

نخستین درس در ستاره شناسی - بخش نخست

درس هفتم: تلسکوپ ها

دکتر حسین شناور



پروژه سرای دانش آموزی امام جعفر صادق (ع) گیلان



مدیریت آموزش و پرورش شهرستان گلبهار

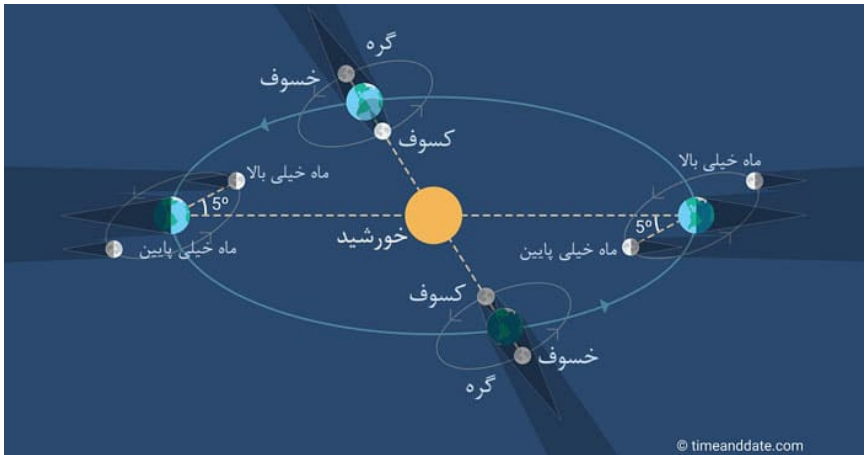
- این مجموعه درس برای آشنایی مقدماتی دانش آموزان و علاقمندان فارسی زبان با مباحث نجوم، اختر فیزیک و کیهان شناسی طراحی شده است. هدف اصلی این مجموعه درس، افزایش دانش علاقمندان به ستاره شناسی است؛ هرچند، به برخی مهارت های مربوطه نیز پرداخته خواهد شد.
- خواهشمندم هرگونه اشتباه نوشتاری، مفهومی و یا محاسباتی 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 مجموعه درس از نرم افزار Zoom استفاده شده است.

۱ درس هفتم: تلسکوپ ها

- تلسکوپ های اپتیکی
- تلسکوپ های غیر اپتیکی

آنچه گذشت: خورشید گرفتگی و ماه گرفتگی

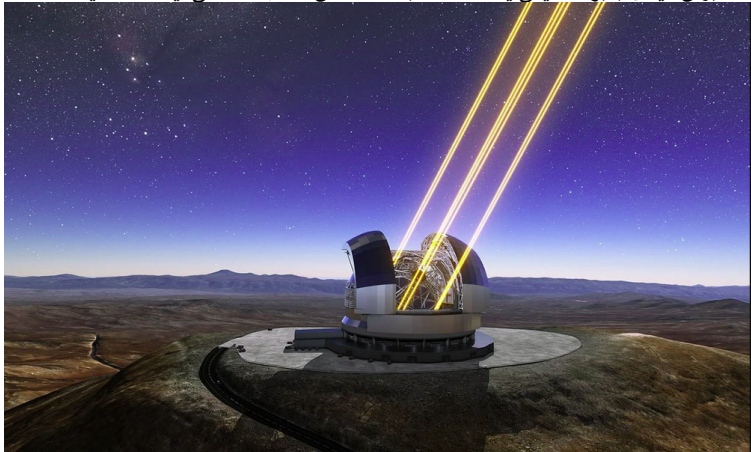
- هندسه پدیده های خورشید گرفتگی (کسوف) و ماه گرفتگی (خسوف) را در شکل زیر می بینید.



© timeanddate.com

اهمیت تلسکوپ

- اهمیت تلسکوپ ها را می توان در یک جمله ساده بیان کرد:
هرگاه که بشر توانسته است گام اساسی برای افزایش قدرت تلسکوپ ها (نسبت به تلسکوپ های قبلی) بردارد، دانش ما نسبت به دنیای اطراف تقریبا به صورت آنی افزایش پیدا کرده و مدل ما برای کیهان بهبود عظیمی یافته است. به مثال های که در ادامه می آید دقت کنید.



