



منابع پنجمین دوره مسابقه پروفسور دالکی

پدیدآوردگان

پوریا کمالی، فاطمه جمالی، رومینا حاجیانی، رئوف مصطفی زاده، فاطمه عطار زاده رها بحرینی، زهرا زیارتی، نیلوفر خواجه فرد، محمد امین فروزنده، ویدا مرادی نجار نوشین انوشه، منیره راوند و امیرحسین ریاحی

مباحث

۱. منظومه شمسی

۲. ستارگان

۳. پیمایش آسمان

۴. سحابی ها

۵. کهکشانها و عالم

هدف

این جزوه با توجه به آخرین دستاورد های علمی در شاخه های زیر تکمیل گردیده و با توجه به پویا بودن علم نجوم و قدیمی بودن اکثر کتابهای در این زمینه تصمیم گرفتیم این جزوه را برای خوانندگان عزیز فراهم آوریم

انجمن نجوم پژوهش سرای متقین برازجان

انجمن نجوم پژوهش سرای متقین برازجان هر ساله برنامه های متفاوتی با توجه به شرایط خاص برگزار میکند که برای اطلاع از آنها به صفحه رسمی انجمن در اینستاگرام نگاه بیندازید. شنبه هر هفته رصد عمومی آسمان شب از ساعت ۲۰ تا ۲۱:۳۰ شش ماه نخست سال و از ساعت ۱۸ الی ۲۰ در شش ماه دوم سال آخرین چهارشنبه هر ماه برگزاری باشگاه های نجوم راس ساعت ۱۸



۰۹۳۸۵۲۶۶۹۵۲



www.pmotaghin.ir



[Astronomy.of.brz](https://www.instagram.com/Astronomy.of.brz)

منظومه شمسی:

بیگ بنگ

منجمان مدل های ریاضیاتی و رصد های خود را با یکدیگر تلفیق می کنند تا تئوری های قابل استناد خود را در رابطه با نحوه شکل گیری هستی ارائه دهند. زیربنای ریاضیاتی بیگ بنگ شامل نظریه نسبیت عام البرت انیشتین و تئوری های استاندارد درباره ذرات بنیادی می شود. امروزه سازه های فضایی ناسا مانند تلسکوپ هابل و تلسکوپ اسپیتزر همچنان ابعاد در حال انبساط جهان هستی را محاسبه می کنند.

با توجه به تئوری های فیزیکی، اگر ما قادر بودیم جهان را یک ثانیه پس از مه بانگ مشاهده کنیم، چیزی که می دیدیم یک دریای ده میلیارد درجه ای بود که متشکل از نوترون ها، پروتون ها، الکترون ها، پازیترون ها (مخالف الکترون ها)، فوتون ها (یک ذره بنیادی است که به عنوان واحد کوانتومی نور یا هر نوع تابش الکترومغناطیسی محسوب می شود.) و نوترینو ها (یک ذره بنیادی است که از نظر الکتریکی خنثی بوده و به ندرت وارد برهمکنش می شود.) می شود.

و سپس در گذر زمان می توانستیم خنک شدن جهان را مشاهده کنیم. نوترون ها به پروتون ها و الکترون ها تجزیه می شدند و یا با پروتون ها ترکیب می شدند تا دوتریم (ایزوتوپ هیدروژن) را بسازند. جهان به سرد شدن ادامه داد تا انجایی که دما به اندازه ای رسید که الکترون ها توانستند با هسته ها ترکیب شوند و اتم های خنثی را به وجود آورند. پیش از این ترکیب ها جهان هستی به شدت مات بود چرا که الکترون های آزاد باعث پراکنده شدن فوتون ها می شدند درست مانند زمانی که ابر جلوی خورشید را میگیرد و نور خورشید با برخورد کردن به قطرات کوچک آب پخش شده و مات به نظر می رسد.

اما هنگامی که الکترون های آزاد در ساخت اتم های خنثی جذب شدند ، جهان هستی ناگهان روشن شد. و همان فوتون ها (پستاب بیگ بنگ یا تابش پس زمینه کیهانی) امروزه قابل رصد کردن هستند.

انرژی تاریک

در طی سال ها با دنبال کردن هابل و کوب، تصویر بیگ بنگ واضح تر شده است.

اما در سال ۱۹۹۶ درصد یک سوپرنوای دور بیانگر یک تغییر فوقالعاده در آن تصویر بود. همیشه اینطور تصور میشد که سرعت گسترش ماده در جهان در طول زمان کاهش پیدا خواهد کرد. جرم باعث ایجاد جاذبه می شود. جاذبه باعث کشش می شود؛ و کشش باید سرعت انبساط را کاهش دهد اما رصد های سوپرنوا نشان می داد که جهان، به جای آنکه سرعت گسترش کم شود؛ به چیزی شتاب میدهد. چیزی که نه شباهتی به ماده دارد و نه انرژی عادی؛ و باعث دور شدن کهکشان ها از یکدیگر می شود. این "چیز" انرژی تاریک نام دارد و این نام دادن به فهمیدن آن کمکی نمیکند. انرژی تاریک میتواند یک سیال دینامیکی باشد که برای فیزیک ناشناخته است و یا مربوط به خلا در فضا شود. و یا حتی تغییری در نسبیت عام. هر چه هست هنوز شناخته شده نیست.

نظریه های تکاملی

نظریه های متفاوتی راجع به تشکیل منظومه شمسی وجود دارد که از لحاظ قدمت آن ها را بررسی مینماییم. نظریه کانت:

براساس این نظریه که در سال ۱۷۵۵ بیان شد. خورشید امروزی در مرکز توده ایی از گاز و ذرات جامد ریز، موسوم به سحابی قرار داشته و سحابی در اثر نیروی جاذبه حول خورشید در گردش بوده است بعداً

در اثر سرد شدن در این توده اولیه، مراکز مختلفی بوجود آمده، که دور هریک از این مراکز، قسمتی از سحابی اصلی به گردش درآمده و سیارات و اقمار آنها را تشکیل داده است.

نظریه لاپلاس:

در سال ۱۷۶۹، لاپلاس کتابی بنام شرح سیستم جهان منتشر کرد که نظریاتی راجع به منشأ سیارات بیان شده است. برطبق نظریه لاپلاس، سیاره‌ها از یک ماده رقیق که اطراف خورشید اولیه، را فراگرفته و ابعاد آن از حدود ابعاد منظومه فعلی بیشتر بوده است، بوجود آمده‌اند بتدریج ماده رقیق یاد شده خنک و متراکم شده و در اثر تراکم سرعت گردش آن زیاد شده است و پس از مدتی نیروی گریز از مرکز که به قسمت‌های بیرونی توده اثر می‌کرده، از نیروی جاذبه خورشید بیشتر شده و در نتیجه کمربندهایی نظیر آنچه که امروز به دور زحل دیده می‌شود بوجود آمده، و بعدها در این کمربندها شکاف‌هایی بوجود آمده، و بتدریج سیارات بوجود آمده‌اند.

نظریه اشمیت:

نظریات اشمیت اولین بار در سال ۱۹۴۳ انتشار یافت و پس از مرگ وی در سال ۱۹۵۶ نظریاتش با تغییرات جزئی توسط همکارانش کوزلوسکایا حلمی لون- ولبدینسکی مجدداً عرضه شد. بنا به نظریه اشمیت، سطحی که امروز مدار اغلب سیارات در آن واقع است استوای خورشید اولیه بود. و ماده تشکیل دهنده سیارات، که بیش از تشکیل آنها به صورت ماده ابری شکلی در این سطح پخش بوده، به دور خورشید حرکت می‌کرده است.

اشمیت تشکیل سیارات را به دو مرحله تقسیم می‌کند:

مرحله اول : تشکیل اجرام متوسط به ابعادی در حدود سیاره سان‌ها از ماده ابری شکل اولیه

مرحله دوم: تشکیل سیارات از یکی شدن اجرام مرحله اول است

اگر فرض کنیم که توده‌های مخلوط از ذرات جامد و گاز به صورت ابر و به شکل قرص در استوای خورشید اولیه قرار داشته است در اثر انباشته شدن ذرات جامد در وسط قرص فاصله آنها کم و در نتیجه نیروی جاذبه میان آنها زیاد شده و این خود تراکم زیاد ماده را سبب شده است. پس از مدتی در نقاط مختلفی از قرص، اجرام جامدی از انباشتگی ذرات جامد بوجود آمده‌اند در اثر برخورد اجرام به یکدیگر و خرد شدن آنها، به هر حال پس از بوجود آمدن تعداد زیادی از این اجرام، مرحله دوم یعنی مرحله تشکیل سیارات از اجرام سیاره‌سان شروع شده است بعضی از اجرام سیاره سان با جرم بیشتر و خردشدگی کمتر، در حقیقت جنین سیاره‌های امروز بوده‌اند.

نظریه جامع شکل گیری منظومه شمسی

اما نظریه ی پذیرفته شده تر که از نظریات مختلف پیشین تکامل پیدا کرده است به این قرار میباشد: منظومه خورشیدی جایی که آن را خانه می نامیم در حدود ۲۶ هزار سال نوری از مرکز کهکشان راه شیری فاصله دارد. اینکه این سیاره ها غول پیکر از کجا سر و کله اشان پیدا شده و به دور ستاره ی متوسط زرد رنگی شروع به گردش کردند بر میگردد به ۵ میلیارد سال پیش، همه چیز با یک انفجار آغاز شد، خیلی وقتها پیش ستاره ای منفجر شد و فضا را با توده های چرخنده ای از موادی که هنگام مرگش تولید کرده بود، پر کرد. ابرهای این سحابی ستاره ای شامل نیتروژن، اکسیژن ، آهن و سیلیکا بودند و همه مواد دیگری که برای ساخته شدن جهانی مثل جهان ما مناسب بود. سپس نیروی گرانش شروع به مهندسی و ساختن سیاره ها کرد. گرد و غبارهای چرخان بزرگی شروع به شکل گرفتن کردند، در بین اینها سیاره سنگی به نام زمین شروع به شکل گیری کرد. شکل گرفته شده از گرد و غبار و ستاره و جمع آوری شده

توسط نیروی گرانش و اگر صد میلیون سال به جلو برویم خواهیم دید که آن گرد و غبار تبدیل به گویی بزرگی شده است، این نحوه ی پیدایش زمین و همینطور خود ماست. البته زمین تا ابد به همین صورت صخره ای و مواد معدنی و فلزی باقی ماند اگر یکی از رخدادهای زیبای طبیعت پیش نمی آمد. نود و سه میلیون مایل آنطرف تر درست در قلب این سحابی، فشار و دمای توده ای از گاز هیدروژن شروع به بالا رفتن کردند تا به حدی رسید که همجوشی رخ داد

در این هنگام ستاره ای جدید، بنام خورشید پا به عرصه ی وجود گذاشت، زمانی که ستاره ی ما، آتشش را بر افروخت از خود توده های زیادی از طوفانهای خورشیدی صاعع کرد. سپس امواج عظیم رادیو اکتیو از انرژی را آزاد کرد و این باعث شد که باقی مانده ی گاز و غبار سحابی از حاشیه ی منظومه بیرون رود و منظومه ی ما امروز این چنین زیبا و منظم به نظر رسد. در قسمت بیرونی منظومه ی شمسی ما، سیاره های گازی و غول آسا مشتری، زحل، اورانوس، نپتون قرار دارند و در قسمت داخلی سیارات سنگی عطارد، ناهید، مریخ و البته زمین واقع شده اند و البته خوش شانسی ما این است که خورشید ۸۶۵۰۰۰ مایل قطر دارد و این اندازه به حدی کافی است که به مدت خیلی زیادی هشت میلیارد سال به سوختن ادامه دهد، زمان کافی برای ادامه حیات.

