

نخستین درس در ستاره شناسی - بخش دوم

درس اول: نگاهی به منظومه شمسی

دکتر حسین شناور



پروژه سراسری دانش آموزی امام جعفر صادق (ع) کهنان



مدیریت آموزش و پرورش شهرستان گلبهار

- این مجموعه درس برای آشنایی مقدماتی دانش آموزان و علاقمندان فارسی زبان با مباحث نجوم، اختر فیزیک و کیهان شناسی طراحی شده است. هدف اصلی این مجموعه درس، افزایش دانش علاقمندان به ستاره شناسی است؛ هرچند، به برخی مهارت های مربوطه نیز پرداخته خواهد شد.
- خواهشمندم هرگونه اشتباه نوشتاری، مفهومی و یا محاسباتی را به آدرس ایمیل من ارسال کنید تا در ویرایش های بعدی تصحیحات لازم اعمال شوند:
h.shenavar@gmail.com
- از همکاران محترم در گلبهار و گلکان، برای همفکری ها و حمایت هایشان از فعالیت های پژوهش سرای دانش آموزی گلکان، کمال سپاسگزاری را دارم.
- برای ضبط این درس ها از نرم افزار Zoom استفاده شده است.

آنچه گذشت: مقدمات نجوم

• موضوعات مطرح شده بخش اول از نخستین درس
در ستاره شناسی، یعنی مقدمات نجوم، به صورت زیر است:

۱ طرح درس

۲ مقدمه ای بر نجوم

۳ نجوم با چشم غیر مسلح

۴ چرخه های آسمان

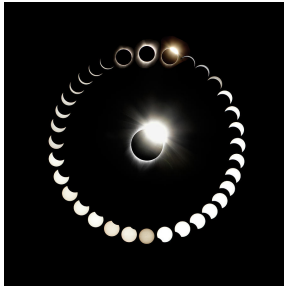
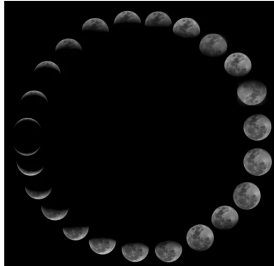
۵ ماه و هلال هایش

۶ خورشید گرفتگی و ماه گرفتگی

۷ تلسکوپ ها

۸ گرانش به زبان ساده

۹ جزر و مد



طرح درس کلی "نخستین درس در ستاره شناسی"



نخستین درس در ستاره شناسی به چهار بخش زیر تقسیم می شود.

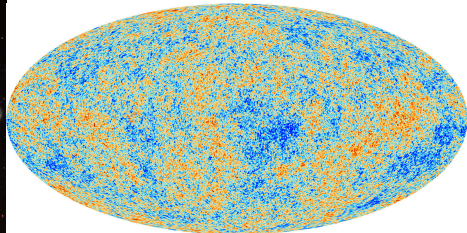
بخش نخست: مقدمات نجوم

بخش دوم: منظومه شمسی

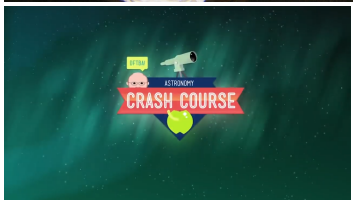
بخش سوم: ستاره ها

بخش چهارم: کهکشان ها و کیهان

هر بخش شامل چندین درس خواهد بود.



طرح درس کلی "نخستین درس در ستاره شناسی"



این مجموعه درس بر اساس سرفصل های دوره فشرده نجوم PBS با عنوان *Crash Course Astronomy* تهیه شده است؛ هرچند، از منابع دیگر هم استفاده خواهد شد.

نویسنده اصلی مجموعه دوره فشرده نجوم Philip Cary Plait می باشد که با نام های *The Bad Astronomer* و منجم ناقلنا هم فعالیت می کند.

دلیل اصلی من برای انتخاب سرفصل های فیل پلایت، تاکید بر تصویری بودن مباحث (بدون نیاز به ریاضیات و فیزیک پیشرفته) است.

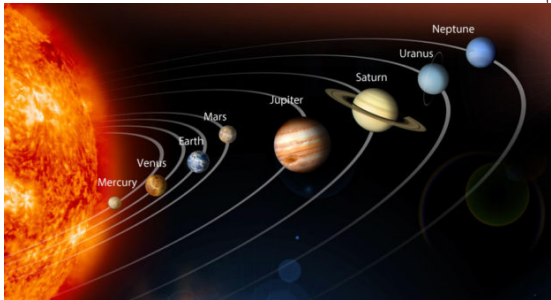
البته، دوره هایی که پس از "نخستین درس در ستاره شناسی" ارائه خواهند شد، دوره های مهارتی نجوم خواهند بود و به ریاضیات و فیزیک پیشرفته تری نیاز خواهند داشت.

