



مشتری

دنیای غول پیکر اولیه

نویسنده: KENNETH R. LANG,

CHARLES A. WHITNEY

ترجمه: زلیخا باقری



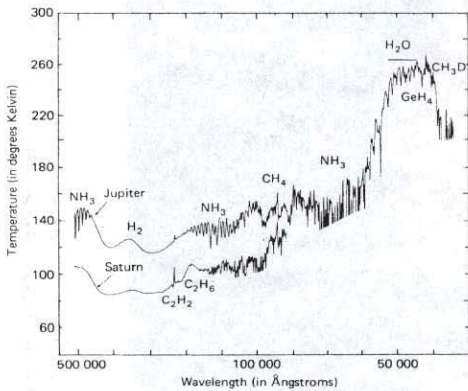
دنیای غول‌پیکر: در این تصویر دنیای ابری مشتری با ساختار تازمی اش در محطوره، روشن و تاریک نشان داده شده است. دو قمر میانی گالیله نیز قابل رویت است. یو به رنگ نارنجی روشن و اروپای یخی سفید در قسمت بالای سمت راست دیده می‌شود.



مشتری : دنیای غول بیکر اولیه

اگر مشتری درخشان‌تر نبود، اعمار آن را می‌توانستیم با چشم غیرمسلح ببینیم. این اعمار به وسیله گالیله کشف گردید و احتمالاً ریاضی‌دان آلمانی، سیمون ماریوس، در ژانویه ۱۶۱۰، این تلسکوپ جدید را به کار برد. اگرچه تمام این اعمار در حال حاضر اعمار گالیله‌ای نامیده می‌شوند اما اسامی منحصر به فرد آنها به وسیله ماریوس داده شده است که عبارتند از: یو، اروپا، گانیمید و کالیستو.

تضاد در اتمسفر بالایی را می‌توان از انتشار ترکیب در طیف انعکاس نور خورشید استنباط نمود. وقتی که اتم‌ها و مولکول‌ها جذب می‌شوند، انرژی موجود در طول موج‌های مخصوصی که برای تشخیص آن به کار برده می‌شود را دریافت می‌نمایند. تابش اشعه مادون قرمز از مناطق گرم در اتمسفر بالای مشتری و زحل قادر است ترکیبات زیادی را که در نقطه مقابل طیف خورشید منتشر می‌شود، را ارائه دهد. به عنوان توضیح، ترکیبات سنگین در طیف مشتری به صورت مولکول‌های هیدروژن H_2 ، آمونیاک NH_3 و متان CH_4 دیده می‌شود. اتمسفر زحل نیز حاوی مقدار زیادی از مولکول‌های هیدروژن و متان است اما فاقد ترکیبات آمونیاکی است. در آن جا استیلن (هیدروکربور اشباع نشده) C_2H_2 و اتان C_2H_6 به میزان زیادی وجود دارد. نکته دیگر این که هیچ گونه از ترکیبات اتم‌های هلیوم در اتمسفر بیرونی مشتری و زحل وجود ندارد.



اقمار گالیله‌ای، اولین نمونه از اشیاء در حال حرکت حول یک مرکز را ارائه می‌دهد و این نقش مهمی در پذیرش احتمالی کوپرنیک «مدلی از منظومه شمسی» ایفا می‌کند.

مشتری از نظر دور و اندازه و تعداد اعمار دارای بیشترین میزان می‌باشد. جرم این سیاره ۳۱۸ برابر جرم زمین بوده به طوری که نزدیک به سه ریب از کل جرم تمام سیارات را در برمی‌گیرد. از نظر حجم نیز در مقایسه با زمین، این سیاره دارای حجم زیادی است. اگر این حجم را در سطح تقسیم نماییم، میانگین چگالی را که تنها یک ربع چگالی زمین است، به دست می‌آوریم.

- هر کدام از طوفان‌های مشتری بیش از سه قرن دوام دارند.
- رنگ روشن مشتری گواه چه چیزی است؟
- مشتری یک کره تابان اولیه است که گرمای آن انتشار می‌یابد.
- احتمالاً در زیر ابرهای مشتری هیچ گونه سطح جامدی وجود ندارد.
- این سیاره قادر به انتشار امواج رادیویی با قدرت ۴۰۰ بیلیون وات می‌باشد.
- یک جریان عظیم ۵ میلیون آمپری در بین قمر یو و مشتری در حرکت است.
- کوههای آتشفشانی در سطح یو قمرها را به بیرون می‌چرخاند.

۱) سلطان سیارات

الف) روبیت از زمین

سیاره مشتری بعد از خورشید، ماه و زهره به عنوان چهارمین جسم روشن در آسمان با چشم غیرمسلح قابل رؤیت است. مشتری در بین ستارگان دارای حرکت به نسبت آرامی است. مدت دوران این سیاره به دور خورشید در هر دوره برابر ۱۱/۸۶ سال زمینی است، به طوری که در هر سال یک دوازدهم از مسیر آسمان را طی کرده و از میان صورت فلکی منطقه البروج به سمت مشرق عبور می‌کند. شعاع مدار آن ۵/۲ برابر شعاع مدار زمین بوده، و فاصله سیاره از زمین به نسبت تغییر کمی را در دوره یک ساله دارد. طبق نتایجی که به دست آمده است اندازه و روشنایی آن، بدون شباهت به حرکت مریخ و سیارات درونی، ثابت است. مشتری مسلماً استحقاق عنوان «سلطان سیاراتی که با چشم غیرمسلح دیده می‌شوند» را دارد. این سیاره با شعاعی در حدود ۱۱ برابر شعاع زمین و همچنین حجمی در حدود ۱۳۳۰ برابر حجم کره زمین، بزرگترین سیاره منظومه شمسی می‌باشد. در یک تلسکوپ بزرگ، مشتری دارای منظره‌ای باشکوه بوده و در زیبایی با حلقه‌های زحل در رقابت است. در سطح مشتری نوارهای باریک و تاریک موازی با استوا قرار دارد و در بعضی اوقات برش عمودی این نوارها به وسیله لکه‌های تاریکی از هم گسیخته می‌شود. بزرگترین این نقاط، لکه غول‌بیکر قرمز رنگی است که حتی به وسیله تلسکوپ‌های کوچک نیز به آسانی دیده شده است. علیرغم اندازه بزرگ مشتری، چرخش این سیاره به قدری سریع است که یک روز آن کمتر از نیم روز زمینی است. این چرخش دقیق به وسیله امواج رادیویی متوالی قطع شده‌ای که از بخش عمیق داخل اتمسفر بیرون می‌آید، به دست آمده است. میانگین دوره تناوب سیاره ۹ ساعت و ۵۵ دقیقه و ۲۹ ثانیه می‌باشد. این چرخش سریع را می‌توان حتی به وسیله یک تلسکوپ کوچکی که سیاره با آن قابل رؤیت باشد، به راحتی ملاحظه کرد.

چرخش رأس مشتری ابتدا اتمسفرش را به طرف کمر بند رنگارنگی که سیاره را به صورت موازی با خط استوا احاطه کرده است، امتداد می‌دهد. این رأس همچنین تأثیر جاذبه را در نزدیکی خط استوا کاهش داده و مشتری تحذب قابل درکی را در اطراف بخش میانی می‌بخشد. چهار قمر مشتری به قدری روشن هستند که می‌توان به کمک یک دوربین دوچشمی و یا یک تلسکوپ کوچک، حرکت آرام آنها را در اطراف سیاره مشاهده نمود. البته



بخار آب و ترکیبات هیدروکربنی نیز به صورت استیلن و اتان در اتمسفر مشتری یافت شده است اما مقدار بسیار کمی در حدود یک بخش در یک میلیون و یا کمتر را شامل می‌شود.

نسبت هلیوم، هیدروژن، کربن و نیتروژن در مشتری بسیار شبیه به ترکیبات خورشیدی می‌باشد و این بیانگر این مطلب است که مشتری یک نمونه نمایشگر از کهنکشان خورشیدی اولیه می‌باشد که در حدود ۴/۶ بیلیون سال پیش متولد شده است.

ب) آب و هوای طوفانی:

ابره‌های بادزده و متلاطم در اتمسفر رنگی مشتری دائماً در حال حرکت هستند. این طوفان‌ها به بزرگی زمین بوده و در میان مشتری دائماً در حال چرخیدن می‌باشند زیرا طوفان‌های غول‌پیکر، نقاطی به اندازه یک قاره ایجاد می‌کنند. نقاط کوچکتر به دنبال هم حرکت کرده و بر روی یکدیگر غلتیده و حتی یکدیگر را فرومی‌بلند. نقاط و کمربندهایی که به دور این سیاره می‌چرخند، توسط بادهای طوفانی سریع به حرکت درمی‌آیند. انرژی حاصل از کمربندهای درخشان باعث روشن شدن شب‌های مشتری می‌گردد. البته لازم به ذکر است که میزان این انرژی به حدی است که می‌تواند یک شهر را تسخیر نماید. این آب و هوای طوفانی به صورت ابرهای موجی شکل بوده و در بالای دریای وسیعی از هیدروژن قرار دارد. البته این نقاط و کمربندهای پررنگ هر کدام به عنوان یک خصوصیت آب و هوایی تلقی می‌گردد.

چرخش سریع مشتری قادر است طوفان‌های گردبادی را به داخل نوارهای تناوبی محدوده‌های دارای رنگهای روشن (که مناطق نامیده می‌شود) و محدوده‌های تاریک (که کمربند نامیده می‌شود) بکشاند. این مناطق و کمربندها در اطراف سیاره به صورت موازی با خط استوا در سرعت‌های متفاوت در جهت‌های مخالف شرق و غرب در حال حرکت هستند. آن‌ها با سرعت ۵۴۰ کیلومتر در ساعت که برابر با سریعترین طوفان‌های فورانی بر روی زمین است، حرکت می‌کنند.

مناطق دارای رنگ‌های روشن شامل گازهای رایج می‌باشد. نقاط قرمز، سفید و قهوه‌ای و یا ستارگانی که در بیرون از اتمسفر خورشید قرار دارند شبیه چشم‌هایی غول‌پیکر می‌باشند. این نقاط همانند طوفان‌های بزرگ و یا گردبادهای هوایی موجود در اتمسفر زمین ولی به نسبت بزرگتر و پررنگتر می‌باشند. لکه بزرگ قرمز به صورت نقاط بادامی بزرگ مایل به قرمز، گرداب‌های سخت و طوفان‌های گردبادی هوایی است که به مدت طولانی در کمربند شناور بوده و سرانجام به طور کامل در اطراف این سیاره، سرگردان می‌باشند.