منظومه شمسی و اجرام آن:

سیاره، جسمی آسمانی است که می تواند به دور یک ستاره یا باقی مانده آن در حال گردش باشد، یا می تواند بدون گردش به دور یک ستاره یا هر جرم دیگری، در کهکشان پراکنده باشد. سیارات سه ویژگی کلی دارند:

۱. جرم آن به اندازه کافی زیاد باشد که با جاذبه اش، شکلی کروی به خود دهد.

۲. جرم آن آنقدر کافی نیست که جاذبه اش بتواند باعث گداخت هسته ای در مرکز آن شود.

۳. مناطق نزدیک خودش را از پیش سیاره ها پاکسازی کرده باشد.

منظومه شمسی دارای ۸ سیاره است، که از میان آن ها، تنها اورانوس و نپتون قابل مشاهده با چشمان عادی نیستند. این ۸ سیاره از لحاظ حالت و ترکیب مواد تشکیل دهنده آن ها به دو گروه تقسیم می شوند: سیارات سنگی و سیارات گازی.

سیارات سنگی:

چهار سیاره سنگی دارای ترکیب متراکم و سنگی هستند، بدون قمر یا دارای تعداد کمی قمر می باشند، و حلقه ندارند. ترکیب این سیارات بیشتر از مواد معدنی نسوز (دیرگداز) مانند سیلیکات ها تشکیل شده که پوسته و گوشته آن ها را تشکیل می دهد. همچنین هسته آن ها از فلزاتی مانند آهن و نیکل تشکیل شده است. سه سیاره از سیارات سنگی (زهره، زمین و مریخ) دارای اتمسفر هایی هستند که می توانند آب و هوا بسازند، و همه سیارات سنگی دارای دهانه های برخوردی و ویژگی های آتشفشانی مانند آتشفشان و دره های کافتی هستند. بعضی تفاوت های مهم سیارات سنگی نسبت به گازی عبارت اند از:

۱. سیارات سنگی دارای یک سطح سنگی جامد هستند که سیاره را به اتمسفر آن یا به فضا متصل می کند.

۲. حجم و جرم سیارات سنگی از سیارات گازی کمتر است.

۳. فاصله آن ها نسبت به خورشید کمتر از سیارات گازی است.

۴. هیچ کدام از سیارات سنگی حلقه ندارند.

به طور کلی در ساختار سیارات سنگی یک هسته فلزی (اکثرا از آهن) وجود دارد که اطراف آن را یک گوشته سیلیکاتی دربر گرفته و قسمت بیرونی آن یک پوسته وجود دارد.

اتم‌سفر این سیارات حاصل از گازهای منتشر شده در اثر فعالیت های آتشفشانی در اوایل تشکیل سیاره به وجود آمده است.

سیارات سنگی با توجه به فاصله شان نسبت به خورشید عبارت اند از: عطارد، زهره، زمین و مریخ.

عطارد:

کوچکترین سیاره منظومه شمسی ما عطارد است که در عین حال نزدیک ترین سیاره به خورشید نیز به شمار می رود. با جوی بسیار رقیق و دوران وضعی آهسته، در طول شبانه روز طولانی اش، عطارد آن قدر داغ می شود که می تواند سنگ هایش را مذاب کند و تا حدی سرد می شود که می تواند هوا را به مایع تبدیل کند.

مدار عطارد به دور خورشید نسبت به بقیه سیارات بیضی شکل تر است، به گونه ای که در نزدیک ترین موقعیت مداری اش نسبت به خورشید ۴۶ میلیون کیلومتر و در دورترین موقعیت ۷۰ میلیون کیلومتر با خورشید فاصله دارد. بنابراین خروج از مرکز آن نیز از بقیه سیارات بیشتر است. (خروج از مرکز ۰,۲). (برای درک خروج از مرکز به بخش اخترفیزیک مراجعه شود) دوران وضعی (چرخش سیاره حول محور خود) عطارد حدود ۵۸,۶ روز طول می کشد، و دوران انتقالی آن نیز حدوداً ۸۸ روز طول می کشد (آز آنجا که عطارد نزدیک ترین سیاره به خورشید است، سریع ترین دوران انتقالی به دور خورشید را دارد). نسبت به اندازه کل عطارد، هسته ای بزرگ در آن وجود دارد که حدود ۵۵ درصد حجم کل سیاره را تشکیل می دهد. (برای مقایسه، هسته زمین تنها ۱۷ درصد حجم زمین را تشکیل می دهد). هسته عطارد نیز اکثراً از آهن تشکیل شده است.

قطر استوایی عطارد فقط ۴۸۷۹ کیلومتر است، عطارد به حدی کوچک است که گانیمد قمر مشتری، و تیتان قمر زحل نیز حجمی بزرگ تر از آن دارند. (دقت کنید که حجم عطارد کوچک تر است، اما به دلیل

چگالی متوسط ۵,۴ گرم بر سانتی متر مکعب، بعد از زمین چگال ترین سیاره منظومه شمسی است و بنابراین این جرمی بیشتر از گانیمد و تیتان دارد.)

عطارد دارای یک اتمسفر بسیار کوچک و ناچیز است که به همین دلیل معمولاً عطارد را بدون اتمسفر در نظر می گیرند. فشار جو در عطارد بسیار ناچیز است. (حدود یک نانوپاسکال، یا یک میلیاردم پاسکال، برای مقایسه، فشار جو زمین ۱۰۱۰۰۰ پاسکال است.) این اتمسفر ناچیز اکثراً از مولکول های باد خورشیدی نشئت می گیرد. نور خورشید گاز های اندک جوی سیاره را به عقب هل داده و دنباله ای بسیار مبهم در پشت سیاره ایجاد می کند.

به دلیل عدم وجود اتمسفر کافی، گاز های اتمسفر نمی توانند گرما را در خود ذخیره کنند، بنابراین اثر گلخانه ای ایجاد نمی شود و اختلاف دمای شب و روز عطارد بسیار زیاد است. به طوری که دمای عطارد در گرم ترین حالت به ۴۲۷ درجه سلسیوس رسیده و در سرد ترین حالت از ۱۳۰- درجه سلسیوس هم سردتر می شود.

سطح عطارد نیز مانند ماه، به دلیل عدم وجود اتمسفر، پوشیده از دهانه های برخوردی است. بستر برخوردی کالویس (Caloris Basin) یکی از بزرگترین دهانه های برخوردی منظومه شمسی با قطر ۱۵۵۰ کیلومتر، در عطارد قرار دارد. تاکنون هیچ قمر طبیعی در اطراف عطارد کشف نشده است.

از آنجا که مدار سیاره عطارد درون مدار سیاره زمین قرار دارد، عطارد گاهی از وقت ها برای رصد کنندگان ساکن زمین از جلوی قرص خورشید می گذرد که به این پدیده گذر عطارد می گوئیم. در طی این پدیده، اگر خورشید را رصد کنیم، نقطه ای سیاه رنگ در میان قرص زرد رنگ خورشید مشاهده می کنیم که در واقع همان سیاره عطارد است. گذر عطارد حدوداً ۱۳ یا ۱۴ بار در قرن رخ می دهد، گذر قبلی عطارد در

۲۰ آبان ۱۳۹۸ صورت گرفت و گذر بعدی آن از جلوی خورشید، ۲۳ آبان ۱۴۱۱ خواهد بود که متأسفانه در ایران قابل مشاهده نیست.

تاکنون چندین ماموریت فضایی به عطارد ارسال شده است، که از مهم ترین آن ها ماموریت های مارینر ۱۰ در سال ۱۹۷۳ و مسنجر در سال ۲۰۰۴ بوده است که به منظور نقشه برداری، تشخیص ترکیب سطح عطارد، بررسی تاریخ جغرافیایی عطارد، اندازه و وضعیت هسته عطارد و مطالعه اتمسفر ناچیز آن فرستاده شده بودند. ماموریت هر دو فضای پیمای بدون سرنشین اکنون به پایان رسیده است. فضاپیمای بدون سرنشین پی کلمبو نیز توسط اروپا و ژاپن در اکتبر ۲۰۱۸ پرتاب شده و اگر طبق برنامه پیش رود، تا دسامبر ۲۰۲۵ به عطارد خواهد رسید.

زهره:

سیاره زهره که همسایه داخلی ما نیز هست، را گاهی خواهر دو قلوبی زمین می نامند. به این دلیل که این سیاره از نظر اندازه، ساختار و ترکیبات مشابه زمین است، اما در زیر ابر های غلیظ زهره سطح سوزانی قرار دارد که فعالیت های آتشفشانی بر آن حکمرانی می کند.

زهره دومین سیاره نزدیک به خورشید بعد از عطارد است. متوسط فاصله زهره تا خورشید ۰٫۷۲ واحد نجومی (۱۰۸۲۰۸۰۰۰ کیلومتر) است و مدارش به یک دایره بسیار نزدیک است. خروج از مرکز آن تنها ۰٫۰۰۶ است. (در مقایسه با عطارد که خروج از مرکزی ۰٫۲ دارد.) یک دور چرخش زهره به دور خورشید حدود ۲۲۵ روز طول می کشد، در حالی که دوران وضعی زهره ویژگی های نسبتاً عجیبی دارد. اول اینکه زمان چرخش زهره حول محور خودش حدوداً ۲۴۳ روز طول می کشد که مدت آن از دوران انتقالی آن نیز طولانی تر است. دوم اینکه جهت چرخش زهره حول محور خودش بر خلاف دیگر سیارات منظومه شمسی است. (به استثنا اورانوس). اگر از بالا و سمت قطب شمال به زمین یا بقیه سیارات نگاه کنیم، جهت

چرخش وضعی آن‌ها پادساعت گرد است، اما برای زهره این جهت ساعت گرد است. بنابراین برای کسی که فرضاً در زهره ایستاده، خورشید از مغرب طلوع و به مشرق غروب می‌کند.

ساختار درونی زهره نیز احتمالاً بسیار شبیه زمین است، یک هسته دو قسمتی، گوشته و پوسته. فرق مهم سیاره زمین و زهره در ساختار نبود تکتونیک صفحه‌ای در زهره است.