منظومه شمسی: خورشید و همه چیزهایی که به صورت گرانشی به خورشید وابسته اند.

● منظومه شمسی سیستمی شامل خورشید و همه چیزهایی است که به صورت گرانشی به خورشید وابسته اند. این مجموعه شامل خورشید، سیارات، قمرها، سیارک ها، شهاب سنگ ها، کمی گاز و ... است.

● خورشید ۹۸٪ جرم منظومه شمسی را در بر گرفته است. سنگین ترین جرم بعدی، یعنی مشتری، اندازه ای در حدود یک دهم قطر خورشید و جرمی کمتر از یک درصد جرم خورشید دارد.

● منظومه شمسی سیستم بسیار مهمی از نظر نجومی و فیزیکی محسوب می شود. بسیاری از نظریات فیزیکی در این مجموعه آزموده شده اند. ما منظومه شمسی را بهتر از هر نقطه دیگر کیهان می شناسیم. این مجموعه درس (شامل ۱۵ درس) درباره منظومه شمسی خواهد بود.



ما از روی زمین نظاره گر منظومه شمسی هستیم.

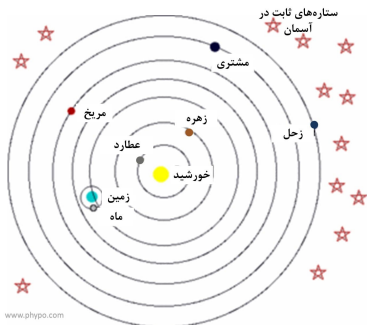


انسان برای هزاران سال منظومه شمسی را از روی زمین مشاهده کرده است. سیاره زمین یک گوی چرخان و در حال دوران به دور خورشید است؛ ولی انسان تا مدت ها این واقعیت را نمی دانست.

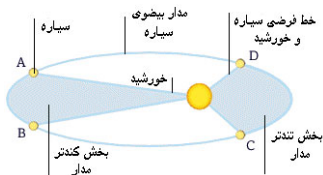
دانشمندان یونان باستان به کروی بودن زمین پی برده بودند؛ ولی اکثر آنها فکر می کردند که زمین ساکن است (برخی مانند آریستارخوس ساموسی استثناء بوده اند).

همانطور که قبلا اشاره شد، افلاطون و ارسطو به مرکزیت زمین اعتقاد داشتند و اکثر دانشمندان تا پانصد سال پیش نیز این نظر را می پذیرفتند. این مدل مشکلات بسیاری داشت؛ هرچند، با بیشتر مشاهدات تا آن زمان سازگار بود و منجمین سعی می کردند با اضافه کردن فرض های جدید مشکلات را برطرف کنند.

انقلاب در نظریات نجومی



www.phypo.com

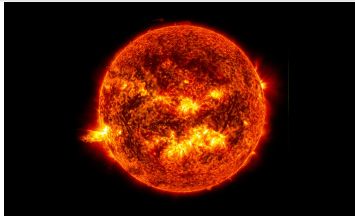


● نظریه خورشید مرکزی کوپرنیک بر اساس مدارهای دایره ای بنا شده بود؛ بنابراین توانایی پیش بینی دقیق حرکت سیارات را نداشت.

● مدل خورشید مرکزی کپلر بر اساس مدارهای بیضی شکل استوار بود و مدار حرکت سیارات را تا حد بسیار خوبی پیش بینی می کرد. این مدل همچنین توانست ایده های اصلی برای توصیف ریاضیاتی حرکت سیارات را در اختیار نیوتن قرار دهد.

● نظریه مکانیک نیوتن شامل دو دسته قوانین است: قوانین حرکت (قانون اول تا سوم نیوتن) و قوانین نیرو (مانند قانون گرانش نیوتن). این نظریه اساس فهم ما از منظومه شمسی (و تقریباً همه نجوم) است. تصحیحاتی که نظریه اینشتین به نظریه نیوتن وارد می کنند معمولاً در سرعت ها و شتاب های بسیار زیاد اهمیت دارند؛ بنابراین، می توان نظریه نیوتن را با اطمینان پایه نجوم فرض کرد.