رنگ اصلی این لکه بزرگ هنوز به صورت یک معما است. احتمال می‌رود کمربندهای نورانی و یا اشعه فرابنفش خورشید به مولکول‌های رها شده فسفر و یا شکلی از فسفر که رنگ لکه بزرگ قرمز را شامل می‌شود، تجزیه گردد. ترکیبات اصلی لکه قرمز ساخته شده در اتمسفر ممکن است به طور تناوبی توسط جریان‌های بالا رونده به راس آورده شود.

در هر صورت میزان چگالی مشتری تنها کمی بیشتر از چگالی آب می‌باشد و آن به این مطلب دلالت دارد که مشتری همانند خورشید در اصل از هیدروژن درست شده است. به عبارت دیگر هیدروژن را می‌توان به عنوان معیار چگالی پایین سیارات در نظر گرفت.

جدول (۱): ترکیبات اتمسفر فوقانی مشتری

میزان فراوانی	مولکول‌ها
٪۷۹	هیدروژن، H ₂
٪۱۹	هلیوم، He
۰/۰۰۰۷	متان، CH ₄
۰/۰۰۰۲	آمونیاک، NH ₃
۰/۰۰۰۴	اتان، C ₂ H ₆
۰/۰۰۰۱	استیلن، C ₂ H ₂

با توجه به جدول فوق درمی‌یابیم که میزان هیدروژن و هلیوم در مشتری بسیار نزدیک به میزان آن در خورشید است. (H₂=٪۷۸ و He=٪۲۰) مشتری را نمی‌توان تنها سیاره‌ای دانست که دارای این مقدار چگالی پایین است، بلکه این قاعده شامل حال سیارات مشتری مانند نظیر اورانوس و نپتون نیز می‌باشد. دو سیاره مشتری و زحل دارای سیستم اقماری فراوانی می‌باشند که تا حدودی همانند یک منظومه شمسی کوچک است.

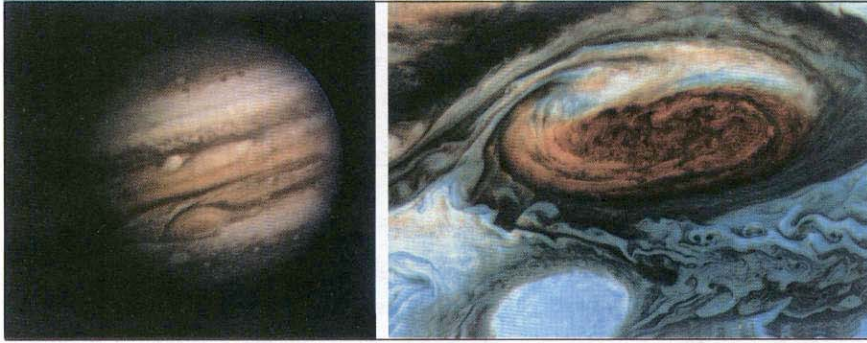
ب - فضای دوره ادیسه

روبهررفته تا به حال پنج فضاییما به سمت مشتری در منظومه شمسی فرستاده شده است. اولین اکتشافات توسط فضاییمای پاونیز ۱۰ و ۱۱ صورت گرفت. پاونیزها به وسیله دو سفینه دارای سر نشین تعقیب می‌شدند. البته تصاویری که به این صورت منتقل گردید بسیار ضعیف بود. در عین حال یک منجم اعلام کرد: «سعی برای فهمیدن تمام اطلاعات ارائه شده از طریق فضاییما همانند سعی برای نوشیدن آب از یک لوله آتش نشانی است.» بعد از ملاقات مشتری، پاونیز ۱۰ به وسیله جاذبه این سیاره غول‌پیکر به میان ستارگان پرتاب گردید و سه نای دیگر یعنی پاونیز ۱۱، وویاگر ۱ و وویاگر ۲ به طرف میعادگاهی در مشتری پرت شدند. و به این ترتیب جاذبه مشتری در برخورد وویاگر ۲ با اورانوس در سال ۱۹۸۶ و نپتون در سال ۱۹۸۹ مورد استفاده قرار گرفت. در اکتبر ۱۹۸۹ سفینه گالیله سفر شش ساله خود به طرف مشتری را آغاز نمود.

۲) بخش فوقانی اتمسفر مشتری

الف) گازهای سمی و هیدروژن فراوان

مشتری یک جهان بیگانه همراه با بوی بد و اتمسفر مرگبار است. طیف خورشیدی انعکاس یافته از این سیاره به این مطلب اشاره دارد که سرمای نسبی اتمسفر آن شامل ۷۹ درصد مولکول هیدروژن و ۹ درصد هلیوم همراه با مقدار کمی از گازهای مهلک همانند متان و آمونیاک می‌باشد. (به ۸۸ مراجعه شود و میزان ترکیبات اتمسفر مشتری، جدول (۱))



نگاره (۱)

اتمسفر طوفانی مشتری: کمربندهای تاریک تناوبی و نقاط سفید امتداد یافته در اطراف مشتری (سمت چپ) و لکه‌های بزرگ قرمز (سمت راست) بزرگتر از پوشش دور زمین می‌باشند. این گرداب بسیار بزرگ با فشاری در خلاف جهت عقربه‌های ساعت و با دوره‌های ۶ روزه می‌چرخد.



نگاره (۲)

گرداب‌های متلاطم:
لکه قرمز بزرگ در
خلاف جهت
عقربه‌های ساعت
چرخیده به طوری
که در نزدیکی
گرداب‌های
کوچکتر همانند
باقی مانده
یک گرداب آب،
مکیده می‌شود.
دیگر گرداب‌های
کوچک نیز در
اطراف لکه قرمز
بزرگ چرخیده و
احتمالاً جریانشان
رانقویت می‌نمایند.

مشتري می تواند بخش هایی از حیات اولیه را در خود پیرواند.

اما مشتري هیچ گونه سطح سفت و سختی بر روی آفریده های اولیه خود نداشته و احتمالاً جریان اتمسفری قوی آن باعث ایجاد این درجه حرارت مرگ آور گردیده است. با این حال منجمان در بحث های خود این گونه تصویر کرده اند که ترکیبات بزرگ موجودات زنده قادر است در دریای از هیدروژن کروی شکل مشتري جریان یابد. آنها احتمالاً همانند یک ستاره دریایی در اقیانوس، به بالا و پایین ضربه وارد می نمایند.

(۳) ابرهای لایه لایه

الف) یک کره فروزان

با ظهور اندازه گیری اشعه مادون قرمز در تشعشعات مشتري، منجمان به این مطلب دست یافتند که این سیاره غول پیکر، یک کره فروزان همراه با یک منبع درونی حرارتی در درون خود می باشد. و میزان حرارت آن دو برابر حرارتی است که از خورشید دریافت می گردد. این سیاره به قدری از خورشید دور است که هر منطقه ابری آن تنها ۴ درصد از حرارتی که به سطح زمین می رسد را دریافت می دارد. اما ابرهای عمیق آن بسیار گرمتر از حد انتظار می باشد. در آن جا فقط یک نتیجه قابل قبول وجود دارد: حرارت اضافی و همچنین حرارت مناطق قطبی از حرارت درونی مشتري ایجاد می شود. نور و انرژی ستاره ها، حاصل از واکنش های حرارت مولکولی در بخش های درونی ستاره است در حالی که سیارات به وسیله انعکاس نور خورشید روشن شده و خودشان به طور طبیعی انرژی ایجاد نمی نمایند. اما مشتري به طور آشکار دارای مقدار زیادی حرارت درونی است اگرچه این جرم ویای حرارت برای انتقال واکنش های حرارت مولکولی کافی نمی باشد.

جدول (۲): میزان فشار در سطوح مختلف

۰/۰۰۰۰۱	بخش زیرین پا در آب
۰/۰۱	بخش درونی یک لامپ نوری
۱/۰	اتمسفر زمین در سطح دریا
۱۰۰	بخش درونی یک مخزن تنفسی کاملاً شارژ شده
۱۰۰۰	عمیق ترین گودال اقیانوس
۳،۰۰۰،۰۰۰	فشار در هیدروژنی که فلز شده است
۸،۰۰۰،۰۰۰	مرکز مشتري

احتمال می رود بخش اعظمی از حرارت درونی مشتري از تشکیلات ساختمانی سیاره در ۴/۶ بیلیون سال پیش رها شده باشد. فروپاشی و تراکم جاذبه ای که مشتري تازه متولد شده را همراهی می کند، بخش درونی را گرم خواهد کرد. مشتري در مقایسه با زمین بهترین شکاف حرارتی را درست کرده به طوری که این حرارت قدیمی، بخش داخلی مشتري را محصور کرده و به آرامی به سیارات حجیم هدایت می شود.

لکه های مشتري به صورت گرداب هایی هستند که همانند یک توپ بین جهت مخالف بادهای شرقی - غربی نقش بازی می کند. نقاط کوچکتر به وسیله بادهای وزان متقابل، از هم جدا شده و نقاط بزرگتر به طور فعال باقی می ماند. در حقیقت آن ها یک گرداب کوچکتر و جدید را می چرخانند (نگاره ۲). نقاط کوچکتر ایجاد شده در مقیاس زمانی روز می باشد در حالی که نقاط بزرگتر بستگی به دوره دهساله گذشته دارد.

اما چرا این لکه بزرگ قرمز و بادهای شرقی - غربی بر روی مشتري در دوره های دهساله است در حالی که طوفان ها و بادهای شبیه به آن بر روی زمین، روزها و یا هفته ها به طول می انجامد؟ کامپیوتر به وسیله شبیه سازی، چرخش سریع نقاط در اتمسفر سیارات و تثبیت چرخش در گرداب ها را نشان می دهد.

احتمال می رود که در آینده هیچ سطح جامدی در ابرهای تحتانی وجود نداشته باشد به طوری که ذرات آب و هوایی در واکنش ها آزاد بوده و به طور عمیق در سیاره نفوذ می نمایند.