قطر سیاره زهره حدوداً ۱۲۱۰۳ کیلومتر است که به زمین نزدیک است. (قطر زمین ۶۳۸ کیلومتر بیشتر از قطر زهره است). جرم زهره ۸۱ درصد جرم زمین است و به خاطر همین تشابه اندازه با زمین است که گاهی آن را دوقلوی زمین می‌نامند. زهره نیز مانند عطارد هیچ قمر طبیعی شناخته شده‌ای ندارد.

زهره برخلاف عطارد دارای اتمسفری بسیار غلیظ است. در واقع، در میان سیارات سنگی، زهره غلیظ‌ترین و متراکم‌ترین اتمسفر را دارد. این اتمسفر اکثراً از کربن دی‌اکسید تشکیل شده است (۹۶ درصد). مابقی اتمسفر از نیتروژن (۳٫۵ درصد) و سولفور دی‌اکسید، آرگون، بخار آب و کربن مونو‌اکسید و... (جمعاً ۰٫۵ درصد) تشکیل شده است. برای درک بهتر تراکم اتمسفر زهره، مقدار کل نیتروژن اتمسفر زمین را در نظر بگیرید که حدود ۷۸ درصد از اتمسفر را تشکیل می‌دهد. حال اگر جرم این ۷۸ درصد را با جرم ۳٫۵ درصد نیتروژن اتمسفر زهره مقایسه کنیم، جرم نیتروژن زهره ۴ برابر جرم نیتروژن زمین خواهد بود! همچنین فشار جو در زهره، چیزی حدود ۹٫۲ مگا پاسکال یا ۹۲ اتمسفر یا ۹۲۰۰۰۰۰ پاسکال است. (فشار جو زمین ۱۰۱۰۰۰ پاسکال است). همانطور که اشاره کردیم، ۹۶ درصد اتمسفر زهره از کربن دی‌اکسید تشکیل شده که گازی گلخانه‌ای است. این اتمسفر زهره را به یک گلخانه بزرگ تبدیل کرده که آن را به یک جهنم مبدل ساخته است. بر خلاف عطارد که شب هنگام، دما کاهش می‌یابد، به دلیل اثر گلخانه‌ای دما در طول شب و روز نسبتاً ثابت و در حدود ۷۴۰ کلوین یا ۴۶۷ درجه سلسیوس است. انحراف محوری زهره بسیار کم و حدود ۲ درجه است، به همین علت در زهره ما شاهد تغییر فصول نیستیم. اتمسفر زهره

دارای ابر های از سولفوریک اسید است، ابر های سولفوریک اسید نسبت بازتاب زیادی دارند و یکی از دلایل درخشان بودن زهره، همین ابر هاست. با این که زهره در آسمان زمین بسیار درخشان و پرنور دیده می شود(در واقع از سطح زمین زهره درخشان ترین سیاره است که به قدر ظاهری -۴,۵ نیز می رسد) (برای درک قدر ظاهری، به اخترفیزیک مراجعه کنید)، به دلیل این ابر و اتمسفر غلیظ، امکان رصد سطح سیاره حتی با قوی ترین تلسکوپ ها از روی زمین وجود ندارد.

ماموریت هایی فضایی متعددی به زهره ارسال شده است، و اکثر اطلاعاتی که از جو و سطح سیاره داریم از طریق این ماموریت ها به دست آمده اند. فضاپیما های سطح نشین ونرا شوروی سابق حتی موفق به فرود روی سطح سیاره شده اند اما به دلیل شرایط نامساعد حرارتی و فشار اتمسفر، هیچ کدام از آن ها چیزی بیشتر از ۱۱۰ دقیقه موفق به ارسال پیام و تصویر به زمین نشده اند. بیشتر اطلاعات ما از سیاره زهره طی دو ماموریت ماژلان ناسا (۱۹۸۹-۱۹۹۴) و ماموریت ونوس اکپرس آژانس فضایی اروپا (۲۰۱۵-۲۰۰۵) بوده اند که به نقشه برداری از سطح زهره با استفاده از رادار و بررسی جو سیاره پرداخته اند.

زمین:

سومین سیاره بزرگ از سوی خورشید زمین است که ویژگی های منحصر به فرد زیادی دارد. زمین تنها سیاره ای است که می دانیم زمین ساخت صفحه ای یا تکتونیک روی آن وجود دارد، آب مایع بر سطح آن جاری است و توانسته است حیات را در خود پرورش دهد.

فاصله متوسط زمین تا خورشید ۱ واحد نجومی یا ۱۴۹,۶ میلیون کیلومتر است. فاصله زمین تا خورشید مانند دیگر سیارات در طی یک سال همواره در حال تغییر است، به طوری که در اوج مداری زمین در دی تیر ماه فاصله آن به ۱۵۲ میلیون کیلومتر، و در حضیض مداری زمین در دی ماه فاصله به ۱۴۷ میلیون

کیلومتر می رسد. این به دلیل بیضی شکل بودن مدار زمین به دور خورشید است. با این حساب خروج از مرکز زمین حدود ۰,۰۱۶ است. همان طور که می دانید مدت زمان چرخش انتقالی زمین به دور خورشید ۳۶۵,۲۴ روز طول می کشد که به آن سال زمینی می گویند. دوران وضعی زمین دقیقاً ۲۴ ساعت نیست، بلکه ۲۳ ساعت و ۵۶ دقیقه و ۴ ثانیه است. همانطور که می دانید زمین نیز مانند دیگر سیارات سنگی، از هسته ای دو قسمتی، گوشته و پوسته ساخته شده است. دلیل پدید آمدن فصول در زمین، انحراف مداری ۲۳,۵ درجه آن است، که باعث می شود در طی سال، خورشید نسبت به مناطقی عمود و نسبت به مناطقی دیگر مایل بتابد. گرانش سطحی زمین ۹,۸ متر بر ثانیه است. زمین تنها یک قمر طبیعی شناخته شده دارد، ماه. هر چند قمر های مصنوعی ساخته شده توسط انسان ها دور تا دور زمین را پوشانده اند.

ماه:

یک قمر طبیعی زمین را در گردش سالانه خود به دور خورشید همراهی می کند. این قمر با اهله آن باعث ایجاد تقویم و تقسیم بندی های ماهیانه شده و نیروی جاذبه آن باعث بروز انواع جزر و مد ها شده و همچنین سرعت دوران وضعی زمین را از ۶ ساعت به ۲۴ ساعت کاهش داده است.

ماه، قمری نسبتاً بزرگ برای سیاره زمین به شمار می آید. در واقع اگر حجم قمر های سیارات منظومه شمسی را به حجم سیاره مادرشان تقسیم کنیم، بزرگترین رقم برای زمین و ماه به دست می آید. (دقت کنید که ما به سیارات اشاره کردیم، در واقع پلوتو و قمرش شارون نسبت بزرگتری دارند اما اتحادیه بین المللی نجوم، پلوتو را در سال ۲۰۰۶ از لیست سیارات حذف کرد و دیگر پلوتو سیاره محسوب نمی شود.) قطر استوایی ماه ۳۴۷۶ کیلومتر است و از لحاظ اندازه، پنجمین قمر بزرگ منظومه شمسی است. فاصله متوسط ماه تا زمین ۳۸۴۴۰۰ کیلومتر است، با خروج از مرکز ۰,۰۰۵. در این فاصله، دوران انتقالی ماه به دور زمین ۲۷ روز ۷ ساعت و ۴۳ دقیقه طول می کشد. مدت زمان دوران وضعی ماه دقیقاً با این مقدار

مساوی است. به همین دلیل است که ما همیشه یک سمت از ماه را می توانیم مشاهده کنیم. به این پدیده گردش هماهنگ (Synchronous rotation) می گویند که در بین قمر های منظومه شمسی رایج است. قطر ماه حدودا ۴۰۰ برابر از قطر خورشید کوچک تر است، اما ۴۰۰ برابر به زمین نسبت به خورشید نزدیک تر است. به همین علت ماه می تواند گاهی با قرار گرفتن در جلوی قرص خورشید پدیده خورشید گرفتگی (کسوف) را ایجاد کند. بر عکس آن نیز وجود دارد، اگر ماه دقیقا در سایه زمین قرار بگیرد، پدیده ماه گرفتگی (خسوف) رخ می دهد. شاید شما فکر کنید که با این حساب خسوف و کسوف باید دو بار در هر ماه رخ دهند، اما ماه دارای انحراف مداری ۵ درجه است (انحراف مداری فاصله زاویه بین صفحه مداری یک جسم نسبت به صفحه استوای جسم مقابل است) بنابر این تنها موقعی این اتفاق می افتد که ماه در یکی از گره های مداری خود یا نزدیک به گره مداری قرار داشته باشد و در ضمن آن گره در راستای خورشید و زمین باشد. (گره مداری نقطه ای در مدار است که زاویه یک جسم (مثلا ماه) با صفحه مرجع (مثلا استوای زمین) صفر شود).

کسوف ها:

همانطور که اشاره شد، خورشید گرفتگی یا کسوف موقعی رخ می دهد که ماه، زمین و خورشید در یک راستا قرار گیرند و ماه میان زمین و خورشید باشد. در طی کسوف، سایه ماه روی زمین می افتد، اما از آنجا که ماه کوچکتر از زمین است، سایه آن نمی تواند همه زمین را در بر بگیرد و به همین علت، کسوف فقط در بعضی مناطق زمین رخ می دهد. خورشید گرفتگی ها ۳ دسته اند: کلی، حلقوی و جزئی.

در کسوف جزئی، ماه تنها بخشی از خورشید را می پوشاند و موقعی رخ می دهد که ماه و خورشید دقیقا هم راستای زمین نباشند. در کسوف جزئی، تغییری در روشنایی روز پدید نمی آید و حتی ممکن است کسانی که از کسوف اطلاعی نداشته باشند، اصلا تغییری در خورشید حس نکنند. تنها در هنگام خورشید

گرفتگی های بالای ۹۰ درصد است که بتوان تغییراتی با چشمان عادی در خورشید مشاهده کرد. البته دقت کنید اگر از یک تلسکوپ با فیلتر خورشیدی استفاده کنیم، حتی کوچک ترین تغییرات در خورشید قابل مشاهده است. (دقت کنید که هیچ گاه بدون فیلتر خورشیدی مناسب به خورشید نگاه نکنید).

در کسوف حلقوی، ماه و خورشید دقیقا هم راستای زمین هستند، اما چون ماه در اوج مداری خود قرار دارد (اوج مداری هنگامی است که جرم آسمانی نسبت به سیاره یا ستاره مادر خود در دورترین فاصله باشد) قرص ماه کوچکتر از قرص خورشید دیده می شود و بنابر این ماه نمی تواند تمام خورشید را بپوشاند. در این حالت خورشید مانند یک حلقه آتشین به نظر می رسد.