خورشید و منظومه خورشیدی

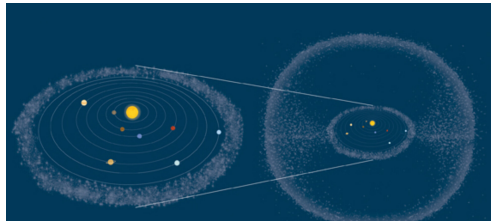
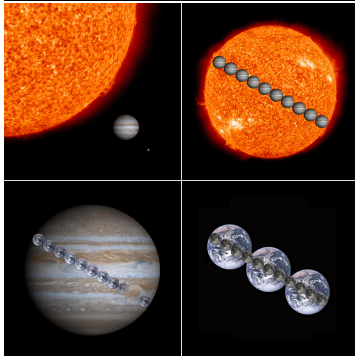


خورشید عملاً مهم ترین جسم منظومه شمسی است زیرا سنگین ترین جسم این منظومه است و گرانش آن بر گرانش بقیه سیارات غلبه دارد.

سیارات بسیار کوچکتر از خورشید هستند؛ هرچند در برابر مقیاس های روزمره ما بسیار بزرگ محسوب می شوند.

بعد از خورشید سنگین ترین جسم سیاره مشتری است. اندازه مشتری را در مقایسه با خورشید و زمین می بینید. قطر مشتری ۱۱ برابر قطر زمین است.

سیارات، سیارک ها، ستاره های دنباله دار، شهاب سنگ ها و گاز هم در منظومه شمسی داریم.



درباره مفهوم سیاره



تعریف سیاره همچنان بحث برانگیز است و برخی اعتقاد دارند که نمی توان تعریف جامعی برای سیاره ارائه کرد. به گفته برخی دانشمندان سیاره به جرمی گفته میشود که

در مداری به دور خورشید بچرخد.
دارای جرم کافی برای ایجاد شکل کروی باشد.
دارای جرم کافی برای جذب اجرام کوچکتر
اطراف مدار خود باشد.

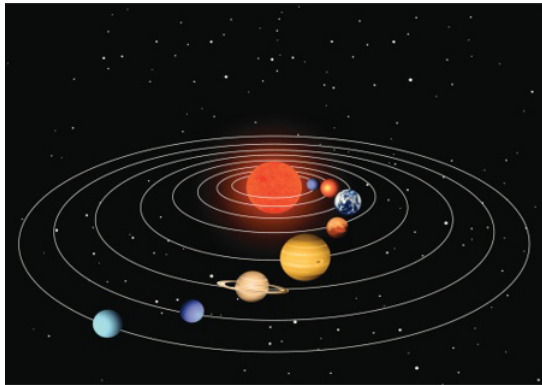
انجمن بین المللی نجوم در سال ۲۰۰۶ چنین تعریفی را برای سیاره ارائه کرده است. بنا به این تعریف، پلوتو دیگر یک سیاره نیست بلکه یک سیاره کوتوله است زیرا شرط سوم را برآورده نمی کند. جرم پلوتو به میزانی نیست که بتواند اجرام کوچکتر اطراف مدار خود جذب کند.

بنا به تعریف سال ۲۰۰۶، اجرامی که دو شرط اول را دارا بوده ولی در شرط سوم صدق نمی کنند را سیاره کوتوله می نامند.

تعریف سیاره ممکن است در آینده تغییر کند.

ویژگی های منظومه شمسی: سیارات تقریباً در یک صفحه حرکت می کنند.

- اگر به مدار سیارات منظومه شمسی دقت کنید، خواهید دید که این مدارها تقریباً در یک صفحه قرار گرفته اند (یعنی در همه فضا پخش نشده اند).



- مشاهده بالا یکی از مهم ترین ویژگی های منظومه شمسی است و نکات بسیاری را درباره تشکیل این سیستم به ما می گوید. برخی مشاهدات دیگر:

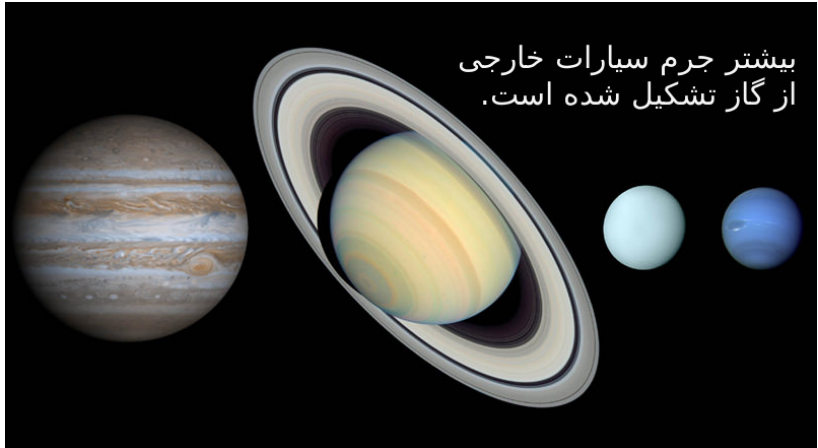
ویژگی های منظومه شمسی: سیارات داخلی

- سیارات داخلی منظومه (تیر، ناهید، زمین و مریخ) همگی نسبتاً کوچک و سنگی هستند.