ج) ابرهای لایه لایه

تمام فعالیتهای قابل رویت در مشتري شامل مکانی بر روی لایه های اتمسفری که ضخامت آن کمتر از یک صدم شعاع سیاره است، می باشد. این لایه در بالای دریای پهناوری از هیدروژن و هلیوم مایع قرار گرفته است. چنانچه اگر ما بتوانیم از طریق ابرها پایین بباییم قادر به تعیین درجه حرارت و فشار اضافه شده با عمق خواهیم بود.

همان طور که در نگاره (۳) شرح داده شده است درجه حرارت حدود ۱۱۴- درجه کلونین می باشد اما در لایه های عمیق تر به ۳۰۰- درجه کلونین نیز می رسد که از نقطه انجماد آب نیز بیشتر است. البته فشار آن در مناطق گرمتر قابل مقایسه با فشار هوا در سطح زمین است. در مقایسه با اتمسفر زمین که تنها یک لایه از جریان هوای طوفانی را دارا می باشد، مشتري احتمالاً دارای سه لایه مجزا از ابرها است. تئورسین ها بر این باورند که در درجه حرارت های پایین نوک ابر، گازهای آمونیاکی به شکل ابرهای سفید زیبایی که سرد شده اند، یخ می زنند. این سولفیدهای هیدروژن به رنگ های روشن از زمین قابل رویت می باشد. در زیر این درجه آمونیاک، سولفید هیدروژن به شکل کریستال های قهوه ای رنگی که همانند تخم مرغ های قرمز رنگ هستند، جمع می شوند. ابرهای آمونیاکی کریستال های هیدروسولفاتی گرم شده، کمر بند تاریک را می سازند. گرمترین و عمیق ترین لایه در این ابرها را هنوز کسی نتوانسته است ببیند. درجه حرارت پایین مشابه به سطح زمین را می توان در ۶۰ کیلومتری نوک ابرهای مشتري به دست آورد. گازهای سمی مشتري هرگونه امکان حیات خاکی را در این کره از بین می برد. اما اتمسفر سرشار از هیدروژن آن به احتمال زیاد شبیه به ترکیبات شیمیایی در اتمسفر اولیه زمین می باشد.

دانشمندان در لابراتوارها توانسته اند به وسیله عبور یک تخلیه کننده الکترونیکی از میان ترکیبی از متان، آمونیاک و هیدروژن، ترکیبی شبیه به اتمسفر مشتري ایجاد نمایند. این موفقیت چنین تفکری را برمی انگیزد که

هسته این سیاره شامل ترکیباتی از فلزات سنگین، همچنین سیلیکات و آهن باشد. میزان غلظت هسته (به صورت مایع یا جامد) مبتنی به یافته‌هایی از شکل کروی مشتری است. اجزاء تشکیل دهنده مشتری شامل یک هسته صخره‌ای است که ۱۵ برابر حجم زمین می‌باشد اما به قدری فشرده گردیده که ۲ برابر زمین به نظر می‌آید. این هسته به وسیله قشر عظیمی از هیدروژن فلزی مایع روی هم قرار گرفته و در بالای آن یک اقیانوس کروی شکلی از هیدروژن مولکولی مایع قرار دارد (نگاره ۴). الکتروسیسته موجود در توده فلزات مایع مشتری، یک میدان مغناطیسی قوی را ایجاد می‌کند.

۴) میدان مغناطیسی مشتری:

الف) امواج رادیویی منتشره از مشتری:

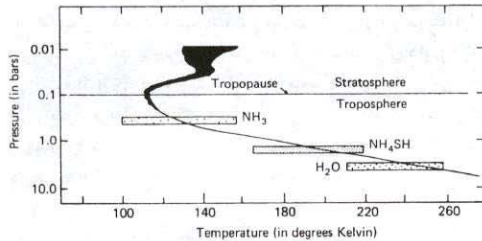
مشتری بیلیون‌ها وات طول موج‌های کوتاه رادیویی را منتشر می‌نماید که به این تشعشعات، تشعشعات دیستریک گفته می‌شود و این طول موج حدود یک دهم متر و یا ۱۰ سانتیمتر می‌باشد. تابش‌های دیستریک به وسیله سرعت بالای الکترونی‌هایی که به طور مارپیچی در میدان مغناطیسی مشتری قرار دارند، تولید می‌شود به طوری که این تشعشعات در خارج از میدان مغناطیسی مشتری می‌باشد.

میدان مغناطیسی قوی مشتری و انرژی حاصل از الکترون‌های به دام انداخته شده، بزرگتر از میزان آن بر روی زمین بوده و قطب‌های مغناطیسی آن به صورت ضرب‌های می‌باشد. این محور مغناطیسی با توجه به چرخش محور در ۱۱ درجه تقریباً متمایل است. انحراف محوری همانند انحراف یک دستگاه ضبط موجب چرخش محدوده مغناطیسی می‌گردد و این جنبش تشعشعات در واحد دسیمتریک به نظر می‌آید.

مشاهده از زمین نشان می‌دهد که میدان مغناطیسی مشتری ۱۲ مرتبه قوی‌تر از میدان مغناطیسی استوای زمین است (به جدول (۳) مراجعه شود). الکتروسیسته رایج که به وسیله چرخش و حرارت درونی مشتری در جریان است احتمالاً باعث ایجاد یک میدان مغناطیسی در همان مسیر میدان مغناطیسی زمین می‌گردد، به طوری که چرخش سریع مشتری و بخش بزرگی از هیدروژن مایع فلزی را می‌توان دلیل موجهی برای میدان مغناطیسی قوی و استثنایی آن دانست.

جدول (۳): میدان مغناطیسی و منظومه شمسی

انحراف از محور نسبت به چرخش محور (درجه)	میزان آن در منطقه (گاوس) ^۱	جسم
< ۱۰	۰/۰۰۳	عطارد
۱۲	۰/۳۵	زمین
۱۱	۴/۲۲۵	مشتری
۰/۷	۰/۲	زحل
۶۰	۰/۱ تا ۱/۱	اورانوس
۵۹	۰/۱	نپتون
۰ تا ۹۰	۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰	لکه روی خورشید



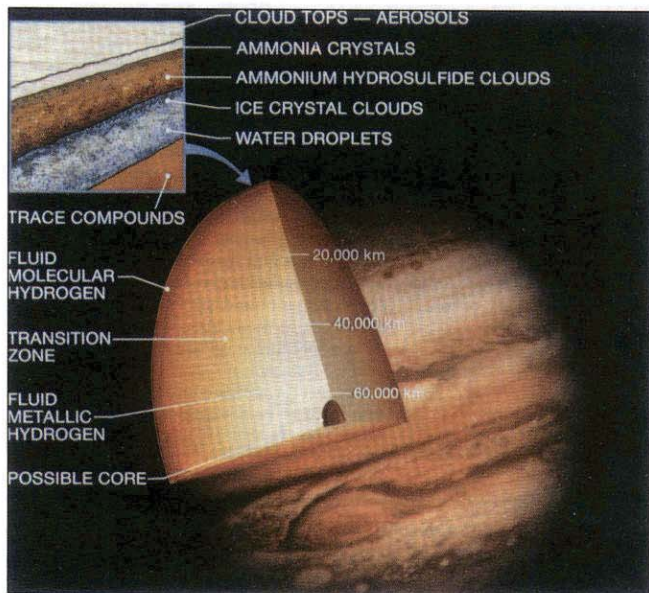
نگاره ۳) نمودار حرارتی و فشار: وقتی که فضایی‌های ویجر از پشت مشتری عبور کرد، علائم رادیویی بدون نور، درجه حرارت دریافت شده حدود ۱۱۴ درجه کلوین در واحد گشتمز، جایی که فشارهای اتمسفری حدود ۰/۱ بار (و یا ۱۰۰ میلی بار) است، می‌باشد. منطقه بالای گشتمز را استراتوسفر (پوشکره) نامیده‌اند. تشعشعات خورشیدی سبب افزایش درجه حرارت همراه با ارتفاع در این مناطق می‌گردد. تروپوسفر به وسیله افزایش حرارت و فشار از گشتمز به پایین امتداد می‌یابد. لایه‌های ابری آمونیاک (NH₃)، هیدروسولفید آمونیاک (NH₄SH) و آب به صورت یخ (H₂O) نیز نشان داده شده است.

ب) فشار هنگفت اجسام ناشناخته:

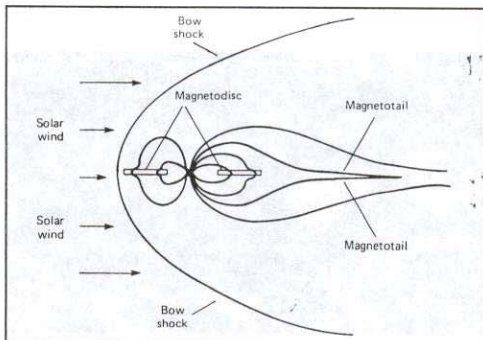
در سیاره مشتری افزایش فشار و عمق وجود دارد زیرا وزن در مواد روی هم قرار گرفته همراه با عمق افزایش می‌یابد. این افزایش را می‌توان طبق این نظریه برآورد نمود که فشار مرکزی مشتری حدود ۸۰ میلیون بار بیشتر از فشار اتمسفر زمین در سطح دریاست که این میزان چیزی در حدود ۷ برابر فشار مرکز زمین است. اما اگر غلظت مشتری هم اندازه زمین باشد، فشار مرکزی آن حدود ۱۲۵ مرتبه بزرگتر از زمین خواهد بود. (به جدول (۲) مراجعه شود). این سیاره به طور متوسط ترکیبی از هیدروژن است که در فشار بالا و درجه حرارت به نسبت پایین سیارات کناری می‌چرخد. بیشترین بخش داخلی سیاره مشتری را دریا‌های بزرگی از هیدروژن مایع شامل می‌شود و این احتمال می‌رود که در عمق ۱۰۰۰ کیلومتری و یا ۱/۴ درصد از شعاع آن به صورت گازی شکل باشد.