در کسوف کلی، مانند حلقوی زمین، ماه و خورشید کاملا هم راستا هستند اما ماه در حضيض مداری یا نزدیک به حضيض مداری خود است. (حضيض مداری هنگامی است که جرم آسمانی نسبت به سیاره یا ستاره خود در نزدیک ترین فاصله است). در این حالت قرص ماه هم اندازه یا بزرگ تر از خورشید به نظر می رسد و بنابر این می تواند تمام خورشید را بپوشاند و برای چند ثانیه تا چند دقیقه، خورشید به طور کامل پوشانده می شود. در این حالت آسمان تاریک می شود، و در اطراف خورشید، تاج خورشیدی نیز که در حالت معمولی قابل مشاهده نیست، را می توان رصد کرد. کسوف های کلی نسبت به دو کسوف دیگر نادر ترند. کسوف بعدی، در ۵ دی ماه ۱۳۹۸ رخ می دهد، که البته در ایران به صورت جزئی قابل رصد است.

خسوف ها:

همان طور که می دانید، ماه گرفتگی یا خسوف موقعی رخ می دهد که ماه، خورشید و زمین در یک راستا قرار بگیرند، و زمین میان ماه و خورشید باشد. در این هنگام، سایه سیاره زمین، روی ماه می افتد، و از آنجا که زمین بزرگ تر از ماه است، اگر زمین و ماه و خورشید کاملا در یک راستا باشند، سایه زمین کل ماه

را فرا می گیرد. از آنجایی که در حین خسوف ماه باید دقیقا پشت زمین باشد خسوف فقط در هنگام ماه کامل رخ می دهد. در هنگام ماه گرفتگی، اگر شما روی ماه بایستید، زمین قرص خورشید را می پوشاند، و پدیده ای مانند خورشید گرفتگی روی زمین رخ می دهد. ماه گرفتگی ها سه دسته اند: کلی، جزئی و نیم سایه ای.

در خسوف نیم سایه ای، زمین و ماه و خورشید کاملا در یک راستا قرار نگرفته اند، و اگر از ماه به زمین نگاه کنیم، تنها بخشی از خورشید توسط زمین پوشانده شده است. در حالت فقط نیم سایه زمین روی ماه می افتد. تشخیص تغییرات روشنایی در حین خسوف نیم سایه ای با چشمان غیر مسلح سخت است و حتی برای افراد مجهز به تلسکوپ نیز تغییرات روشنایی اندک است. بنابراین معمولا این خسوف ها از اهمیت خسوف جزئی و کلی برخوردار نیستند.

در خسوف جزئی، تنها بخشی از ماه وارد سایه زمین می شود. اما در خسوف کلی، تمام ماه وارد سایه زمین شده و ماه معمولا به شکل کره ای جگری رنگ به نظر می رسد. در هنگام خسوف کلی، هیچ نور مستقیمی از خورشید به ماه نمی رسد، اما نور شکسته شده در اتمسفر زمین، که نور های آبی رنگ را پراکنده کرده، به سطح ماه می رسد و ماه نیز آن را بازتاب می کند. به همین دلیل، ماه به رنگ قرمز به نظر می رسد.

ماه بعد از آیو قمر مشتری، چگال ترین قمر منظومه شمسی است. (چگالی متوسط ماه ۳,۳۴ گرم بر سانتی متر مکعب است.) ماه مانند عطارد، اتمسفر بسیار ناچیزی دارد. به همین دلیل ماه را بدون اتمسفر نیز می خوانند. این اتمسفر تقریبا خلاء است، جرم کل اتمسفر ماه به ۱۰ تن نمی رسد. برای چنین اتمسفری، فشار جو کم ۱۰۰ نانوپاسکال برای روز (۰,۰۰۰۰۰۰۱ پاسکال) و ۰,۱ نانو پاسکال برای شب است. دلیل فشار جو بیشتر در روز، برخورد باد خورشیدی با سطح ماه است که باعث می شود گاز هایی که در خاک ماه دفن شده بودند آزاد شوند. به دلیل عدم وجود اتمسفر، اختلاف دمای شب و روز ماه بسیار بالاست. به

طوری که در استوا در هنگام روز دما می تواند به ۳۹۰ درجه کلوین (حدود ۱۲۰ درجه سلسیوس) برسد و می تواند شب هنگام تا ۱۰۰ درجه کلوین (۱۷۰- درجه سلسیوس) سقوط کند.

از آنجایی که ماه نزدیک ترین جسم آسمانی به زمین است، مطالعه زیادی روی آن شده و ماموریت های فضایی متعددی توسط کشور های مختلف در آن صورت گرفته است، تا آنجایی که کشور ایالات متحده آمریکا در طی ماموریت های آپولو، در ۲۰ جولای ۱۹۶۹ (۲۹ تیر ۱۳۴۸) موفق به فرود اولین انسان روی آن شد و تاکنون ۱۲ نفر که همه دارای ملیت آمریکایی بوده اند موفق به قدم زدن روی سطح ماه شده اند. ماه تنها جرم آسمانی است که انسان موفق شده روی آن پا بگذارد.

اگر با چشمان غیر مسلح یا با استفاده از ابزار رصدی (دوربین های دوچشمی یا تلسکوپ) ماه را مشاهده کنید، در میان قسمت های روشن، قسمت های تاریکی را می بینید که به آن ها اصطلاحاً دریا می گویند. دلیل این نام گذاری این است که در گذشته تصور می شد آن قسمت ها از آب پوشیده شده است. اکنون ما می دانیم این مناطق تیره تر، در واقع از فعالیت های آتشفشانی مدت ها قبل به وجود آمده اند. این مناطق صاف، بزرگ و از جنس بازالت هستند. دریا ها در ماه، حدود ۱۶ درصد سطح ماه را می پوشانند. بیشتر دریا ها در نیمه روشن ماه قرار دارند و نیمه ی پنهان ماه، مقدار این دریا ها بسیار کم است. بزرگ ترین دریا در ماه، اقیانوس طوفان هاست که حدود ۴ میلیون کیلومتر مربع مساحت دارد، ۱۰,۵ درصد سطح ماه را می پوشاند. ماه نیز مانند عطارد که اتمسفر ندارد، سراسر پوشیده از دهانه های برخوردی است.

مریخ:

زمانی دور، احتمالاً آب بر سطح آن جاری بوده است اما امروز سیاره سرخ که به نام مریخ می شناسیمش. دنیایی سرد و خشک است که سطحش را شبکه ای از دره ها زخمی کرده و آتش فشان های غول پیکر منقرض شده بر چهره اش نمایان است.

مریخ بیرونی ترین و دور ترین سیاره سنگی نسبت به خورشید میان سیارات سنگی است. مریخ همچنین بعد از عطارد کوچک ترین سیاره منظومه شمسی است، قطر استوایی آن ۶۷۹۲ کیلومتر است و تقریباً نیمی از قطر زمین را داراست. فاصله متوسط مریخ تا خورشید حدود ۲۲۸ میلیون کیلومتر یا ۱,۵ واحد نجومی است، و خروج از مرکز نسبتاً بالای ۰,۱ را دارد. چرخش انتقالی مریخ به دور خورشید حدود ۶۸۷ روز طول می کشد، در حالی که مدت زمان دوران وضعی آن به زمین نزدیک است و ۲۴ ساعت و ۳۷ دقیقه طول می کشد. انحراف محوری آن نیز ۲۵,۳ درجه است و به زمین بسیار نزدیک است (انحراف محوری زمین ۲۳,۵) است. از این رو مریخ نیز شاهد تغییرات فصول در طی یک سال خود است. مریخ نیز مانند دیگر سیارات سنگی دارای هسته دو قسمتی فلزی، گوشته و پوسته است. پوسته مریخ شامل عناصر آهن، سیلیسیم، اکسیژن، منیزیم و آلومینیوم در اشکال مختلف است. پوسته مریخ به طور متوسط ۵۰ کیلومتر ضخامت دارد. به مریخ بعضی مواقع سیاره سرخ نیز می گویند، که به علت وفور آهن اکسید در سطح مریخ است، که به آن رنگ قرمز می دهد. تشخیص رنگ قرمز آن به راحتی با چشمان غیر مسلح امکان پذیر است. مریخ دو قمر بسیار کوچک به نام های فوبوس و دیموس دارد.

مریخ اتمسفر نازکی دارد. این اتمسفر اکثراً از کربن دی اکسید ساخته شده (۹۶ درصد) ولی دارای مقادیر اندکی آرگون (۱,۹ درصد) و نیتروژن (۱,۹ درصد) تشکیل شده است. میانگین فشار اتمسفر ۶۰۰ پاسکال است، که کمتر از ۱ درصد فشار جو زمین است. میانگین دما در مریخ حدود -۶۰ درجه سلسیوس است، اما در گرم ترین حالت به ۳۵ درجه سلسیوس نیز می رسد. بزرگترین توفان های غبار منظومه شمسی در

مریخ رخ می دهد، که گاهی سراسر سیاره می پوشاند. سرعت این طوفان ها به ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت می رسد. بزرگترین آتشفشان منظومه شمسی به نام الیمپوس مانس در مریخ قرار دارد، که ارتفاع آن تقریباً ۲۲ کیلومتر است.

با اینکه آب به صورت منجمد در مریخ یافت شده است، اما تاکنون نشانه ای از حیات در آن دیده نشده است. ماموریت های متعددی به این سیاره صورت فرستاده شده از مدار گرد ها تا مریخ نورد هایی که به آن اعزام شده اند. به دلیل شرایط مناسب، هدف بعدی ناسا بعد از فرود انسان روی ماه، فرستادن یک انسان به مریخ و برگشت او به زمین بوده است.

دیموس و فوبوس قمر های کوچک و سیب زمینی مانند مریخ هستند. قطر فوبوس و دیموس به ترتیب تقریباً ۲۲ و ۱۲ کیلومتر است. این دو قمر احتمالاً سیارک هایی بودند که به دام نیروی گرانش مریخ افتاده اند.

کمر بند سیارک ها:

قطعه سنگ های باقیمانده از شکل گیری منظومه شمسی در پیرامون خورشید پراکنده شده اند. بیشتر این اجرام که سیارک نامیده می شوند، در قالب کمر بند سیارکی، میان مریخ و مشتری حرکت می کنند.

فاصله کمر بند سیارک ها با خورشید دو و نیم برابر بیشتر از فاصله زمین با خورشید است. میلیاردها سیارک در این کمر بند وجود دارد. بیشتر سیارک ها نسبتاً کوچک هستند، اما سیارک های بزرگتری را هم می توان میان آنها پیدا کرد. در اوایل حیات منظومه شمسی، گرد و غبار و سنگ های در حال چرخش به دور خورشید به دلیل گرانش در سیاره ها گرد هم آمدند. اما ماحصل تمامی مواد یاد شده، دنیا های جدید نبود. بلکه ناحیه ای میان مریخ و مشتری بود که کمر بند سیارک ها را تشکیل داد.