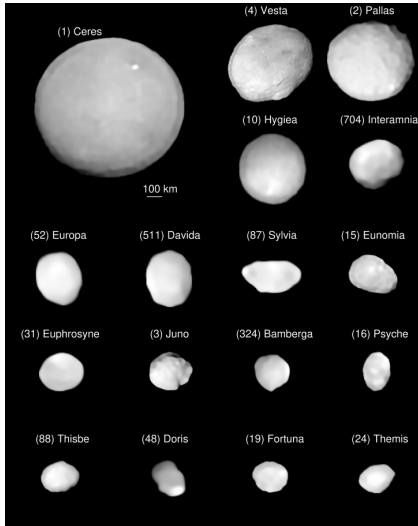


ویژگی های منظومه شمسی: غول های گازی

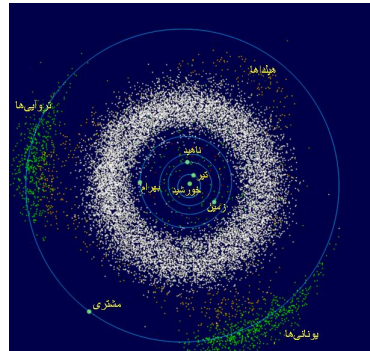
- سیارات خارجی منظومه (مشتری، زحل، اورانوس و نپتون) بسیار بزرگترند و جو بسیار ضخیمی دارند.



ویژگی های منظومه شمسی: کمربند سیارکی



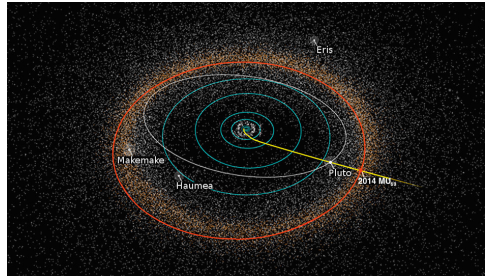
در بین مریخ و مشتری، کمربند سیارکی را داریم که شامل میلیون ها تخته سنگ است. البته سیارک ها در نقاط دیگر منظومه شمسی هم وجود دارند، ولی اکثرا در کمربند سیارکی پیدا می شوند. تعدادی از بزرگترین سیارک ها را در شکل مقابل می بینید. کمربند سیارکی هم در صفحه اصلی سیارات قرار دارد.



ویژگی های منظومه شمسی: کمربند کایپر



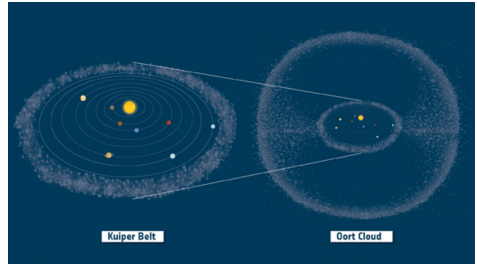
در خارج از مدار نپتون هم تعدادی اجرام سنگی-یخی داریم که به کمربند کایپر مشهور هستند. این کمربند هم تقریباً در صفحه سیارات است. به مکان کمربند کایپر نسبت به مدار پلوتو دقت کنید.



ویژگی های منظومه شمسی: ابر اورت



- ابر اورت در فاصله بسیار زیادی از منظومه شمسی تشکیل شده است. شکل این ابر بیشتر شبیه به یک کره است.



- به یاد داشته باشیم: وجود الگوهای مشخصی در طبیعت معمولاً به معنی رخدادها و قوانین بسیار مهم طبیعت است.
- ساختار منظومه شمسی چگونه داستان تشکیل این منظومه را توضیح می دهد؟

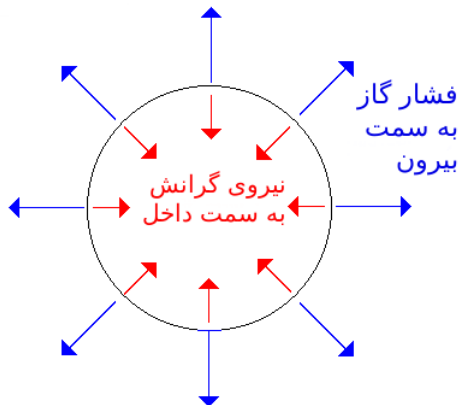
پدید آمدن منظومه شمسی: توده گاز اولیه در ۴/۶ میلیارد سال پیش

- تقریباً ۴/۶ میلیارد سال پیش در این منطقه از کهکشان راه شیری گازی متشکل از هیدروژن، هلیوم و کمی عناصر دیگر وجود داشت. هیدروژن و هلیوم از بیگ بنگ به جا مانده اند.