فشارهای بیش از ۳ میلیون بار که در عمق‌های ۱۷۰۰۰ کیلومتری (حدود یک ربع از شعاع) زیر سطح قرار دارد، باعث تغییر مولکول‌های هیدروژن مایع به هیدروژن فلزی می‌گردد. این مولکول‌های هیدروژنی به قدری محکم فشرده می‌شوند که اتم‌های منحصراً به فرد هیدروژن را که محدوده زیادی ندارد و همچنین الکترونی‌هایی که آزادانه در این اتم‌ها فشرده می‌شوند را حرکت داده و حاوی الکتروسیسته می‌شوند. هیدروژن موجود در این ترکیبات به صورت فلزی می‌باشد زیرا فلز آن به عنوان یک رسانای عالی در گرما و الکتروسیسته عمل می‌کند.

سیاره مشتری دارای ترکیباتی شبیه به خورشید می‌باشد. احتمال می‌رود



نگاره (۴) بخش درونی مشتری: سیارهٔ غول پیکر مشتری دارای اتمسفر گازی شکل قطوری است که اقیانوس کروی شکلی از هیدروژن مایع را پوشش می‌دهد. در بخش‌های عمیق داخلی به علت وجود فشارهای بالا، هیدروژن مولکولی مایع به هیدروژن فلزی مایع تبدیل می‌گردد.



ب) مغناطیسکره

مشتری به وسیله ساختار قابل رویتی که مغناطیسکره نامیده می‌شود، احاطه شده است. این بخش در حقیقت یک کیسه در حال چرخش شامل میدان مغناطیسی و ذرات ریز الکترون‌ها و یونها می‌باشد که به وسیله میدان مغناطیسی گرفتار شده است. این میدان مغناطیسی در نزدیکی سیاره همانند میدان مغناطیسی زمین شده با این تفاوت که منطقه بیرونی آن تا بخش مغناطیسی به وسیله فشار بادهای خورشیدی و ذرات به دام انداخته شده، امتداد یافته است. نگاره (۵)

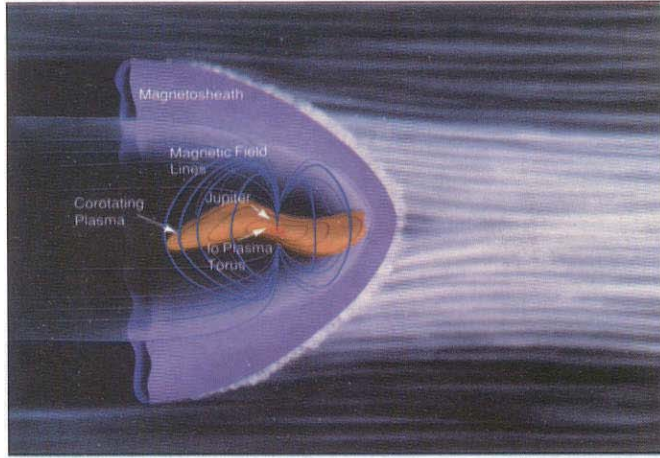
مغناطیسکره مشتری، طولی‌ترین ساختار در منظومه شمسی می‌باشد. این بخش همچنین در بعضی از مواقع دنباله‌دارها را نیز دربر می‌گیرد. بخش بسیار عظیم مغناطیسکره مشتری، تقریباً با یک بیلیون کیلومتر طول، مسافت بین مدار مشتری و زحل که به بزرگی مسافت خورشید تا مشتری است را احاطه کرده است.

بخش بیرونی مغناطیسکره به وسیله بادهای خورشیدی توسعه یافته و بین مسافت $50R_J$ و $100R_J$ از سیاره فشرده می‌گردد. (شعاع مشتری که به صورت R_J نوشته می‌شود برابر است با ۷۱۴۹۲ کیلومتر). بخش درونی مغناطیسکره در سمت دیگر سخت شده و دارای ساختار پایداری می‌گردد که به سیاره و چرخش آن محدود شده است. نگاره (۶)

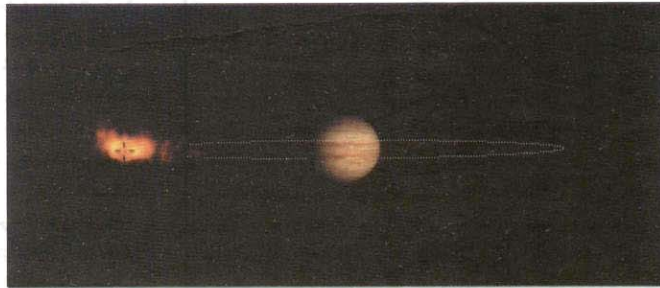
این ذرات در نزدیکی مشتری در منطقه حلقه ماندنی که کمربند سیاره در خط استوای مغناطیسی آن است، به دام انداخته می‌شود. این مناطق همانند کمربند وان آلن در زمین می‌باشد. اما تراکم این ذرات در مشتری یک

نگاره (۵) مغناطیسکره مشتری: مغناطیسکره مشتری دارای عریض‌ترین ساختار در منظومه شمسی است. وقتی بادهای خورشیدی با مغناطیسکره مشتری برخورد می‌کنند، ضربات قوسی شکلی شبیه به حرکت جلوی قایق را به وجود می‌آورند. بادهای خورشیدی در حال حرکت اطراف مشتری، محدودهٔ مغناطیسی آن را در بیرون به سمت یک بخش مغناطیسی بزرگ توسعه می‌دهند. در این میان بادهای مغناطیسی بی‌ثبات نیز به محدودهٔ مغناطیسی مشتری ضربه وارد کرده، ضربات قوسی شکل آن از درون و بیرون در فاصله 50 و 100 (R_J) مرکز سیاره، فشار وارد می‌نمایند. نیروهای بیرونی و فشارهای مربوط به حرکت سریع مشتری، مغناطیسکره را پر از گاز کرده و یک صفحهٔ قطوری به نام صفحات مغناطیسی را شکل می‌دهد. یک حلقه همواره صفحات مغناطیسی مشتری را احاطه کرده است.

وقتی میدان مغناطیسی می‌چرخد، ذرات مغناطیسی به دام افتاده، سیاره را شتاب داده و تحریک می‌نماید. حرکت این ذرات در مناطق مغناطیسی باعث ایجاد فشار بیرونی گردیده و همانند یک بالون پر از هوا، باد می‌کند. این فشارها و نیروها با چرخش سریع مربوط گردیده و بزرگترین منطقه استوایی را در جایی که محدوده مغناطیسی به طرف بیرون به صورت لایه باریکی توسعه یافته، صفحات مغناطیسی را امتداد می‌دهد. الکترون‌ها و یون‌ها در طول مسیر به وسیله محدوده مغناطیسی در صفحات مغناطیسی، جمع‌آوری گردیده و حلقه‌ای را تولید می‌کند که سیاره را در نزدیکی صفحه استوایی احاطه می‌نماید.



نگاره (۶) پخش داخلی مغناطیسکره: یون‌ها و الکترون‌ها در بادهای خورشیدی (سمت راست) به مغناطیسکره برخورد کرده، باعث انحراف در منطقه گردیده و تکان متلاطمی را در پخش جلویی ایجاد می‌کند. برآمدگی پلاسمای یو (شکل خمیده تاریک) شامل انرژی یون‌های سولفور و اکسیژن می‌باشد که از پخش فعال قمر ناشی می‌گردد. این دیسک روشن یک پلاسمای صفحه‌ای در طول صفحه استوایی مغناطیسی مشتری است.



نگاره (۷) ابر سدیمی: ابر سدیمی طبیعی یو (سمت چپ) همراه با مشتری (مرکز) و طرح نموداری مدار یو نشان داده شده است. اتم‌های تحریک شده سدیم که از یو آمده‌اند (مکان به صورت مقاطع مشخص شده است)، تشعشعاتی را در طول موج‌های بصری خارج می‌کنند. (۵۹۹۰ و ۸۵۸۹۶). رصد این ابر سدیمی در سیستم‌های تصویری نورسنجی و سیلیکاتی (SIPS) به وسیله تلسکوپ ۶۴ اینچی مورد استفاده قرار گرفته است.

میلیون بار بیشتر از نزدیکی زمین است. آن‌ها شامل یون‌هایی از سولفور و اکسیژن می‌باشند که از بزرگترین قمر داخلی، یو، آمده است. همچنین الکترون‌ها و پروتون‌هایی از بادهای خورشیدی به دست می‌آید. اما در مقابل، کمربندهای تابشی زمینی اغلب شامل الکترون‌ها و پروتون‌هایی است که به وسیله بادهای خورشیدی به آن داده می‌شود.

وقتی که تندبادهای خورشیدی، پخش بیرونی مغناطیسکره مشتری را فشرده کرده و آن را به عقب هل می‌دهد، تعدادی از این ذرات انرژی به سمت فضای بین سیاره‌های رانده می‌شوند. در مقایسه با بادهای خورشیدی، این ذرات در بادهای مشتری دارای انرژی بیشتری می‌باشد. بادهای مشتری به طور دائمی به وسیله ذرات شتاب‌دار در مغناطیسکره سیاره، ذخیره می‌شوند. این ذرات بادهای در تمام منظومه شمسی پخش شده و مقداری از آن به زمین حتی مدار عطارد نیز می‌رسد.