بیشتر سیارک‌های موجود در کمربند اصلی از سنگ و صخره ساخته شده‌اند، ولی تعداد ناچیزی از آنها نیز حاوی فلزات نیکل و آهن می‌باشند. بقیه سیارک‌ها از ترکیبی از مواد یاد شده تشکیل یافته‌اند و مواد غنی از کربن در آنها به چشم می‌خورد. برخی از سیارک‌های دور افتاده حاوی یخ‌های بیشتری هستند. اگرچه این سیارک‌ها به قدر کافی بزرگ نیستند که دارای اتمسفر باشند، اما شواهد و قرائن از وجود آب در بعضی از سیارک‌ها حکایت دارد.

بعضی از سیارک‌ها اندازه بزرگی دارند؛ بیش از ۱۶ سیارک در کمربندی با قطری بیش از ۲۴۰ کیلومتر وجود دارد. بزرگترین سیارک‌ها: وستا، پالاس و هایجیا طولی معادل ۴۰۰ کیلومتر دارند. همچنین این ناحیه در برگیرنده سیاره کوتوله سرس نیز میباشد. سرس با قطر ۹۵۰ کیلومتری به اندازه‌ای بزرگ نیست که سیاره‌ای بالغ در نظر گرفته شود. با این حال، سرس یک سوم جرم کمربند سیارک‌ها را تشکیل می‌دهد.

سایر سیارک‌ها توده‌های از خرده سنگ به شمار می‌آیند که در اثر جاذبه کنار هم قرار گرفته‌اند. اکثر سیارک‌ها به قدر کافی اندازه بزرگی ندارند که شکل کروی بدست آورند؛ بلکه شکلی نامنظم و بی‌قاعده داشته و غالباً شبیه یک سیب زمینی قلمبه هستند. سیارک ۲۱۶ کلئوپاترا به استخوان سگ شبیه است. سیارک‌ها بر اساس ترکیب شیمیایی‌شان و ضریب انعکاس نور سیارات طبقه‌بندی می‌شوند.

سیارک‌های نوع C بیش از ۷۵ درصد سیارک‌های شناخته شده را تشکیل می‌دهند. رشته‌های C نمایانگر کربن بوده و سطوح این سیارک‌های فوق تاریک بسیار تیره هستند. شهاب سنگ‌های چاندربیت کربن‌دار در زمین دارای ترکیبی مشابه بوده و احتمال می‌رود که قطعات خرد شده سیارک‌های بزرگتر باشند. اگرچه سیارک‌های نوع C نقش پر رنگی در کمربند دارند، اما بررسی آژانس فضایی اروپا نشان می‌دهد، اینها فقط شامل چهار درصد از سیارک‌های نزدیک به خورشید هستند که از جمله آنها میتوان به زیر

گروه‌های نوع B، نوع F و نوع G اشاره کرد. سیارک‌های نوع S دومین نوع متداول محسوب می‌شوند که ۱۷ درصد از سیارک‌های شناخته شده را به خود اختصاص می‌دهند. این سیارک‌ها در کمربند سیارک درونی به چشم می‌خورند. این سیارک‌ها روشن‌تر بوده و دارای ترکیب نیکل-آهن فلزی با آهن و سیلیکات-منیزیم هستند. سیارک‌های نوع M آخرین نوع عمده به شمار می‌آیند. این سیارک‌ها نسبتاً روشن بوده و اکثر آنها از آهن-نیکل خالص تشکیل یافته‌اند که در ناحیه میانی کمربند سیارک‌ها یافت می‌شوند. بقیهٔ سیارک‌های باقیمانده عبارتند از نوع A، نوع D، نوع E، نوع P، نوع Q و نوع R.

سیارات گازی:

چهار سیاره مشتری، زحل، اورانوس و نپتون سیارات گازی منظومه شمسی را شکل می‌دهند و بیشتر از هیدروژن و هلیوم ساخته شده‌اند و فاقد یک سطح سنگی هستند. این سیارات نسبت به سیاره سنگی از خورشید دور‌ترند، و همچنین دارای حلقه هستند. تعداد اقمار سیارات گازی نیز بسیار بیشتر از سیارات سنگی است. همه این سیارات دارای میدان مغناطیسی هستند. (در میان سیارات سنگی تنها زمین است که دارای میدان مغناطیسی است) در ادامه به ویژگی‌های خلاصه شده چهار غول سیاره‌ای منظومه شمسی خواهیم پرداخت.

مشتری:

در منظومه شمسی از نظر ابعاد و جرم، مشتری بعد از خورشید در جایگاه دوم قرار دارد. این سیاره تقریباً ۲٫۵ برابر مجموع جرم ۷ سیاره دیگر جرم دارد. فاصله میانگین آن تا خورشید ۷۷۸ میلیون کیلومتر یا ۵٫۲ واحد نجومی است. مشتری هر ۱۱٫۸ سال یک دور به دور خورشید می‌چرخد، دوران وضعی این سیاره از دیگر سیارات منظومه سریع‌تر است، به طوری که هر ۹ ساعت و ۵۵ دقیقه یک دور به حول

محور خود می چرخد. این گردش سریع وضعی باعث می شود تا ناحیه استوایی سیاره به سمت بیرون رانده شود و در نتیجه سیاره در ناحیه استوایی ۶,۵ درصد عریض تر از ناحیه قطبی است. انحراف محوری مشتری ۳,۱ درجه است، بنابر این در مشتری تغییر فصول نداریم. اگر با تلسکوپ به مشتری نگاه کنید، احتمالاً می توانید لکه سرخ رنگی را ببینید. این لکه در واقع یک ناحیه پرفشار بزرگ است که در قالب کلی در جهت پاد ساعت گرد و هر ۶ روز یک بار خود را دور می زند. در نواحی بیرونی این توفان سرعت بادها به حدود ۴۳۴ کیلومتر بر ساعت نیز می رسد. این طوفان به حدی بزرگ است که می تواند ۳ سیاره زمین را در خود جا دهد. مشتری همچنین قوی ترین جاذبه را در میان سیارات منظومه شمسی دارد، به طوری که گرانش سطحی آن ۲۴,۸ متر بر مربع ثانیه است. مشتری با داشتن ۷۹ قمر شناخته شده (که البته از این ۷۹ قمر، ۶۳ تا از آن ها قطری کمتر از ۱۰ کیلومتر دارند) دومین سیاره منظومه شمسی از لحاظ تعداد قمر است. مشتری ۴ قمر معروف دارند، که به آن ها قمر های گالیله ای می گویند. دلیل این نام گذاری این است، که کاشف آن گالیلئو گالیله بود که با استفاده از تلسکوپ دست سازش آن ها را مشاهده کرد. قمر های گالیله ای از بزرگ به کوچک عبارت اند از : گانیمد، کالیستو، آیو و اروپا. همه این قمر ها به غیر از اروپا از ماه بزرگ ترند، و گانیمد حتی قطری بیشتر از عطارد دارد. هیچ کدام از این قمر ها اتمسفر قابل توجهی ندارند، می توانیم بگوییم که فاقد اتمسفر هستند. گانیمد بزرگ ترین قمر منظومه شمسی است. از میان این اقمار، گانیمد و اروپا، و احتمالاً کالیستو، در زیر پوسته خود دارای اقیانوسی از آب هستند که می تواند کاندیدایی برای وجود حیات در منظومه شمسی باشند. آیو، فعال ترین جرم منظومه شمسی از لحاظ آتشفشانی است به طوری که بیش از ۴۰۰ آتشفشان فعال دارد. از مهم ترین ماموریت های ارسال شده به مشتری ماموریت جونو است که هم اکنون نیز در حال فعالیت است. این فضا پیمای بدون سرنشین در مدار مشتری قرار گرفته به طوری که در مدار بیضوی شکل خود هر ۵۳ روز یک بار مشتری را دور می زند.

زحل:

زحل با درخشش زردفامش، در میان سیاره های منظومه شمسی به واسطه حلقه های با شکوهی که در اطراف استوای آن قرار گرفته اند متمایز است. (با اینکه همه سیارات گازی دارای حلقه هایی در اطراف خود هستند، حلقه هیچ کدام از آن ها به شکوهمندی زحل نیست). زحل دومین سیاره بزرگ منظومه شمسی است و از سال ۲۰۰۴ تا سال ۲۰۱۷ که فضاپیمای کاسینی به آن رسید مورد مطالعه دقیق قرار گرفت.

فاصله متوسط زحل تا خورشید تقریباً دو برابر فاصله مشتری تا خورشید است، به طوری که در حالت میانگین زحل در فاصله ۹٫۶ واحد نجومی خورشید قرار گرفته است. در این فاصله، ۲۹٫۴۵ سال طول می کشد تا زحل یک دور گردش خود دور خورشید را کامل کند. گردش وضعی زحل نیز مانند مشتری سریع است، به طوری که هر ۱۰ ساعت و ۳۳ دقیقه یک دور حول محور خود را کامل می کند. زحل بر خلاف مشتری شاهد تغییر فصول است، زیرا انحراف محوری ۲۶٫۷ درجه ای دارد. زحل مانند دیگر سیارات گازی، اکثراً از هیدروژن و هلیوم تشکیل شده است. زحل کم چگال ترین سیاره منظومه شمسی است، به نحوی که چگالی متوسط آن ۰٫۶۸۷ گرم بر سانتی متر مکعب است، که حتی کمتر از چگالی آب است. زحل ۸۲ قمر شناخته شده دارد (از میان این قمر ها، ۳۴ تا از آن ها قطری کمتر از ۱۰ کیلومتر و ۱۴ تا از آن قطری میان ۱۰ تا ۵۰ کیلومتر دارند). با این حساب زحل بیشترین تعداد قمر ها را در منظومه شمسی دارد. بزرگ ترین قمر زحل، تیتان است که بعد از گانیمد دومین قمر بزرگ منظومه شمسی به شمار می رود. تیتان دنیایی بسیار جالب و شگفت انگیز است، زیرا تنها قمر منظومه شمسی است که اتمسفری متراکم دارد و در آن شاهد چرخه متان به صورت مایع هستیم. در واقع فشار جو تیتان از فشار جو زمین نیز بیش تر است، به طوری که فشار جو تیتان ۱۴۶٫۷ کیلو پاسکال است. (هر کیلو پاسکال ۱۰۰۰

پاسکال است). ترکیب استراتوسفر تیتان شامل: نیتروژن (۹۸,۴ درصد)، متان (۱,۴ درصد) و هیدروژن (۰,۲ درصد) است. تیتان دارای دریا ها و دریاچه هایی پر شده از متان مایع است، این متان مانند آب روی زمین، تبخیر شده و دوباره به صورت بارش روی مناطقی از تیتان می بارد. از دیگر اقمار بزرگ زحل میتوان به انسلادوس، میماس، دیون، رنه آ، یاپتوس اشاره کرد.