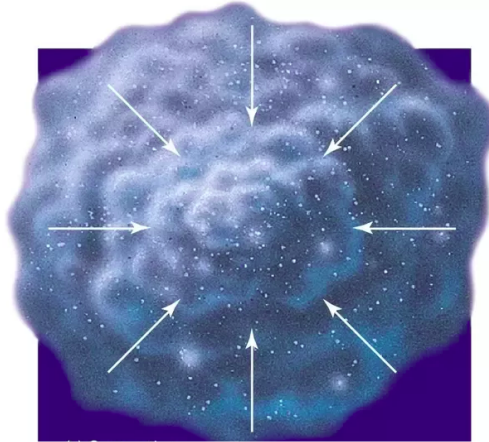
پدید آمدن منظومه شمسی: توده گاز در ابتدا در حالت تعادل است.

- این گاز در ابتدا در حالت تعادل بوده است: یعنی فشار گاز که به سمت بیرون است (این فشار در اثر گرم بودن گاز است)، مانع از رمبش گاز بوسیله نیروی گرانش به سمت داخل می شده است.



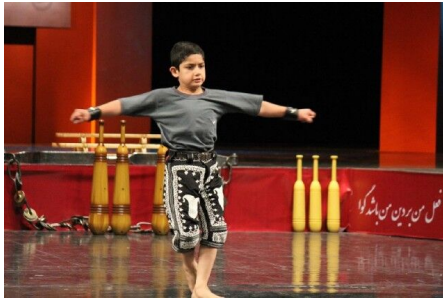
پدید آمدن منظومه شمسی: تعادل از دست می رود.

- ولی این تعادل به دلیلی به هم خورده است (شاید به دلیل انفجار یک ستاره و یا نزدیک شدن یک توده گاز دیگر). در نتیجه گاز متراکم شده و گرانش موفق می شود باعث سقوط گاز به سمت داخل شود.



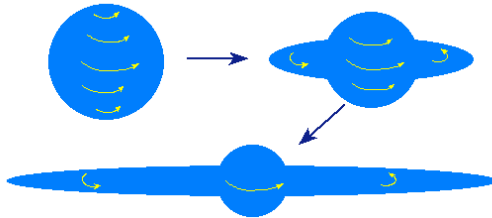
پدید آمدن منظومه شمسی: سرعت دوران گاز زیاد می شود.

- رمبش گاز باعث می شود که سرعت دوران بسیار بیشتر شود. دقیقاً مثل وقتی که یک نفر با دستان باز می چرخد و ناگهان دستان خود را می بندد؛ در این حالت سرعت چرخش او بیشتر می شود. ممکن است دوران توده گاز ابتدایی بسیار کم باشد؛ ولی در اثر این رمبش سرعت دوران به شدت افزایش می یابد.



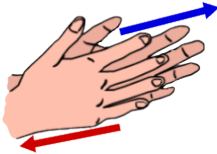
پدید آمدن منظومه شمسی: گاز کروی اولیه در اثر دوران به شکل قرص در می آید.

- دوران گاز باعث تخت شدن آن (تشکیل دیسک و یا قرص) می شود. برای درک این نکته نانوایان را در نظر بگیرید که برای نازک کردن نان آن را در هوا می چرخانند.



پدید آمدن منظومه شمسی: اصطکاک مواد باعث افزایش دمای قرص می شود.

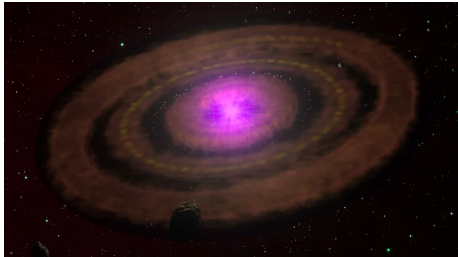
- موادی که در مرکز جمع می شوند بسیار فشرده و داغ می شوند (به دلیل اصطکاک). درست مثل حالتی که اصطکاک دست ها باعث گرمی دست می شود.



پدید آمدن منظومه شمسی: سنگ ها در نواحی دورتر از مرکز تشکیل می شوند.