ج) قلمرو یو:

اتم‌های سدیم در اطراف مدار داخلی‌ترین قمر بزرگ مشتری، یو، گسترش یافته‌اند. آنها بیشترین تمرکز را در نزدیکی منبع قمر یو داشته و یک توده ابری تابان سدیمی به بزرگی مشتری را شکل می‌دهند نگاره (۷). این ابر منبسط شده در جلو و عقب طول مدار یو، مقدم‌تر از قمرهایی است که در عقب قرار دارد. اتم‌ها نیز به طور آشکار در سطح یو به وسیله ذراتی با انرژی بالا در کمر بند تابشی سیاره خرد می‌شوند. اگرچه اتم‌های سدیم می‌توانند از سطح یو آزاد شوند، ولی مجدداً به وسیله جاذبه قوی مشتری دوباره گرفتار شده و سپس به طرف مدار اطراف سیاره رانده می‌شوند. وقتی میدان مغناطیسی چرخشی مشتری از طریق قلمرو یو در ماوراء به حرکت درمی‌آید، جریانی را از یو تا مشتری از طریق یک لوله مغناطیسی ایجاد می‌نماید. نگاره (۸). این لوله مغناطیسی را

جدول (۴): ویژگی اقمار گالیله‌ای

اقمار	فاصله از مشتری ^۱	دوره‌گرداری (d)	شعاع ^۲ (km)	جرم (g)	چگالی ^۳ (cm ³)
یو	۵۹۵R _J	۱/۱۶	۱۸۱۶	۸/۹۲×۱۰ ^{۲۵}	۳/۵۵
اروپا	۹۲۷R _J	۳/۵۵۱	۱۵۶۳	۴/۸۷×۱۰ ^{۲۵}	۳/۰۴
گانیمید	۱۵/۱R _J	۷/۱۵۵	۲۶۳۸	۱/۲۹×۱۰ ^{۲۶}	۱/۹۳
کالیستو	۲۶/۶R _J	۱۶/۶۹	۲۴۱۰	۱/۰۷×۱۰ ^{۲۶}	۱/۸۳

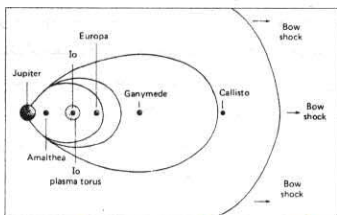
۱) به معنی فاصله میزان شعاع مشتری $R_J = 71492 \text{ km}$

۲) در مقایسه با شعاع از کره ماه ۱۷۳۸ کیلومتر است.

اقمار گالیله‌ای نیز همانند مشتری (ژوپیتر)، به نام خدایان یونانی نامگذاری شده‌است. در افسانه‌ها آمده‌است ژئوس، قمر یو را برای پنهان شدن از رشک همسرش به گاو ماده تبدیل کرد و کالیستو نیز به یک خرس تبدیل شد. اروپا به شکل یک گاو نر سفید درآمد قبل از این که در برگشت ژئوس، به جزیره کرت (در مدیترانه متعلق به یونان) تبعید شود. گانیمید نیز جوانی اهل تروا بود که به وسیله یک عقاب به فتجان ژئوس تبدیل گردید. اما آملاتا که پنجمین قمر کشف شده مشتری است، برخلاف دیگران نامگذاری شده است.

یو و اروپا که از اقمار میانی گالیله‌ای هستند، به اندازه کره ماه ما می‌باشند. این دو قمر دارای چگالی قابل مقایسه‌ای هستند (حدود 3 g/cm^3). گانیمید و کالیستو که بزرگتر هستند، بیرونی‌ترین هستند، به اندازه کره ماه ما می‌باشند. حدوداً به اندازه سیاره عطارد می‌باشند. این دو قمر دارای چگالی پایین‌تر و قابل توجهی در حدود 2 g/cm^3 هستند. ظاهراً آنها به طور ناهنجاری از نیمی صخره (3 g/cm^3) و نیمی آب یخی (1 g/cm^3) تشکیل شده‌اند. نوع ترکیبات در اقمار گالیله‌ای به نسبت نزدیکی آنها به مشتری تغییر می‌یابد. مثلاً یو و اروپا دارای ترکیبی از صخره می‌باشند.

بسیاری از تئورسین‌ها بر این باورند که سیاره مشتری اولیه در ابتدا در حدود یک صدم روشنایی خورشید و حدود 50000 درجه کلوین حرارت داشته است به طوری که آن منطقه از بخش درونی که اقمار در آن شکل گرفته‌اند را گرم کرده است. به این ترتیب این اقمار در این منطقه شکل گرفته و ترکیباتی از صخره را شکل داده‌اند.



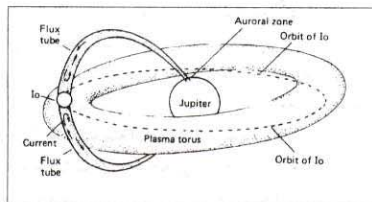
نگاره (۴) قمر گالیله‌ای: یو، اروپا، گانیمید و کالیستو همگی در مغناطیسکره مشتری قرار دارند. بیرونی‌ترین آنها یعنی کالیستو، مشتری را در نزدیکی ضربات قوسی شکل بروی بادهای خورشیدی سیارات، دور می‌زند. یک قمر کوچک به نام آملاتا حدود $\frac{1}{10}$ از اندازه اقمار گالیله‌ای را داشته و مشتری را در کمتر از نصف فاصله تا یو که داخلی‌ترین قمر گالیله‌ای است، دور می‌زند. تمام این اقمار به طور تدریجی به وسیله ذرات شارژ شده‌ای که در مغناطیسکره مشتری به دام افتاده‌اند، بیماران می‌شوند.

می‌توان نوعی طناب مرکزی الکترومغناطیسی دانست که قمر را به سیاره‌اش پیوند می‌دهد. لازم به ذکر است که جریان عظیمی در حدود ۵ میلیون آمپر در طول مجرای جریان مشتری ایجاد می‌شود که نیرویی در حدود $2/5$ بیلیون وات را تولید می‌نماید. یو و مشتری ممکن است برای ایجاد یک جایگاه نیروی طبیعی که تولیدات آن به طور کلی شامل ایجاد انرژی زمینی سیاره است، متحد شوند. جریان الکتروسیسته در این ایستگاههای قدرتی کیهانی، اغلب نیروی تولید شده جریان‌های رادیویی و نوری در قطب مشتری را قطع می‌کند و این زمانی است که آنها به اتمسفر مشتری برخورد می‌نمایند. میزان اتم‌های سولفور و اکسیژن در سطح یو و همچنین اتمسفر باریک آن فراوان می‌باشد. زمانی که این اتم‌ها به یون تبدیل می‌شوند، از سطح یو فرار کرده و به وسیله میدان مغناطیسی چرخشی مشتری، جلو می‌افتند. آنها به وسیله میدان مغناطیسی که به مشتری محکم شده، حمل می‌شوند و هر ۱۰ ساعت یکبار حول سیاره می‌چرخند. حرکت مدارهای یو در یک دوره آهسته حدود ۲۴ ساعت می‌باشد. وقتی اتم‌ها در مسیر جمع‌آوری شدند، به صورت حلقه‌هایی گسترش می‌یابند. این حلقه‌های تابان در نور ماوراء بنفش به وسیله برخورد الکترونیکی با سولفور و اکسیژن تولید می‌شوند.

(۵) حلقه و اقمار مشتری

(الف) قمرهای گالیله‌ای:

چهار قمر گالیله‌ای به نامهای یو، اروپا، گانیمید و کالیستو به غیر از اضافه مسافت از مشتری، در مدارهای دایره‌ای شکل نزدیک به استوای مشتری حرکت می‌کنند (نگاره (۹)). آنها قمر چهار بزرگ از ۱۶ قمر شناخته شده مشتری می‌باشند و جهت آنها نیز همانند کره ماه که به طرف زمین است، همواره به طرف مشتری بوده و به دور آن نیز می‌چرخند.



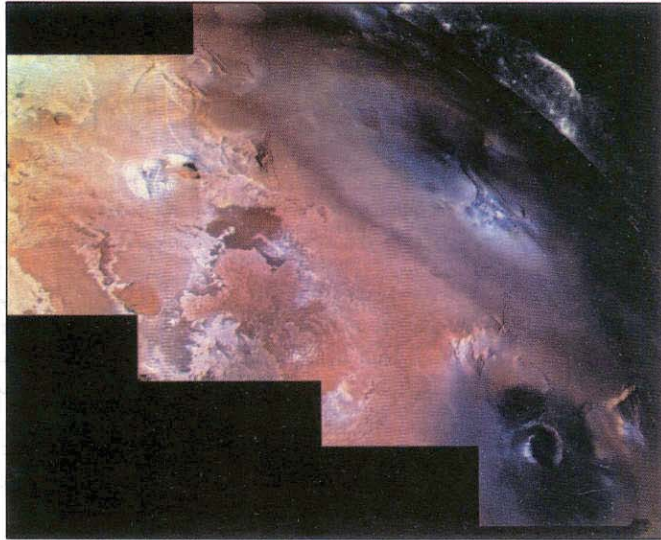
نگاره (۸) مجرای جریان و برآمدگی پلاسما: جریان الکتروسیسته ۵ میلیون آمپری در طول مجرای جریان یو در حرکت است و قادر است یونیسفر را همانند یک ریسمان مرکزی به یو و مشتری متصل نماید. برآمدگی پلاسما در نزدیکی مدار یو متمرکز می‌شود و قطر آن هم‌اندازه مشتری است. این برآمدگی سرشار از انرژی یون‌های سولفور و اکسیژن که حدود 1000000 درجه کلوین حرارت دارد، می‌باشد. چون محور مغناطیسی سیاره نسبت به محور چرخش متمایل است، قمر یو در برآمدگی پلاسما در جهت بالا و پایین در حرکت است.

این ذرات شارژ شده (ذره‌ای که دارای بار الکترونیکی مثبت یا منفی است) که احتمالاً از برآمدگی پلاسما در طول خط محدوده مغناطیسی به مناطق قطبی مشتری جایی که آنها در آن شروع به رشد کرده‌اند، جریان دارند.

کوههای آتشفشانی فعال یو که ستون‌هایی از گاز و گردوغبار را منتشر می‌نماید، مواد کافی برای پوشش سطح قمر تا عمق ۱۰۰ متری در محدوده‌های کوه‌ها را در طول میلیون‌ها سال دفع می‌نماید (نگاره ۱۰). در هر صورت یو به عنوان دارندهٔ بیشترین سطح فعال انفجاری در منظومه شمسی ظاهر شده است. دوربین‌های ویجر ۱ حدود ۸ انفجار بزرگ را به طور همزمان ثبت کرده‌اند. در حالی که برای این ۸ انفجار در زمین چیزی در حدود یک قرن یا بیشتر وقت لازم است. فوران‌هایی شبیه به آیفشان، ستون‌هایی به ارتفاع صدها کیلومتر را ایجاد می‌کنند. پرتاب مواد به سمت بالا با سرعت یک کیلومتر در ثانیه (سه برابر سرعت در ثانیه بر روی زمین) باعث به جلو راندن گازهای سولفوردار می‌گردد. زیرا جاذبه پایبند این اقمار و کمبود اساسی در اتمسفر، این ستون‌ها را در منبع‌هایی شبیه به خط سیر به بیرون، منتشر می‌نماید و حلقه‌های مدوری از مواد را تا ۱۴۰۰ کیلومتری در قطر ذخیره می‌گردد. (نگاره ۱۱)

یو، واقعاً یک قمر پست و رو می‌باشد! سطح آتشفشانی و پیوسته فعال این قمر، باعث ایجاد یک سطح به نسبت جوان بر روی آن می‌گردد. تمام این موادی که ما در حال حاضر بر سطح یو می‌بینیم احتمالاً در کمتر از یک میلیون سال پیش در آنجا رسوب کرده است. به طور آشکار پوشش و لایهٔ سخت پوسته یو چندین بار بر روی این پوشش در تاریخ یو طی شده است. فعالیت آتشفشانی همچنین به طور آشکار به وسیله مخروط‌های آتشفشانی بزرگ و جریان‌های پیوسته آن صورت می‌پذیرد (نگاره ۱۲). به این ترتیب صدها مخروط آتشفشانی در سطح یو وجود دارد.