اورانوس:

اورانوس دنیایی آبی رنگ و بدون عوارض سطحی است که سیستمی از حلقه ها و خانواده ای از اقمار آن را در بر گرفته اند. ظاهر غیر ویژه آن فریبنده است و وضعیت لمیده و فصل های طولانی آن باعث تمایز آن از سایر سیاره ها می شود.

اورانوس و نپتون تنها سیاراتی هستند که برای چشمان غیر مسلح قابل مشاهده نیستند. فاصله اورانوس تا خورشید تقریباً دو برابر فاصله زحل تا خورشید است، یعنی چیزی حدود ۱۹,۲ واحد نجومی. اورانوس با قطر حدود ۵۰۷۰۰ کیلومتر، از نپتون بزرگ تر است، اما به دلیل چگالی متوسط کمتر جرمی کوچک تر دارد. به دلیل فاصله زیاد اورانوس تا خورشید، حدود ۸۴ سال طول می کشد تا اورانوس یک دور به دور خورشید بزند. نحوه چرخیدن اورانوس به دور محور خود بسیار عجیب است، انحراف محوری اورانوس ۹۷,۷ درجه است، این بدین معنی است که اورانوس تقریباً افقی به دور خود می چرخد. این نحوه چرخش بدین معناست که مناطق قطبی، ۴۲ سال خورشید به طور مداوم به آن ها می تابد و ۴۲ سال کاملاً در تاریکی به سر می برند! دلیل رنگ آبی متمایل به سبز اورانوس، وجود متان در قسمت بالایی اتمسفر آن است که رنگ آبی را بازتاب می کند. اورانوس ۲۷ قمر شناخته شده دارد، که ز از میان آن ها ۵ قمر از بقیه مهم تر و بزرگ ترند که عبارت اند از: میرندا، آریل، اومبریل، تیتانیا و اوبرون.

نپتون:

نپتون بیرونی ترین سیاره و یکی از سردترین نقاط منظومه شمسی به شمار می رود. این سیاره ۳۰ برابر نسبت به زمین از خورشید دورتر است و دمای ابرهای لایه فوقانی آن به ۲۰۱- درجه سلسیوس می رسد. تنها یک فضاپیما یعنی ویجر ۲ توانسته با عبور از کنار نپتون، اطلاعاتی درباره شکل ظاهری آن، اقمار و حلقه هایش به زمین بفرستد. کشف نپتون با استفاده از محاسبات ریاضی صورت پذیرفت، به طوری اول با استفاده از ریاضی مکان آن را حدس زده و سپس رصد شد.

نپتون طولانی ترین مدار به دور خورشید را دارا است و ۱۶۴٫۸ سال طول می کشد تا یک دور به دور خورشید بزند. فاصله متوسط نپتون تا خورشید ۳۰٫۱ واحد نجومی است. انحراف محوری نپتون مانند اورانوس نیست، بلکه با داشتن انحراف محوری ۲۸٫۳ درجه، کم و بیش شبیه زمین است. با اینکه این سیاره در جایی قرار گرفته که نور خورشید ۹۰۰ بار ضعیف تر از روی زمین است، اما باز هم تغییرات فصلی در این سیاره مشاهده می شود. دلیل رنگ آبی نپتون مانند اورانوس است، متان در لایه های بالایی اتمسفر وجود دارد، متان رنگ آبی را بازتاب می کند و به همین دلیل نپتون آبی به نظر می رسد. با اینکه نپتون قطری کوچک تر از اورانوس دارد اما به دلیل چگالی بالاتر جرم بیشتری دارد. نپتون ۱۴ قمر شناخته شده دارد، که از میان این ها تریتون با قطر ۲۷۰۶ کیلومتر، بزرگ ترین آن هاست. تریتون، مداری مخالف گرد دارد، یعنی اینکه در خلاف جهت دوران وضعی سیاره به دور سیاره در گردش است. در کنار تریتون، قمر های بزرگ تر اورانوس عبارت اند از : پروتئوس، لاریسا، گالاتیا و دسپینا.

دنباله دارها:

دنباله دار یک جرم یخی است که غبار و گاز درون خود را بیرون می پاشد. بیشتر دنباله دارهایی که ما از زمین مشاهده می کنیم در مدار بیضی شکل بزرگی به دور خورشید در گردش هستند. هر دنباله دار از یک هسته جامد که توسط ابری به نام گیسو احاطه شده، تشکیل می شود. دنباله دارها دارای یک یا دو

دم نیز هستند. اغلب دنباله دارها آنقدر کوچک یا کم نور هستند که از زمین، بدون تلسکوپ دیده نمی شوند؛ با اینحال برخی از آنها تا هفته ها در آسمان با چشم غیرمسلح دیده می شوند. ما دنباله دارها را به دلیل گاز و غبار موجود در گیسو و همینطور بازتاب نور در قسمت دم آنها می بینیم. همچنین گازهای دنباله دارها انرژی را که از خورشید جذب کرده اند پخش می کنند و این باعث درخشش آنها می گردد. ستاره شناسان دنباله دارها را بر حسب زمانیکه برای یکبار گردش به دور خورشید در مدار خود صرف می کنند، طبقه بندی می نماید. دنباله دارهای دوره کوتاه کمتر از ۲۰۰ سال زمان برای گردش در مدارشان نیاز دارند و دنباله دارهای دوره بلند بیش از ۲۰۰ سال زمان برای یکبار گردش خود به دور خورشید صرف می کنند.

ستاره شناسان در مورد دنباله دارها بر این باورند که آنها باقیمانده مجموعه ای از گاز، یخ، سنگ و غبار هستند که حدود ۴/۶ میلیارد سال پیش در منطقه بیرون سیارات شکل گرفتند. بعضی از دانشمندان معتقدند که برخی دنباله دارها، آب و مولکول های کربن لازم برای تشکیل حیات در زمین را به این سیاره آورده اند. هسته دنباله دارها یک توپ از یخ و ذرات غبار سنگی است که شبیه به یک گلوله برفی می باشد. یخ هسته دنباله دار عمدتاً از آب منجمد تشکیل شده است اما ممکن است مواد منجمد دیگری نظیر آمونیاک، دی اکسید کربن، مونواکسید کربن و متان نیز در آن وجود داشته باشد. دانشمندان تصور می کنند که هسته برخی از دنباله دارها ترد و شکننده است چرا که آنها شماری دنباله دار پیدا کرده اند که بدون هیچ دلیل واضحی خرد شده اند.

با نزدیک شدن دنباله دار به قسمت های داخلی منظومه شمسی، گرمای خورشید منجر به تبخیر قسمتی از یخ موجود در سطح هسته دنباله دار شده و ذرات غبار و گاز با فشار از دنباله دار به فضا خارج می گردند و به این شکل قسمت گیسو را شکل می دهند. پرتوهای خورشید، ذرات غبار را از قسمت گیسو به

بیرون هل می دهند؛ این ذرات سبب تشکیل دم غباری دنباله دار می شوند. به طور همزمان بادهای خورشیدی بخشی از گازهای دنباله دار را به یون تبدیل میکند، این یون ها نیز به بیرون از گیسو جریان پیدا کرده و دم یونی را شکل می دهند. از آنجاییکه دم های دنباله دارها توسط پرتوها و بادهای خورشیدی جارو زده می شوند همیشه در جهت مخالف خورشید قرار می گیرند.

اینگونه تصور می شود که قطر هسته بیشتر دنباله دارها حدود ۱۶ کیلومتر یا کمتر است. قطر برخی از گیسوها می تواند به ۱/۶ میلیون کیلومتر برسد. برخی از دم ها نیز در مسافتی معادل ۱۶۰ میلیون کیلومتر گسترده می شوند. دانشمندان فکر می کنند که دنباله دارهای دوره کوتاه از کمر بند کویپر که دورتر از مدار سیاره پلوتو قرار دارد می آیند.

سیارات کوتوله:

سیاره کوتوله در تعریف اتحادیه بین المللی اخترشناسی از برخی جرم های آسمانی در سامانه خورشیدی، جرمی دارای ۴ ویژگی زیر است:

۱. در مداری به دور خورشید می گردد.

۲. آنقدر جرم دارد تا خودگرانی آن بر نیروهای جسم صلب غلبه کرده، جسمی با تعادل هیدرواستاتیک (تقریباً گرد) به وجود آید.

۳. تمام مسیر (مدار) خود را از اجرام ریز و درشت جارو نکرده است (آن‌ها جذب یا دفع نکرده)

۴. قمر یک سیاره نیست.

حد بالا و پایینی برای اندازه و جرم سیاره‌های کوتوله، دقیقاً مشخص نشده است. البته حد پایین را تعادل هیدرواستاتیک تعیین می‌کند، اما اندازه‌ای که در آن، این تعادل را برقرار می‌سازد، ممکن است با توجه به ترکیب و تاریخچه جسم تغییر کند. برآورد می‌شود که در سال‌های پیش‌رو، ۴۰ تا ۵۰ سیاره کوتوله کشف شود. در حال حاضر پنج سیاره کوتوله در سامانه خورشیدی به ثبت رسیده است. مثلاً سیاره‌های کوتوله سرس، پلوتون، هائومیا، ماکی‌ماکی و اریس. سرس پیش از این یک سیارک به حساب می‌آمد، پلوتون یک سیاره بود، و اریس که با نام زینا (Xena) نیز شناخته می‌شود، نخستین جسم فرآنیپتونی بود که دریافتند کمی از سیاره مادر پلوتون بزرگ‌تر است.

سیاره پلوتو ۵ قمر با نام‌های شارون، نیکس، هیدرا، سربروس و استوکوس

اریس یک قمر با نام دسنومیا دارد

هائومیا دو قمر با نام‌های هایاکا و ناماکا دارد و شکلی بیضوی شکل دارد دلیل آن هم چرخش سریع بدور خودش است

ماکی‌ماکی دارای یک قمر بنام mk2 است

سرس قمری ندارد و نزدیک ترین سیاره کوتوله به ماست و در کمربند سیارکی واقع شده است

کمربند کویپر:

کمربند کویپر، نخستین بار توسط اخترشناس هلندی تبار، جرارد کویپر عنوان شد؛ وی بر پایه مدار برخی از دنباله‌دارهای شناخته‌شده و وجود اجرامی مانند سیاره کوتوله پلوتون باور داشت که کمربندی از اجرام دنباله دار مانند در ورای مدار نپتون وجود دارند. ۲۰ سال پس از مرگ او نخستین جرم کمربند کویپر در فاصله ۴۲ واحد نجومی از خورشید شناخته شد. این جرم به قطر ۲۴۰ کیلومتر با نام ۱QB۱۹۹۲ نامگذاری شد.