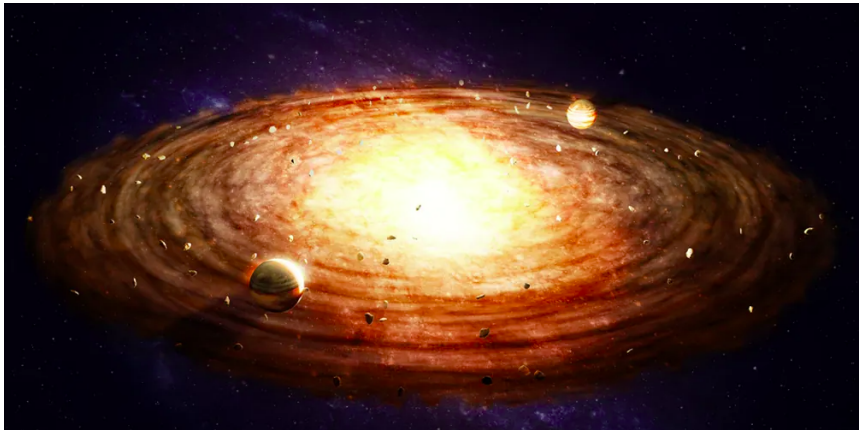


• در نواحی دورتر از مرکز، دمای توده گاز کمتر است و مواد کم کم به هم می چسبند و توده های بزرگتر تشکیل می دهند.



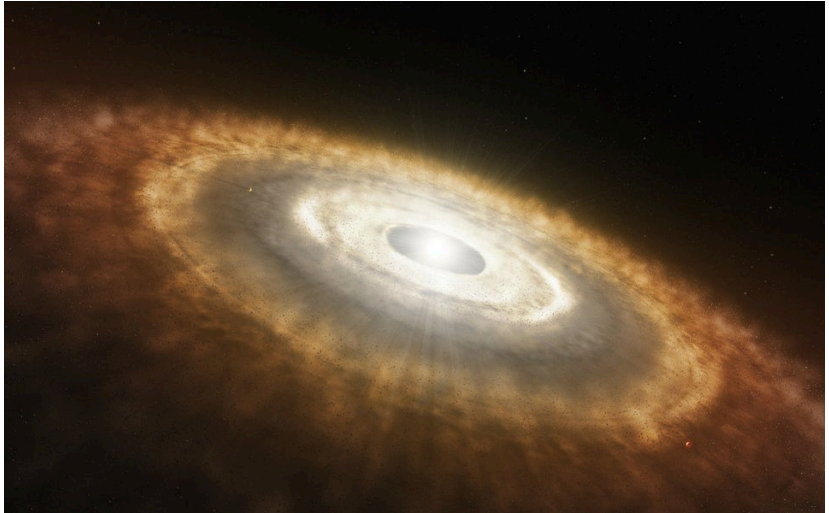
پدید آمدن منظومه شمسی: خرده سیاره ها (سیاره های نوزاد) تشکیل می شوند.

- وقتی که این توده ها به همدیگر چسبیده و بزرگتر می شوند، گرانش آنها نیز افزایش می یابد. در نتیجه توده های نزدیک را نیز به خود جذب کرده و همچنان رشد می کنند. این توده های بسیار بزرگ را خرده سیاره می نامند که عملاً دوران نوزادی یک سیاره هستند.

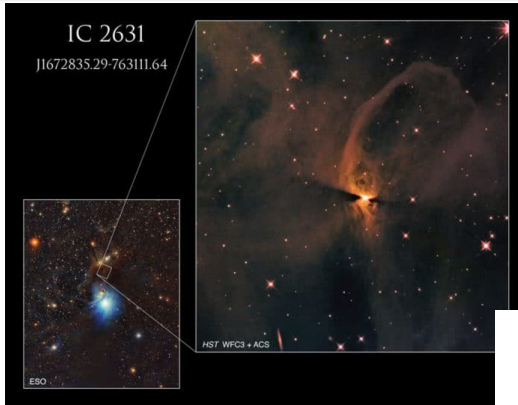


پدید آمدن منظومه شمسی: پیش ستاره

- در حالی که خرده سیاره ها تشکیل شده و رشد می کنند، مرکز دیسک هم رشد می کند. این حالت در مرکز دیسک را پیش ستاره می نامند. هنوز ستاره متولد نشده است!

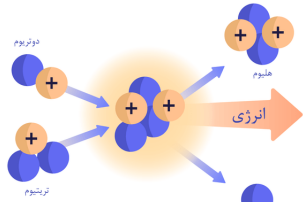


پدید آمدن منظومه شمسی: ستاره متولد می شود!