حرارت به وسیله این آتشفشان‌های فعالی که از روی زمین نیز قابل کشف می‌باشد، تأیید می‌شود. اما چه چیزی باعث تداوم فعالیت‌های آتشفشانی یو می‌گردد؟ حرارت رها شده در طول رشد قمر و حرارت رادیواکتیوینه از بخش داخلی آن می‌بایست در مدت‌ها قبل به فضا رها شده باشد. حرارت داخلی یو به وسیله جزر و مد‌های بزرگی که گسترده‌تری را بر روی قمرهای کوچک بالا می‌برد، تولید شده است. اگر یو در مدار مدوری با همان صورت به طرف مشتری باقی بماند، افزایش جزر و مد در ارتفاع آن تغییری ندهد و هیچ حرارتی را تولید نخواهد کرد اما نیروهای جاذبه‌ای از دیگر اقمار گالیله‌ای، سیر مداری یو را به آرامی به سمت داخل و خارج قشرده می‌نماید. در نتیجه یو در یک تلاش جاذبه‌ای بین مشتری و دیگر اقمار گالیله‌ای به خصوص به نزدیکترین آنها یعنی اروپا، گیر می‌افتد.

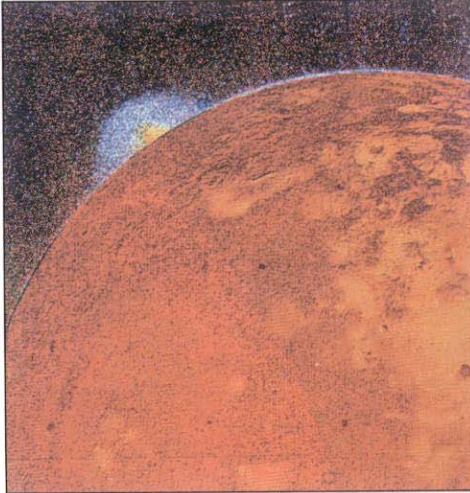


نگاره (۱۰) آتشفشان‌های فعال در سطح یو: بزرگترین فوران آتشفشانی در سطح یو، پله، به نام خدای آتشفشان در بین هاوایی‌ها، نامگذاری شده است. این ستون‌های فورانی در سمت راست بالائی قابل رویت بوده و تا ارتفاع ۳۰۰ کیلومتری از سطح بالا رفته و از میان تودهٔ سفید و آبی به بیرون پرتاب می‌شود. ما در این تصویر می‌توانیم حلقه‌های زرد و قهوه‌ای متحدالمرکزی را بینیم که در اطراف این منبع ستونی شکل ته‌نشین شده‌اند. در این جا بیرونی‌ترین حلقه قهوه‌ای از سمت چپ بخش بالائی تا پایینی‌ترین بخش سمت راست در ۱۴۰۰ کیلومتری قطر می‌چرخد.

اروپا از پوشش یخی تشکیل شده و چگالی بالای آن نشان‌دهندهٔ پوشش به نسبت قطور آن است. در مقابل مناطق به نسبت سرد و دورتر از مشتری همانند گانیمید و کالیستو، دارای ترکیبی از یخ و صخره می‌باشند. میزان پایین چگالی در آنها، بیان‌کنندهٔ این واقعیت است که آنها بسیار بزرگتر از یو و اروپا هستند. اما مطلب قابل توجه این است که وقتی ما می‌گوییم که آنها از نظر اندازه با کرهٔ ماه و سیارهٔ عطارد قابل مقایسه هستند، بنابراین داشتن یک سطح آتشفشانی و نشان دادن علائمی برای حرارت داخلی و فعالیت‌های زمین‌شناسی در آنها انتظار می‌رود. اما فضاپیماهای ویجر ۱ و ۲ دنیای زیبا و نامانوسی را کشف کردند که آنها هر دو نوع سطح صاف و خشن را شامل می‌شدند.

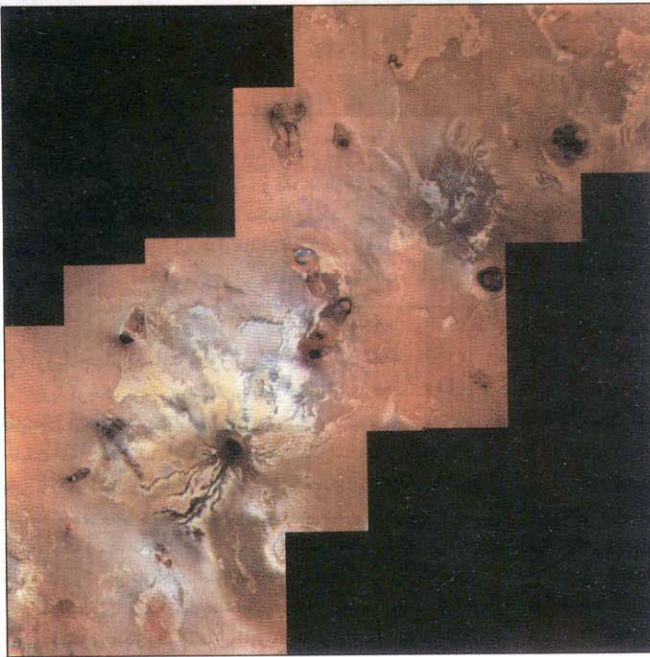
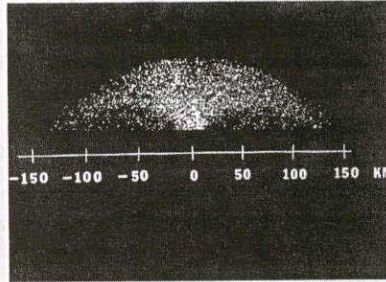
ب) یو: یک جهان پست و رو

داخلی‌ترین قمر گالیله‌ای، یو، دارای شعاع و چگالی است که تقریباً با کرهٔ ماه ما برابر می‌باشد. اما برخلاف انتظار، هیچ گونه دهانه و گدازه آتشفشانی بر روی یو دیده نمی‌شود. اما در عوض ستون‌های انفجاری، مخروط‌های آتشفشانی و دریاچه‌هایی با بخارات گدازه‌ای یافت شده است!



نگاره (۱۱) منشاء فوران‌ها: فوران آتش‌فشان فعال از مواد منفجر شونده در قمر مشتری، یو، نشان داده شده است. (سمت چپ). چون یو عملاً هیچ گونه اتمسفری ندارد بنابراین سولفورودی اکسید سولفور منجمد شده در مسیرهای حرکت اجسام به راحتی انتشار می‌یابد.

کامپیوتر نمایشی از یک انفجار آتشفشانی را بر سطح یو نشان می‌دهد که همانند مسیر آن در ستون‌های آتشفشانی است. این تقارن و شکل حفاظتی در فوران‌های آتشفشانی مناسب با جاذبه پایین یو و کمبود بادها و یا اتمسفر اساسی بر روی قمر است.



نگاره (۱۲): توده‌های آتشفشانی جاری در سطح یو. بخشی ناریک ماریچی شکلی گدازه‌های قرمز، قهوه‌ای و سیاه توسط سولفورها در درجه حرارت‌های مختلف، رنگ آمیزی شده‌اند. آنها نشان‌دهنده شیب در اطراف Ra Patera (سمت چپ پایین) بوده و مسافتی به طول ۲۰۰ کیلومتر را در نواحی سردتر منبسط می‌کنند.

حاصل این دگرگونی در پیچ‌های منظم سطح یو، در فاصله ۱۰۰ متری در بیرون و درون هر مدار منحرف می‌گردد. (حرارت بخش داخلی یو را در همان راهی که حرارت به طور سریع به جلو و عقب خمیده می‌شود، مخابره می‌کند).

این حرارت جزر و مدی قادر به ذوب صخره‌های داخلی یو بوده و تولید آتشفشان می‌نماید. البته درجه حرارت بالا ممکن است مقداری از آب موجود در سطح یو را دفع نماید. حال این سوال پیش می‌آید که چنانچه هیچ آبی در سطح یو نباشد، چه چیزی به عنوان یک عامل بیرون ریزنده در آتشفشان‌های این قمر فعال خواهد بود؟ طبق یک نظریه، وقتی که دی اکسید سولفور مایع و سولفور گداخته قرمز از دهانه‌های کم عمق بیرون می‌آید، آتشفشان در سطح یو به وقوع می‌پیوندد. بنابراین دی اکسید سولفور مایع شروع به جوشیدن و تبخیر می‌نماید. به این ترتیب مخلوطی از مایع و گاز به این توده شتاب و سرعت بخشیده و از سطح به بیرون فوران می‌کند و به این ترتیب ستون‌های آتشفشانی ایجاد می‌گردد. متنوباً زمانی که سلیکات داغ در پوسته، باعث تبخیر سولفور گردد، این ستون‌های بزرگ ایجاد می‌گردند.

هم فشردن و یا تحریف کشندی مشتری می باشد.
 ظاهراً آب کثیف به بالا فوران کرده و بین جریان های یخی بزرگ منجمد می گردد و تولید رگه های تاریک متخلخلی را می نماید.
 در آنجا شباهت جالبی بین سطح اروپا و مناطق یخی شکاف برداشته شده در محدوده شمالی زمین، وجود دارد. جایی که یخ های شناور شکاف برداشته شده و این شکستگی ها به وسیله آبی که بعداً منجمد می شود، پر خواهد شد.