از آن زمان تاکنون بیش از ۸۰۰ جرم دیگر در کمربند کویپر یافته شده‌است. گمان می‌شود حداقل ۳۵۰۰۰ جهان یخ زده با قطری بیش از ۱۰۰ کیلومتر در این منطقه وجود داشته باشند و شاید ده‌ها بار بیش از این، اجرام کوچک‌تری در کمربند کویپر پنهان از دید ما باشند. کل جرم موجود در کمربند کویپر باید چند صد برابر جرم موجود در کمربند سیارک‌ها که در میان مدار مریخ و مشتری است باشد. از جمله اجسامی که در این کمربند هستند می‌توان اریس و پلوتون را نام برد.

ابر اورت:

ابر اورت نام منطقه ای است که بسیاری از دنباله‌دارها، سنگ‌ها و یخ‌هایی که در واقع مربوط به بقایای تولد منظومه شمسی می‌باشند از آن سرچشمه می‌گیرند. دانشمندان معتقدند این ابر از فاصله ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ واحد نجومی آغاز شده و تا فاصله ۵۰،۰۰۰ واحد نجومی که تقریباً برابر با یک سال نوری است، نیز ادامه پیدا می‌کند. برخی دیگر بر این عقیده‌اند که این ابر عظیم حتی تا بیشتر از ۱۰۰،۰۰۰ واحد

نجومی گسترش یافته است و این به آن معناست که لبه اش تا مرز پایانی منظومه شمسی ما کشیده شده است. (یک واحد نجومی برابر فاصله میانگین زمین تا خورشید، حدود ۱۵۰ میلیون کیلومتر است.)

این ابر به یادبود ستاره شناسی به نام **یان اورت** که وجود آن را در سال ۱۹۵۰ پیش بینی کرده بود، "ابر اورت" نهاده شده است. هر چند **دنباله دارهای** اندکی در منظومه شمسی ما از کمربند کوئپپر نشأت می گیرند، اما گمان می رود که اکثرشان به ابر اورت تعلق داشته باشند. در واقع ابر اورت از همان موادی تشکیل شده که دنباله دارها از آن ساخته شده اند. در لبه منظومه شمسی حتی کششی کوچک از گرانش یک ستاره گذرا میتواند دنباله داری را از اسارت گرانش خورشید آزاد کند. پس از آن، این اجرام دارای دوره تناوب چرخشی طولانی می شوند و به سمت مناطق داخلی منظومه شمسی روانه شده و دنباله دارهای مدار بلند را که دوره ی تناوبی تا بیش از هزار سال دارند را می سازند، دوره تناوب دنباله دارهای مدار کوتاه، حداکثر ۲۰۰ سال است. وقتی دنباله داری به درونی ترین منطقه منظومه شمسی می رسد گرمای خورشید آن را می پزد و دگرگونی زیبایی اتفاق می افتد و توده یخ بصورت هاله ای درخشان با دنباله ای زیبا نمایان می شود.

اجرام کمربند کوئپپر و ابر اورت بعنوان **اجرام فرا نپتونی** یا TNOها شناخته می شوند؛ چرا که مدار چنین اجرامی در فاصله دورتری از نپتون نسبت به خورشید قرار گرفته است. چون ابر اورت از کمربند کوئپپر بسیار دورتر است، بخوبی کمربند کوئپپر شناخته شده نیست. بعلاوه؛ ستاره شناسان قادر به تشخیص هویت اجرام این ابر، تا حد اجرام موجود در کمربند کوئپپر نیستند. متأسفانه در حال حاضر و در آینده نزدیک، شانس برای دانشمندان جهت تحقیق بر روی ابر اورت از نزدیک وجود ندارد. تنها **فضایمای افق های نو** توسط ناسا به فضا پرتاب شده که در تابستان ۲۰۱۵ پس از ۹ سال سفر فضایی به پلو می رسد و پس از

بررسی این سیاره کوتوله راهی کمر بند کوئپیر می شود تا این منطقه ی ناشناخته را مورد بررسی قرار دهد.
پس به احتمال بسیار زیاد چندین دهه باقیست تا بشر بتواند فضایی را رهسپار ابر اورت سازد.

اصول پیمایش آسمان:

بعد در اخترشناسی مؤلفه خط یا قوس طولی از مختصات استوایی کره آسمان، مابازای طول جغرافیایی کره زمین است.

میل یکی از دو مختصه ای است که معادل آسمانی عرض جغرافیایی است و برای سنجش موقعیت اجرام در کره آسمان استفاده و نسبت به استوای آسمان اندازه گیری می شود. میل به کوچک ترین زاویه بین یک شی معین و استوای سماوی گفته می شود.

عرض جغرافیایی

در جغرافیا، عرض جغرافیایی یک مختصات جغرافیایی است که موقعیت شمال-جنوب یک نقطه روی سطح زمین را مشخص میکند. عرض جغرافیایی یک زاویه است که 0° در خط استوا تا 90° (شمال یا جنوب) در قطب ها تغییر میکند. خطوط عرض جغرافیایی ممتد، از غرب به شرق می رود مانند دایره هایی موازی با خط استوا. عرض جغرافیایی و طول جغرافیایی با هم استفاده میشوند تا محل دقیق مشخصه های روی زمین را مشخص کند. به خودی خود، اصطلاح عرض جغرافیایی باید خط اقصر در نظر گرفته شود. بصورت خلاصه خط اقصر در یک نقطه زاویه ایست که توسط بردار عمودی (یا نرمال) تا سطح بیضی از آن نقطه ، و سطح استوا شکل یافته است .

دو مرحله از چکیدگی در تعریف عرض و طول جغرافیایی به کار رفته است. در اولین مرحله سطح فیزیکی توسط زمین واره، یک سطح که متوسط سطح دریا روی اقیانوس ها و ادامه داشتن آن در زیر توده زمین را تقریب می زند، ساخته می شود. دومین مرحله این است که زمین واره را توسط یک سطح رجوع از لحاظ ریاضی ساده تر تقریب بزنیم. ساده ترین انتخاب برای سطح رجوع یک کره است، اما زمین واره توسط یک بیضی ذیقتر ساخته میشود. خطوط ممتد عرض و طول جغرافیایی باهمدیگریک شطرنجی را روی سطح رجوع تعیین میکند. عرض جغرافیایی یک نقطه در سطح واقعی مطابق نقطه ی روی سطح رجوع است، مطابقت در کنار نرمال بودن با سطح رجوعی که از میان نقطه ی روی سطح فیزیکی می گذرد. عرض و طول جغرافیایی با یکدیگر با برخی مشخصات ارتفاع یک سیستم مختصات جغرافیایی را تعیین می کند .

از آنجاییکه بیضی های رجوع متفاوت زیادی وجود دارد، عرض جغرافیایی دقیق یک مشخصه یگانه نیست: این در استاندارد ISO تاکید شده است که بیان میکند که "بدون مشخصات کامل سیستم مختصات رجوع، مختصات (که عرض و طول جغرافیایی ست) در بهترین حالت مبهم و در بدترین حالت ، بی معنی هستند ". این اهمیت زیادی در کاربرد های دقیق دارد، مانند یک سیستم موقعیت یابی جهانی (جی پی اس)، اما در استفاده عمومی ، که دقت بالا لازم نیست، بیضی رجوع استفاده نمی شود.

در متون انگلیسی، زاویه ی عرض جغرافیایی معمولا با حرف کوچک یونانی "فی" (ϕ) مشخص می شود.

این در درجه ها، دقیقه ها و ثانیه ها یا درجه

های ده تایی ، شمال و جنوب خط استوا اندازه گیری می شود.

اندازه گیری دقیق عرض جغرافیایی به یک درک از میدان جاذبه ی زمین نیاز دارد، یا جهت راه اندازی دوربین مهندسی یا جهت مشخص کردن مدار ماهواره ی جی پی اس. مطالعه ی صورت زمین به همراه میدان های جاذبه ی آن ، علم زمین سنجی نام دارد.

یک خط طول جغرافیایی نصف یک دایره ی تخیلی بزرگ روی سطح زمین است، که توسط قطب شمال و قطب جنوب مشخص می شود، نقاط با طول های جغرافیایی مساوی را به هم وصل می کند ، همانطور که در درجه های زاویه ای غرب یا شرق طول جغرافیایی اولیه اندازه گیری شد. موقعیت یک نقطه در طول خط طول جغرافیایی توسط آن طول جغرافیایی و عرض جغرافیایی اش داده می شود، که در درجه ی زاویه ای شمال یا جنوب استوا اندازه گیری شده. هر خط طول جغرافیایی بر خط استوا عمود است. همچنین هر خط طول جغرافیایی دارای طول یکسان است، و نصف دایره ی بزرگ روی سطح زمین است و به همین دلیل $93/20,000$ کیلومتر محاسبه می شود.

در نجوم و ناوبری ، کره ی آسمانی یک کره ی انتزاعی ست که یک شعاع بزرگ دلخواه دارد و با زمین هم مرکز است. همه ی اشیاء در آسمان می توانند به عنوان منعکس شده روی سطح درونی کره ی آسمانی دیده شوند، که ممکن است به مرکزیت زمین یا بیننده باشد. اگر به مرکزیت مخاطب باشد، نیمی از کره مانند پرده ی نیم کره ای بر روی مکان بیننده خواهد بود .

کره ی آسمانی یک ابزار کاربردی نجوم کره ای ست، که به منجمان اجازه می دهد موقعیت ظاهری اشیاء در آسمان را مشخص کنند اگر فاصله ی آنها ناشناخته یا بی ربط باشد. در سیستم مختصات استوایی ، استوای آسمانی کره ی آسمانی را به دو نیم تقسیم می کند: نیمه ی شمالی و نیمه ی جنوبی کره.

از آنجاییکه اشیاء آسمانی در فاصله های بسیار دوری هستند، مشاهدات اتفاقی از آسمان هیچ اطلاعات فاصله ی واقعی آنها ارائه نمی دهد. تمام اشیاء آسمانی به طرز برابری دور به نظر می رسند، مثل اینکه درون یک کره با یک شعاع زیاد اما ناشناخته نصب شده اند. که دیده می شود به سمت مغرب روی سر خود می چرخد؛ در همین حال، زمین زیرپا بنظر می رسد که بی حرکت می ماند. برای نجوم کره ای که فقط با جهت هایی به اشیاء آسمانی در نظر گرفته می شود، فرقی نمی کند اگر واقعا موضوع این است یا این زمین است که می چرخد در حالیکه کره ی آسمانی بی حرکت است.

شعاع کره ی آسمانی می تواند نامحدود در نظر گرفته شود. این به این معنی است که هر نقطه ای درون آن، شامل آن که توسط بیننده اشغال شده است، می تواند مرکز در نظر گرفته شود. این همچنان به این معنی است که تمام خطوط موازی، با فاصله ی میلیمتری یا به اندازه ی منظومه شمسی از یکدیگر، کره را در یک نقطه ی واحد قطع می کنند، قابل قیاس با نقطه ی ناپدید کننده ی چشم انداز گرافیکی.