در نهایت، دوران و اصطکاک توده گاز باعث می شود که دمای پیش ستاره بسیار بالا رفته و واکنش همجوشی هسته ای رخ می دهد (اتم های هیدروژن در اثر همجوشی هسته ای تبدیل به اتم های هلیوم می شوند). این اتفاق باعث آزاد شدن انرژی بسیار زیادی می شود. در این لحظه ستاره متولد شده است.

همجوشی هسته ای



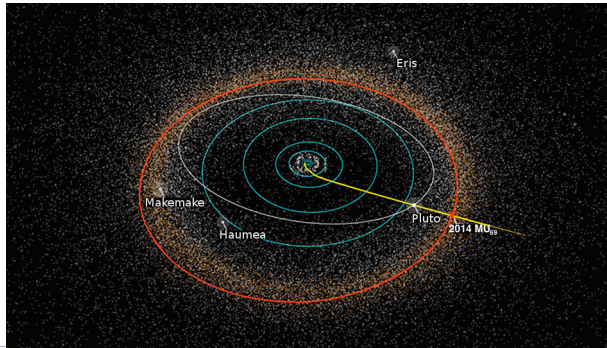
آیا داستان گفته شده ساختار منظومه شمسی را توضیح می دهد؟

- سیارات نزدیک به خورشید گرمتر هستند و بنابراین بیشتر هیدروژن و هیلوم در این سیارات تبخیر می شوند. هرچند، سیارات خارجی سردتر هستند و می توانند این اتم های سبک را نگه دارند. در نتیجه، اتمسفر سیارات خارجی شامل میزان زیادی هیدروژن و هیلوم است. جرم این اتمسفر از جرم هسته سنگی این سیارات هم بیشتر است. این ها غول های گازی منظومه شمسی هستند.

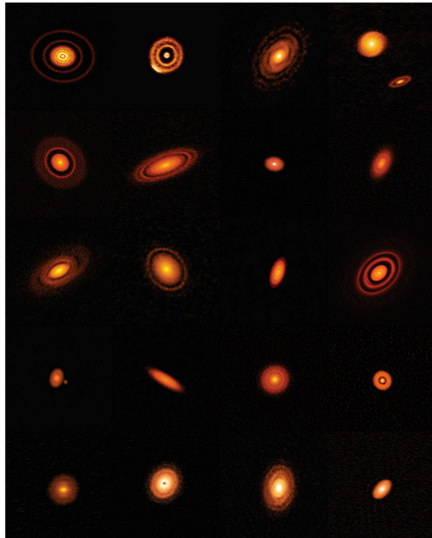


آیا داستان گفته شده ساختار منظومه شمسی را توضیح می دهد؟

- در فاصله های زیاد از خورشید، تکه های بزرگ یخ نیز تشکیل می شوند. این تکه های یخی زیاد بزرگ نمی شوند. همچنین، بسیاری از این تکه های یخی وقتی به نزدیکی سیارات می رسند، به فاصله های دور پرتاب می شوند.
- تخته سنگ هایی که بین مریخ و مشتری حضور داشته اند، در اثر گرانش مشتری و مریخ، نتوانسته اند تشکیل یک سیاره دهند. گرانش می تواند سیاره را تشکیل دهد ولی در شرایطی می تواند مزاحم تشکیل سیاره نیز شود.



آیا داستان گفته شده ساختار منظومه شمسی را توضیح می دهد؟



این بهترین توصیفی است که ما تاکنون از تشکیل منظومه شمسی به دست آورده ایم. اثرات این فرایندها هنوز هم موجودند (تختی دیسک، سیارات سنگی داخلی و غول های گازی خارجی، کمربندهای سیارکی و ...).

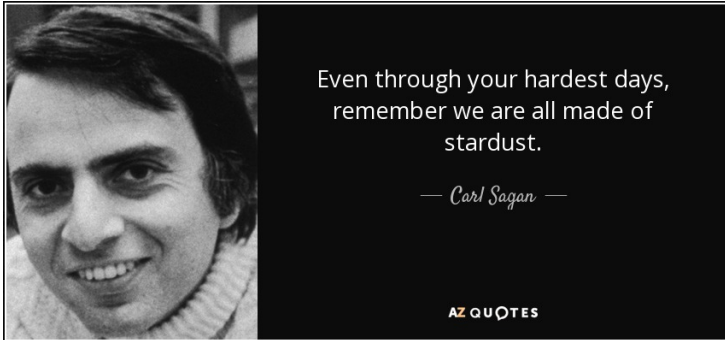
ریاضیات و فیزیک چنین توصیفی را برای ما ممکن ساخته اند؛ هرچند، هم اکنون نیز می توان سیارات و ستاره های در حال تشکیل را مشاهده کرد و درستی این فرضیات را سنجید.