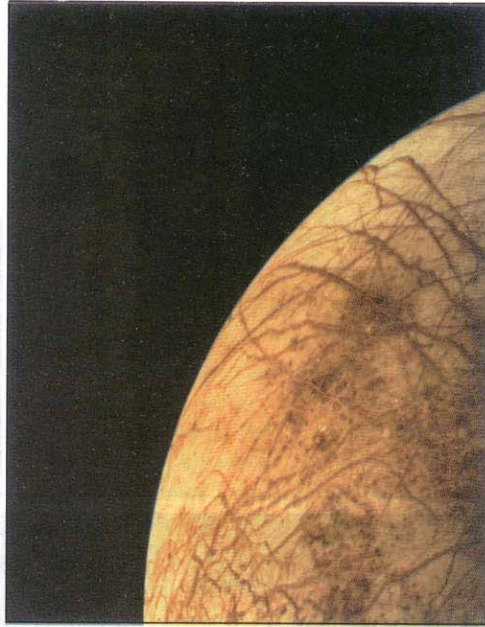
د) گانیمید: جهانی با دهانه آتشفشانی و چین خورده

گانیمید، بزرگترین قمر منظومه شمسی، دارای شعاعی فراتر از شعاع سیاره عطارد است. اما چگالی این سیاره به قدری کم است که می بایست دارای کمیت قابل توجهی در آب مایع و یا یخ باشد و احتمالاً دارای پوشش قطری از آب یخی است نگاره (۱۴). سطح گانیمید دارای یکی از تنوع های بزرگ زمین شناسی است که شامل تکان های پوستی و ساختارهای کوهستانی است. قشر خارجی یخ نیز به قطعات تاریکی شکسته شده است نگاره (۱۵). این موانع چند گوشه ای بزرگ ظاهراً از یک سو به طول دهها کیلومتر در سطح گانیمید حرکت کرده است. مناطق دیگر نیز به وسیله کوه های چین خورده، شبیه به شیارهای یک شن کش بزرگ، پوشش داده شده است. احتمالاً پوسته تیره این قمر شکاف برداشته و بخشی از آن نیز گسترش یافته است. توسعه پوسته نتیجه تفکیک از صخره های گانیمید به بخش های داخلی آن و یخ ها به بخش خارجی، می باشد. یخ در فشار پایین بخش بیرونی توسعه خواهد یافت. توسعه پوسته عاملی برای موانع تاریک و کوه های موزی می تواند باشد.

حالت هایی از لبه های این کوه ها، تقسیم شده، بر روی هم قرار گرفته و بر روی یکدیگر می پیچند. تعدادی از این شیارها و لبه ها از میان دهانه های آتشفشانی بریده می شوند. زیر این دهانه ها بر روی لبه های دیگر ظاهر شده اند. گانیمید به طور آشکار همه دوره های ساخت کوه ها را تجربه کرده است. این دگردیسی های پوستی احتمالاً به مدت یک بیلیون سال ادامه داشته است. فرضیه های دهانه های آتشفشانی به این مطلب اشاره دارد که حتی جوان ترین کوه ها در گانیمید به کمتر از ۳ بیلیون سال پیش بر می گردد.

ه) کالیستو: یک دنیای خمیده باستانی

کالیستو، دورترین قمر گالیله ای، یک جهان اولیه همراه با نشانه های کمی از فعالیت های درونی است نگاره (۱۶). زیرا سطح آن دارای تماس دهانه های آتشفشانی بیشتری نسبت به دیگر اقمار گالیله ای است. سطح این سیاره یکی از قدیمی ترین که احتمالاً به ۴/۶ بیلیون سال پیش می رسد، می باشد. به نظر می رسد این سطح از زمان شکل گیری تا به حال غیر قابل تغییر بوده است و احتمالاً آن را می توان یک فسیل در منطقه منظومه شمسی دانست. اگرچه این سیاره به علت دارا بودن دهانه های آتشفشانی، شبیه به کره ماه به نظر می رسد، اما به نسبت بسیاری متفاوت با آن است. در آن جا کمیوهای آشکاری از دهانه های آتشفشانی بزرگ، صفحات آتشفشانی و محدوده های کوهستانی به چشم می خورد. علاوه بر این، دهانه های



نگاره (۱۳): اروپا: این سطح تاریک نشان دهنده سطح صاف اروپا است که به صورت یک شبکه ارتباطی رگه دار همانند تار عنکبوت شکل گرفته است. ظاهراً فشارهای درونی باعث شکافتن بخش یخی گردیده، در نتیجه شکافهای متقاطع را به طول هزاران کیلومتر و به عمق کمتر از ۱۰۰ متر را ایجاد می کند. احتمال می رود این فشارها به وسیله آب و یا یخی که از بخش گرم درونی قمر به بیرون جاری است، پر شود.

ج) اروپا: جهانی صاف و نورانی

اروپا، کوچکترین و نورانی ترین قمر گالیله ای، دارای چگالی قابل مقایسه ای در صخره است. اما سطح آن به روشنی و سفیدی یخ می باشد. در حقیقت آب آن یخی است! سطح هموار اروپا ممکن است نشانه یک اقیانوس یخی بزرگ باشد. اروپا دارای هموارترین سطح در سیارات و یا اقمار شناخته شده در منظومه شمسی است. ترکیب هیچ سطحی به ارتفاع ۱۰۰ متر توسعه نیافته است. ظاهراً این قمر تنها به وسیله شبکه های رگه دار شبیه تار عنکبوت و رگه های تاریک کم عمق نشان داده شده است نگاره (۱۳). این حرارت کشندی که ظاهراً بخش داخلی یو را ذوب کرده در سطح اروپا در محدوده کمتری به کار رفته است زیرا اروپا از مشتری جلوتر است. احتمال می رود اقیانوسی از آب مایع در بخش داخلی به وسیله پوسته یخی بیرونی اروپا که تنها چندین کیلومتر ضخامت دارد، پوشش داده شده باشد. پوشش یخی اروپا دارای انکسار بالایی بوده که ناشی از انبساط کروی به وسیله به

آنها مدار مستقیمی داشته باشند، آشفتگی جاذبه خورشید باعث بیرون راندن خارجی ترین قمر خواهد شد. همه هشت قمر داخلی احتمالاً به شکل سیارک‌ها و کوچک ستارگانی هستند که سابقاً بدور مدار خورشید و نزدیک به مشتری در حرکت بوده و اسیر شده‌اند.

قبل از ویجر، تنها یک قمر کوچک به نام آلماتا، در نزدیکی مدار یو شناخته شده بود. این قمر تاریک مایل به قرمز بسیار بی نظم بوده و دارای ۲۷۰ کیلومتر درازا و ۱۵۰ کیلومتر عرض می‌باشد و محور بلند آن به مشتری اشاره دارد. ویجرها، تپ را با عرضی در حدود ۸۰ کیلومتر بین مدارهای یو و آلماتا، آدرستا و متیس را با عرض ۴۰ و ۵۰ کیلومتر در حاشیه خارجی حلقه مشتری کشف نمودند.

ز) دریای مشتری در یک حلقه

اولین بار این حلقه‌ها در قرن ۱۷ کشف گردید. در سال ۱۹۷۷ وجود چندین حلقه باریک نیز در حول سیاره اورانوس مورد توجه واقع شد. مشتری در کنار گروه متصل به سیارات حلقه‌ای بوده اما در زمان کشف چندان مورد تعجب واقع نگردید. در سال ۱۹۷۴ فضاییامی پاونیر ۱۱ با کاهش غیر عادی انرژی تابشی در مجاورت مشتری روبرو شد.

اگرچه تعدادی از دانشمندان از طریق آنها توانستند مدارک غیر قابل قبول دربارهٔ امار شناخته شده و یا حلقه‌ای از ذرات (در اطراف مشتری) با شعاع $1/8R_j$ را تفسیر نمایند.

بالاخره در سال ۱۹۷۹ بعد از بحث‌های زیادی درباره احتمال پیدایش یک حلقه، ویجر ۱ همراه با یک دوربین تحقیقی به فضا پرتاب شد و یک حلقه باریکی در علائم فرستاده شده کشف گردید و این مربوط به زمانی است که فضاییامی ویجر ۱ از صفحه استوایی سیاره عبور کرد. طبق انتظار، نورانی ترین بخش در حلقه در فاصله $1/8R_j$ شعاع مشتری) از مرکز سیاره قرار داشت. این حلقه سابق بر این، از زمین رصد نشده بود زیرا کم نور بوده و نور آن محدود به روشنایی سیاره می‌باشد. پس از کشف، این حلقه به وسیلهٔ تلسکوپ‌های دریافتی تابشی مادون قرمز در زمین رصد گردید.

وقتی دوربین‌های مراجعت شدهٔ ویجر، بخش عقبی مشتری را نشان دادند، این حلقه روشن تر بود. (نگاره ۱۹) اندازه این ذرات حلقه را می‌توان از مسیر نور پراکنش شده در بخش پایانی استنباط نمود که در حدود یک ده هزارم سانتیمتر عرض و یا حدوداً هم اندازهٔ ذرات دود سیگار می‌باشد.



نگاره (۱۴) گانیمید: سطح گانیمید شامل مناطق قدیمی تاریک و نقاط روشنی است که همان دهانه‌های آتشفشانی فشرده می‌باشد. زیرا سطح یخی گانیمید تا حدی از جنس پلاستیک است که دهانه‌های آتشفشانی آن نیز در اندازه‌های کم عمقی می‌باشند.

آتشفشانی یخی آن بسیار مسطح‌تر از دهانه‌های صخره‌ای در کره ماه ما می‌باشد. پوستهٔ یخی کالیستو احتمالاً قادر به حفظ وزن دیوارهٔ سنگین آن نمی‌باشد.

جریان‌های یخی احتمالاً به طور نامتناسبی بوده و دهانه‌های آتشفشانی آن مسطح بوده است (نگاره ۱۷)، زیرا یخ که دارای ضربات تیز و سخت می‌باشد، قادر است در مدت زمان طولانی جریان یابد.