برعکس، بینندگانی که به نقاط مشابه روی یک شعاع نامحدود نگاه می کنند به خطوط موازی نگاه خواهند کرد، و بینندگانی که به یک دایره ی بسیار بزرگ یکسان نگاه می کنند، به سطوح موازی نگاه می کنند. روی یک شعاع یکسان کره ی آسمانی تمام بینندگان یک چیز را در یک جهت می بینند.

برای برخی اشیاء، این فوق العاده ساده شده است. اشیائی که تقریباً نزدیک به بیننده هستند (برای مثال، ماه) تغییر دادن موقعیت بنظر خواهد رسید در مقابل کره ی آسمانی دور، اگر بیننده به اندازه ی کافی دور شود، مثلاً از یک سمت کره ی زمین به سمت دیگر. این تاثیر، که به عنوان اختلاف منظر شناخته می شود، می تواند به عنوان یک مبدا کوچک از یک موقعیت میانه نشان داده شود. کره ی آسمانی میتواند به مرکزیت زمین، خورشید یا هر مکان مناسب دیگر در نظر گرفته شود، و مبدأ هایی از موقعیت هایی که به این مرکزها بر می گردد میتواند محاسبه شوند.

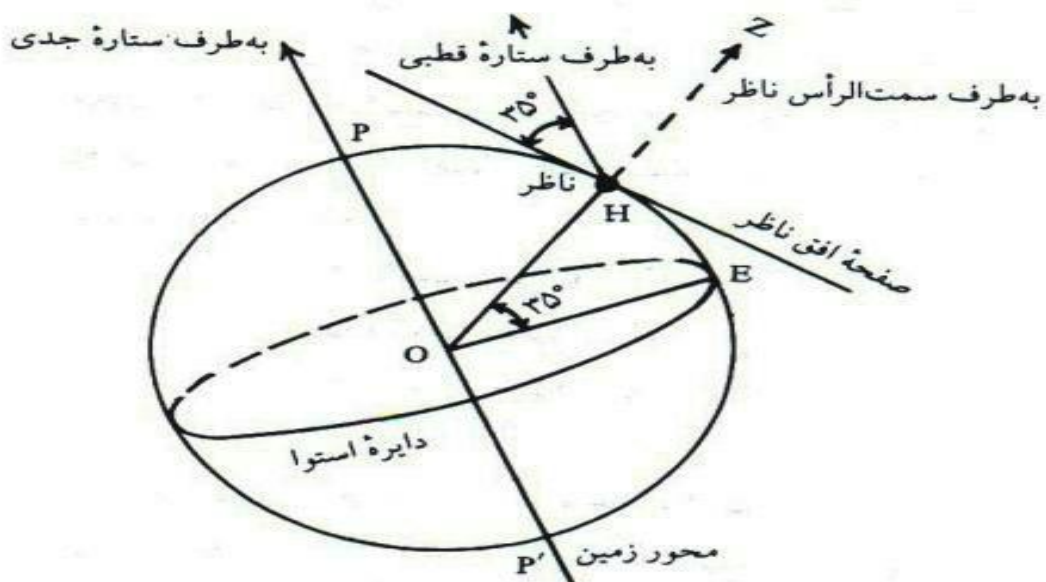
با این شیوه، منجمان می توانند موقعیت های دارای مرکز زمینی یا مرکز خورشیدی اشیاء را روی کره ی آسمانی پیش بینی کنند ، بدون نیاز به محاسبه هندسه جداگانه هر بیننده خاص، و سودمندی کره ی آسمانی تقویت می شود. بیننده های شخصی می توانند روی مبدأ های کوچک خودشان غز موقعیت های میانه کار کنند ،در صورت لزوم. در مواقع زیادی در نجوم، مبدأ ها مهم نیستند.

کره ی آسمانی، بنابراین، می تواند به عنوان یک نوع ابزار مختصر نجومی در نظر گرفته شوند، و به کرات توسط منجمان استفاده می شود. برای مثال، تقویم سالیانه نجومی برای سال ۲۰۱۰ ظهور موقعیت دارای مرکز زمین ماه در یک ژانویه در ساعت ۰۰:۰۰ (زمان زمینی)، در مختصات استوایی، به عنوان دسترسی درست شش ساعت و ۵۷ دقیقه و ۸۶/۴۸ ثانیه را لیست کرده است.

برای کاربرد هایی که به دقت نیاز دارد (مانند محاسبه ی راه سایه ی یک بیضی)، تقویم سالیانه فرمول و شیوه برای مختصات موضعی می دهد، که، همانطور که از یک مکان خاص روی سطح زمین دیده می شود، بر پایه ی یک موقعیت دارای مرکز زمین است. این به شکل عالی میزان جزئیات مورد نیاز در این چنین تقویم های سالیانه ای را خلاصه می کنند، زیرا هر بیننده می تواند با شرایط خاص خودش سر و کار داشته باشد

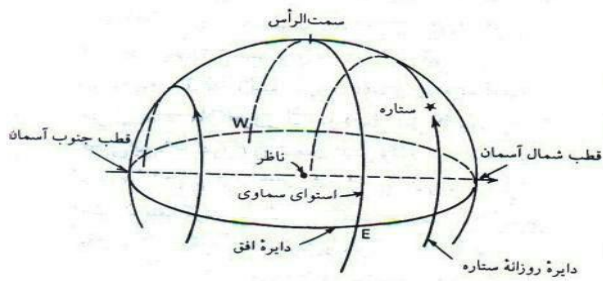
گذشتگان حقیقت واقعی ستاره ها را پیوسته به یک کره ی آسمانی می دانستند ، که در یکروز دور زمین در حال چرخیدن است، و یک زمین بی حرکت. مدل سیاره ای اودوکسان ، که بر پایه ی مدل های ارسطویی و بتلمیوسی بودند، اولین توضیح هندسی برای برای سرگردانی سیاره های قدیمی بودند. بیشتر این "کرات شیشه ای " در حال حمل ستاره های بی حرکت فرض می شدند. او دوکسس از ۲۷ جرم هم

مرکز کره ای استفاده کرد تا به چالش افلاطون پاسخ دهد: با فرض چه یونیفورم و حرکات ترتیبی ، حرکات ظاهر شده ی سیارات می تواند حساب شود؟

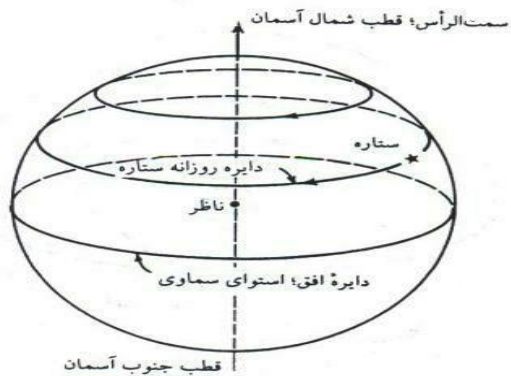


برای ناظری که در استوا زندگی می کند (یعنی در عرض جغرافیایی صفر درجه)، ستاره جدی (قطب شمال آسمان) در افق شمالی (یعنی در ارتفاع صفر درجه) است. (توجه کنید که ناظر ممکن است به دلایل جوی یا عوارض طبیعی زمین نتواند آن را رؤیت کند). از دید ناظری که فرضاً در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه شمالی زندگی می کند، مطابق (شکل شماره ۱) ارتفاع ستاره جدی ۳۵ درجه است. با یک استدلال هندسی ساده، در هر عرض جغرافیایی :

عرض جغرافیایی ناظر = ارتفاع قطب شمال آسمان می توانید این رابطه را برای عرضهای جغرافیایی جنوبی نیز تحقیق کنید. بنابر این با اندازه گیری ارتفاع ستاره جدی در هر نقطه نیمکره شمالی زمین می توان تقریباً عرض جغرافیایی آن را به دست آورد.

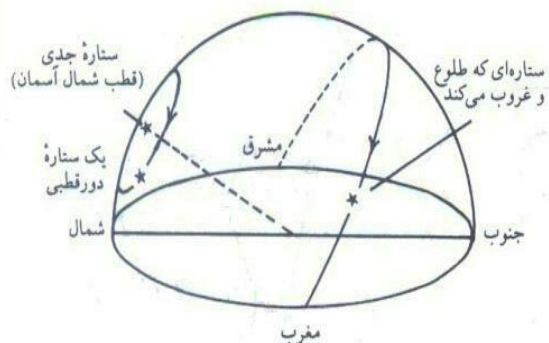


کره آسمان برای ناظری که در استوا زندگی می کند نشان می دهد. برای چنین ناظری، قطب شمال آسمان منطبق بر افق ناظر است و دایره استوای سماوی از سمت الرأس می گذرد. مدارهای حرکت روزانه ستارگان همه بر صفحه افق عمودند



به همین ترتیب عرض جغرافیایی ناظری که در قطب شمال زندگی می کند ۹۰ درجه است. برای این ناظر قطب شمال آسمان در سمت الرأس است. استوای سماوی منطبق بر دایره افق. مدارات حرکت روزانه ستاره ها همه به موازات افق هستند.

برای ناظری که در عرضهای جغرافیایی میانه زندگی می کند، وضعیت آسمان بین این دو حالت است. هر ستاره ای که فاصله اش از قطب شمال درست به اندازه عرض جغرافیایی مکان ناظر باشد، در پایین ترین وضعیت، بر افق شمالی خواهد بود. اگر فاصله ستاره ای از قطب، کمتر از عرض جغرافیایی مکان ناظر باشد،



آن ستاره هرگز به زیر افق نخواهد رفت و ستاره ای ادور قطبی است (ستاره همیشه طلوع)

ستاره های دور قطبی و ستاره هایی که طلوع و غروب دارند

ستاره دبه (α - دب اکبر) در صورت فلکی دب اکبر، به فاصله ۲۸ درجه از قطب شمال آسمان قرار دارد. این ستاره برای ناظری که در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه زندگی می کند، ستاره ای دور قطبی است. ولی ستاره عیوق، پر نور ترین ستاره صورت فلکی ممسک اعنان، که ۴۴ درجه از قطب شمال فاصله دارد برای این ناظر ستاره دور قطبی نیست.

واضح است که ماده ی تاریک در مقیاس بزرگ تر نمود بیشتری پیدا می کند، به همین دلیل دانشمندان با بررسی ۱۳۵ تصویر عدسی گرانشی از ۴۲ کهکشان دوردست در خوشه کهکشانی آبل ۱۶۸۹ موفق شدند نقشه ماده تاریک درون این خوشه کهکشانی را بدست بیاورند. این ۴۲ کهکشان دوردست بین ۷ تا ۱۲ میلیارد سال نوری از زمین فاصله دارند و اگر عدسی گرانشی آبل ۱۶۸۹ نبود، امکان نداشت آنها را مشاهده کرد. صورت گرفته است. محققان معتقدند ماده تاریک و انرژی تاریک تشکیل دهنده بخش زیادی از جرم موجود در جهان قابل مشاهده هستند. اجزای ماده تاریک جرم بسیار بیشتری از قسمت دیده شدنی کائنات دارند.