ما فقط یکی از منظومه های شمسی هستیم. سناریویی که در اینجا در ۴/۶ میلیارد سال پیش اتفاق افتاد، هم اکنون به صورت روزانه در کهکشان ما و دیگر کهکشان ها در حال رخ دادن است.

تصاویر دیسک های پیش سیاره ای از رصدخانه ALMA را می بینید.

برآمده از غبار ستارگان!

- هر اتم در بدن شما، و هر اتم در همه درختان و همه چیزهایی که در اطراف ما موجودند از ستارگان آمده اند. ما، به معنی واقعی کلمه، از غبار ستارگان ساخته شده ایم.



نکات مهم این درس

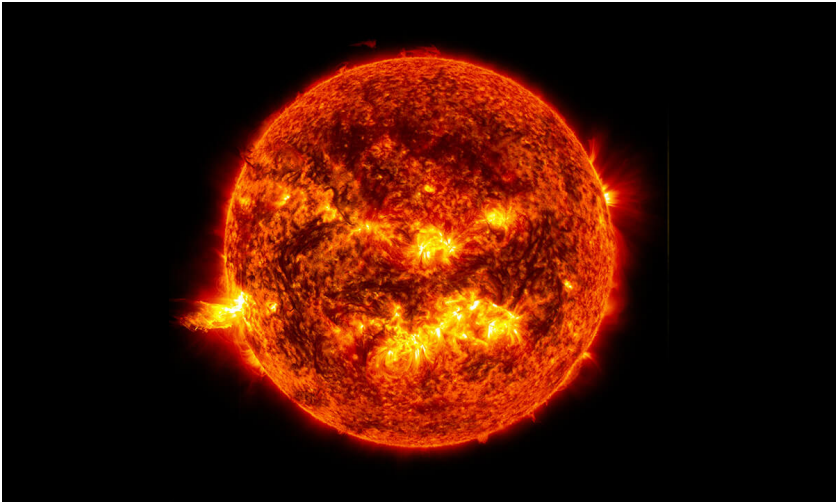
انتظار این است که در انتهای این درس شما بتوانید مفاهیم اصلی منظومه شمسی را بیان کنید. همچنین، انتظار می رود که بتوانید پرسش های زیر را پاسخ گوید:

- ۱ خورشید چند درصد جرم منظومه شمسی را در بر گرفته است؟ چرا می گوییم خورشید مهم ترین جسم این مجموعه است؟
- ۲ نظریات توصیف کننده منظومه شمسی را به ترتیب تاریخی نام ببرید.
- ۳ اجزای اصلی منظومه شمسی را نام ببرید.
- ۴ تعریف سیاره را بیان کنید و توضیح دهید که چرا پلوتو دیگر یک سیاره محسوب نمی شود.
- ۵ مدار سیارات در منظومه شمسی چه ویژگی هایی دارند؟
- ۶ سیارات داخلی و خارجی گازی هستند و یا سنگی؟
- ۷ منظومه شمسی چند کمر بند سیارکی دارد؟
- ۸ ابر اورت چیست؟ شکل آن چگونه است؟
- ۹ مراحل تشکیل منظومه شمسی را به اختصار توضیح دهید.
- ۱۰ توضیح دهید که تشکیل منظومه شمسی چطور به هم صفحه بودن مدار سیارات منجر شده است.
- ۱۱ توضیح دهید که چرا سیارات خارجی مقدار زیادی گاز هیدروژن و هلیوم دارند ولی سیارات داخلی مقادیر بسیار کمتری از این دو عنصر دارند.
- ۱۲ منظور از پیش ستاره چیست؟ منظور از خرده سیاره چیست؟

اگر درباره هر کدام از مفاهیم یاد شده بالا مشکلی احساس می کنید، می توانید درس را یک بار دیگر مرور کنید.

مبحث بعدی: ستاره ما، خورشید

در جلسه بعد، ساختار خورشید را با جزییات بیشتر مطالعه خواهیم کرد.



منابع درس

- ❶ PBS Crash Course Astronomy by Phil Plait, available on YouTube and PBS website

- ❶ نجوم به زبان ساده، مایر دگانی، ویراست سوم، ترجمه محمدرضا خواجه پور، انتشارات گیتاشناسی، ۱۳۹۳
- ❷ اساس ستاره شناسی، مایکل سیدز، جلد‌های ۱ و ۲، ترجمه اشرفی و صالحی، ویراسته خواجه‌وی، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، ۱۳۹۰

با سپاس از توجه شما،
لطفاً ما را در شبکه های
اجتماعی دنبال کنید.