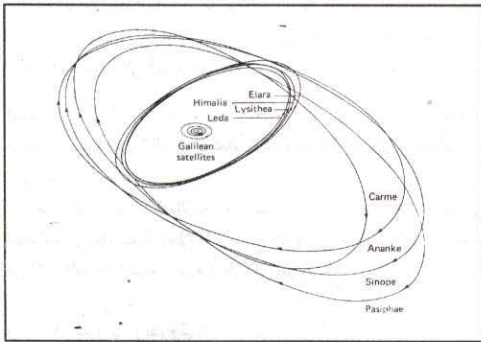
و) امار بیرونی و درونی:

۱۶ قمر برای مشتری شناخته شده است که شامل ۴ قمر گالیله‌ای که مدار داخلی آن مدار یو می‌باشد. هشت قمر خارجی بیرون از مرکز با مدارهای متمایل شده‌ای که به قدری از سیاره دور هستند که خورشید برای کنترل جاذبه‌ای آنها در رقابت است.

این هشت قمر خارجی به دو گروه جداگانه عریض تقسیم شده‌اند (نگاره ۱۸). چهار قمر داخلی در مدار مستقیمی در حرکت می‌باشند اما بیرونی ترین آنها در عقب مدارهای برگشت دهنده در حرکت می‌باشند. اگر



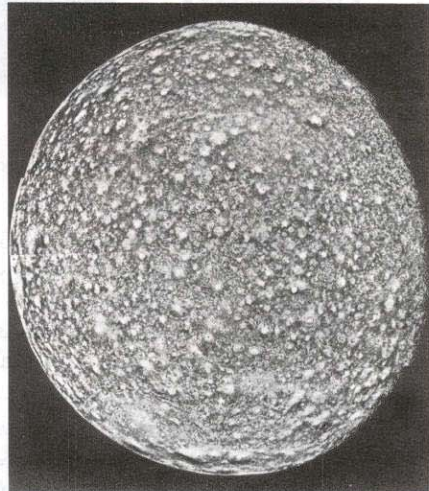
نگاره (۱۷) والهالا: این برجسته‌ترین چهره پرروی کالیستو که یک سیستم پهناور در حلقه‌های متحدالمرکز است به نام والهالا به معنی خانه خدایان اهالی اسکاندیناوی نامیده شده است. مدتها قبل بر اثر تصادم یک جسم بزرگ با کالیستو که شبیه به حرکت امواج پرروی یک تالاب بوده، حرکات موجداری را پرروی سطح ایجاد نموده است. فشار این اجسام ظاهراً باعث سوراخ شدن سطح و ناپدید شدن آن می‌گردد. امروزه آنها تنها شبیه سطوح موجودار یخی باقی مانده است.



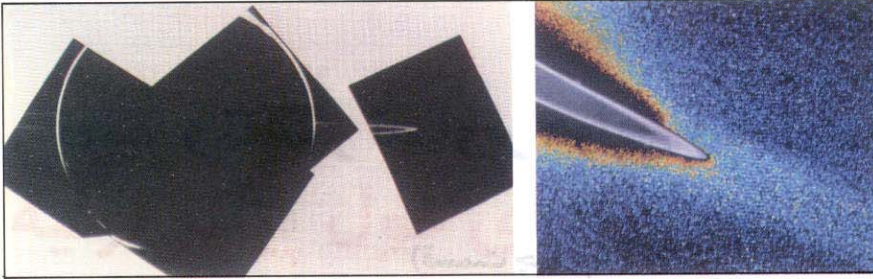
نگاره (۱۸) اقمار بیرونی مشتری: این هشت قمر دارای مدارهای بیرون از مرکز بوده که متعابیل به صفحه استوائی مشتری می‌باشد. یک گروه چهارتایی دارای حرکت حول مشتری به طور قراردادی در مدارهای مستقیم در فاصله بین ۱۱ و ۱۲ بیلیون کیلومتر می‌باشند و تمام اسامی آنها به «آء ختم می‌شود همانند: لدا - هیمالیا - لیسیتیا - الارا. گروه دیگر چهارتایی دارای مدار برگشت دهنده و وارونه‌ای هستند که در فاصله‌ای بین ۲۰ و ۲۴ میلیون کیلومتری مشتری قرار دارد و تمام اسامی این گروه به «هء ختم می‌شود همانند: آناکه - کارمه - پاسیتانه - سینوپه.



نگاره (۱۵) موانع چندگوشه‌ای در گانیمید: سطح گانیمید شامل موانع چندگوشه‌ای یخ زده همراه با سطح یخی آن است. آنها به رنگ قهوه‌ای بوده و در بالای اقلیم‌های یخی در پس‌زمینه‌های یخی شفاف شناور می‌باشند. این موانع قدیمی که ظاهراً به طور جداگانه شبیه به حرکت تکه‌هایی از یک موزائیک بزرگ و یا یک پازل عظیم می‌باشند، احتمالاً بر اثر توسعه پوستی به وجود آمده‌اند. موانع سفید درخشانی که از حول تعدادی از دهانه‌های آتشفشانی احتمالاً به صورت یخ سفید و تمیزی می‌باشند، از داخل قمر به بیرون تراوش می‌نمایند.



نگاره (۱۶) کالیستو: قمر مشتری، کالیستو، یک جهان ویران است که به وسیله فشار دهانه‌های آتشفشانی گود شده است. زیرا سطح یخی کالیستو به سختی فلز می‌باشد و شکاف‌ها را از انفجارات باستانی حفظ می‌کند. این دهانه‌های آتشفشانی از نظر ظاهری صاف و مسطح بوده و تعداد دهانه‌های آتشفشانی بزرگ کم می‌باشد. در نتیجه این عضو فاقد برجستگی‌های عمودی است. بسیاری از دهانه‌های آتشفشانی موجود، دارای دیواره‌های نورانی بوده که شبیه به یخ سفید تمیزی است که پرروی سطوح یخی کثیف ریخته می‌شود.

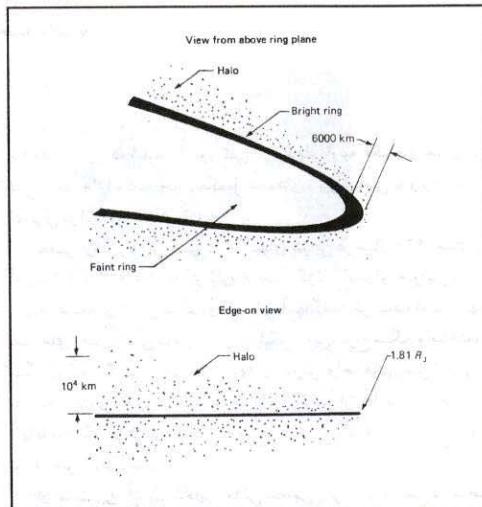


نگاره (۱۹)

حلقه‌های مشتری: بخش‌هایی از حلقه‌های نازک مشتری به طور غیرمنتظره‌ای روشن‌تر از گوشه‌رو به خورشید است. زیرا ذرات حلقه‌های کوچکتر، نور را به سمت جلو پخش کرده که این حلقه وقتی نور خورشید از میان آن دیده می‌شود، درخشان‌تر می‌باشد. این عکس (سمت راست) حلقه‌های قطوری را نشان می‌دهد که همانند حلقه‌های تار عنکبوت گسترش یافته است.

به طور مداوم تهیه شوند.

این ذرات حلقه‌ای ممکن است به وسیله ذراتی که به وسیله سنگ‌های آسمانی به دور قمر میانی پاشیده می‌شوند، احیا گردد. یکی از این ابعاد کوچک، آدرستا، مدار محدود به حلقه‌ای با $1/8R_J$ می‌باشد، متیس نیز نزدیک به نقطه میانی نوراتی قرار دارد. و به این ترتیب ملاقات ما با مشتری در این جا به پایان می‌رسد. □



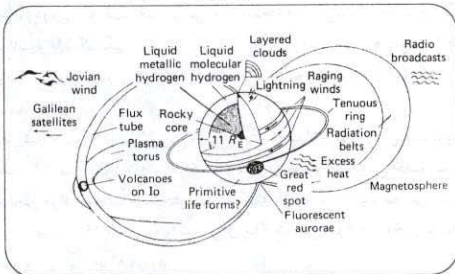
نگاره (۲۰) سیستم حلقه: سیستم حلقه مشتری ترکیبی از دو بخش می‌باشد: یک بخش نوراتی و یک هاله پراکنده.

این حلقه نوراتی متلاطم ۶۰۰۰ کیلومتر عرض و کمتر از ۳۰ کیلومتر قطر دارد. طبق یک تئوری، برخورد با ریزشهاب‌ها، تعدادی از ذرات حلقه‌ای متلاطمی شده بر اثر برخورد با ریزشهابها به سمت پودرهایی که به وسیله نیروهای الکترواستاتیکی در جریان است، فرستاده می‌شود.

در نتیجه هر دو حلقه نوراتی و سطوح ناچیز آن به وسیله هاله‌های پخش شده‌ای که در حدود ۵۰۰۰ کیلومتر به بالا و پایین صفحه مرکزی حلقه گسترش یافته، پوشانده می‌شود. اگرچه حلقه‌های نازک مشتری را که به وسیله ذرات گردوغبار آن نمایان می‌شود، به عنوان علت جذب درصد در میزان بالای انرژی تابشی، ذکر گردیده است.

این ذرات منحصر به فرد تنها به طور موقت در حلقه وجود داشته و به سمت اتمسفر مشتری فرو می‌ریزند (نگاره ۱۲). این چنین ذراتی می‌بایست

اطلاعات کلی درباره مشتری



جرم: 1.9×10^{27} گرم = $317/89 M_E$ (زمین = ۱)

شعاع: 71492 کیلومتر = $11/2 R_E$ (زمین = ۱)

چگالی: 1.326 g/cm^3

دوره چرخش: ۹ ساعت و ۵۵ دقیقه و ۲۹٫۷ ثانیه

دوره مداری: $11/86$ سال

میزان فاصله از خورشید: $5/203 A.U.$

تعداد اقمار شناخته شده: ۱۶

میدان مغناطیسی قوی در نوک ابر: 4.3 گوس (واحد

شدت میدان مغناطیسی)

پاورقی:

(۱) گوس، واحد القای مغناطیسی در دستگاه سی.جی.اس و واحد چگالی شار مغناطیسی است.