comet

ZACURAJELE CORPURILOR MINORI DIN SISTEMUL SOLAR

Rezervoarele sunt regiuni relativ stabile ale Sistemului Solar, unde obiectele pot rămâne timp comparabil cu vârsta Sistemului, până când o forță perturbativă își schimbă orbita.

Există trei rezervoare mari în SS:

1. **Centura principală de asteroizi.** Alte populații ar proveni din această regiune, cum ar fi asteroizii care se apropie de Pământ (cunoscuți ca NEAS prin acronimul său în engleză). Asteroizii sunt în principal corpuri mici ale Sistemului Solar formate din roci și minerale metalice nevolatile. Centura de asteroizi ocupă o orbită între Marte și Jupiter, la o distanță de 2,3 și până la 3,3 UA de Soare. Ar putea fi rămășițe ale Sistemului Solar în formare, care nu au reușit să facă un corp ceresc mai mare, din cauza interferenței gravitaționale a lui Jupiter.

Dimensiunea asteroizilor variază de la câteva sute de kilometri până la bucăți microscopice de praf. Toate, cu excepția celui mai mare, Ceres, sunt considerate corpuri mici, deși unele dintre ele, cum ar fi Vesta și Hygeia, ar putea fi clasificate drept planete pitice, dacă se dovedește că ating echilibrul hidrostatic. Centura de asteroizi conține mii, chiar milioane de corpuri cu un diametru mai mare de un kilometru. Cu toate acestea, masa totală a centurii nu este mai mare de o miime din cea a Pământului.

Ceres (2,77 UA) este cel mai mare corp din centura de asteroizi și singura planetă pitică (clasificată ca atare în 2006). Cu un diametru de aproape 1.000 km, este suficient ca gravitația sa să-i dea forma sferică.

2. **Centura Transneptuniană.** Este regiunea de unde provin cometele de scurtă perioadă. Centura Kuiper este un inel mare format din resturile provenite din resturile unui inel mare, similar cu cel al centurii de asteroizi, dar compus în principal din gheață. Prima parte a centurii Kuiper se întinde între 30 și 50 UA de la Soare și se oprește la „falca Kuiper”, unde a doua parte începe la 100 UA. Se crede că această regiune este sursa zmeilor de scurtă perioadă. Ele constau în principal din corpuri mici, precum și unele mai mari, precum Quaoar, Varuna sau Orcus, care pot fi clasificate drept planete pitice. Centura Kuiper ar putea fi împărțită mai ales în obiecte „clasice” și obiecte în rezonanță cu Neptun. Un exemplu în acest efect ar fi plutinis care completează două orbite în timp ce Neptun a finalizat trei.

3. **Norul Oort.** Are o distribuție sferică și este format din planetezimate înghețate, măturate de planete gigantice în timpul formării SS. Datorită perturbațiilor datorate trecerii apropiate a stelelor sau a norilor moleculari giganti, sau a marelor galactice, orbitele unora dintre aceste obiecte se pot schimba, derivând în Sistemul Solar, transformându-se în comete cu perioadă lungă.

LUMI EXO

În 1995, astronomii elvețieni Michael Mayor și Didier Queloz au anunțat detectarea unei exoplanete care orbitează 51 Pegasi. Această stea și planeta sa au fost botezate ca Helvetios și Dimidio în 2015, după un vot public, promovat de IAU.

Pe 10 mai 2016, colaborarea oamenilor de știință care lucrează la proiectul care a orbitat în jurul telescopului Kepler, destinat detectării exoplanetelor terestre, a anunțat cea mai mare colecție de exoplanete de orice știre. Dintr-un total de aproximativ 5.000 de candidați, peste 3.200 au fost verificați, iar 2.325 dintre aceștia au fost descoperiți de telescopul Kepler.

Satelitul NASA „Transiting Exoplanet Survey”, plasat pe orbită în 2018, folosește aceeași metodă ca telescopul Kepler pentru a monitoriza 200.000 de stele strălucitoare din apropiere și pentru a căuta planete, în special de dimensiunea Pământului sau mai mare (super Pământurile).

Câte stele au planete? Câte dintre aceste sisteme exoplanetare au planete în zona de locuibilitate, unde apa poate fi în stare lichidă, și dintre acele planete situate la o distanță adecvată de steaua sa, în câte forme de viață s-a dezvoltat? Sunt întrebări la care astronomii moderni nu au răspuns pentru moment.

Bibliografie

- Collin, S, Stavinschi, M., *Leçons d'astronomie*, Ed. Ars Docendi, 2003.
- Kovalevsky, J, *Modern Astrometry*, Springer Verlag, 2002.
- Nato A., *Advances in Solar Research at eclipses, from ground and from space*, eds. J.P. Zahn, M. Stavinschi, Series C: Mathematical and Physical Sciences, vol. 558, Kluwer Publishing House, 2000.
- Nato A, *Theoretical and Observational Problems Related to Solar Eclipses*, eds. Z. Mouradian, M. Stavinschi, Kluwer, 1997.