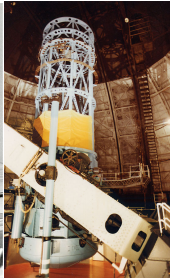
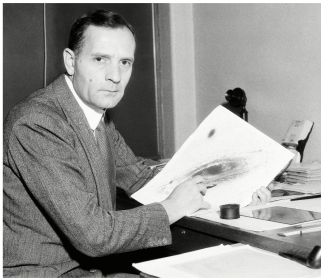
تلسکوپ نیوتن: اپتیک نظری و آغاز عصر مکانیک آسمانی

همانطور که در ادامه خواهیم دید، نیوتن تلسکوپی را اختراع کرد که به نام تلسکوپ بازتابی و یا نیوتنی معروف است. این تلسکوپ برخی از ایرادات اساسی تلسکوپ گالیله ای را ندارد. مشاهدات انجام شده توسط این تلسکوپ، و تلسکوپ گالیله ای، را می توان به عنوان آغاز عصر مکانیک آسمانی (سماوی) در نظر گرفت. در این دوره، منجمین، فیزیک دانان و ریاضی دانان نشان دادند که اجرام آسمانی تا حد بسیار خوبی از نظریه نیوتن در مکانیک پیروی می کنند. همچنین، بر اساس کارهای نیوتن و هویگنس در اپتیک (نورشناخت) معلوم شد که می توان کیفیت تلسکوپ ها را با بررسی های دقیق اپتیکی بهبود داد.

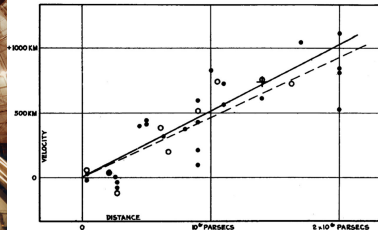


ادوین هابل با استفاده از تلسکوپ هوکر: کیهان در حال انبساط است!

- تا اوایل قرن گذشته، دانشمندان مطمئن بودند که دنیا ایستاست! با ابداع نظریه نسبیت عام توسط اینشتین در سال ۱۹۱۵ شک هایی در این فرض بوجود آمد؛ هرچند، اینشتین و دیگران فرضیه کیهان غیر ایستا را قبول نداشتند. همچنین، اکثر منجمان کهکشان راه شیری را تنها کهکشان آسمان می پنداشتند. در ادامه ادوین هابل با مشاهدات دقیق خود، که توسط تلسکوپ ۲,۵ متری هوکر در رصدخانه کوه ویلسون انجام شد، نشان داد که کهکشان های دیگر نیز وجود دارند. او همچنین ثابت کرد که سرعت حرکت این کهکشان ها نسبت به ما با افزایش فاصله افزایش می یابد. بعداً خواهیم دید که چنین مشاهده ای به معنی انبساط کیهان است.



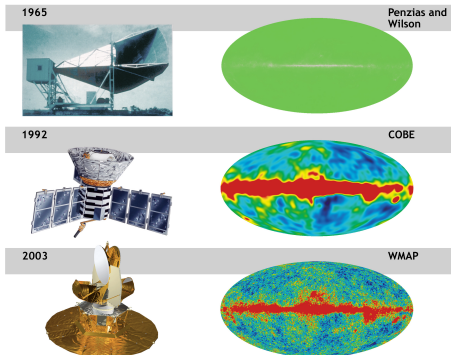
Velocity-Distance Relation among Extra-Galactic Nebulae.



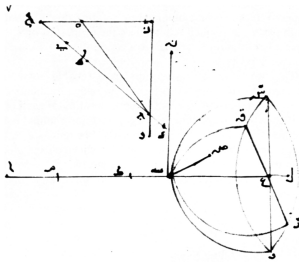
کشف تابش ریزموج زمینه کیهانی و شروع عصر کیهان شناسی نوین

بعدا خواهیم دید که کشف تابش ریزموج زمینه کیهانی توسط پنزیاس و ویلسون در واقع اولین تایید محکم برای مدل مهبانگ (بیگ بنگ) بوده است. همچنین، بررسی دقیق تر این تابش باعث شده است که کیهان شناسی مدرن صورت کاملا علمی به خود بگیرد. این بررسی ها توسط تلسکوپ های غیر اپتیکی انجام می شوند.

این لیست ادامه دارد! کشف ماده تاریک، انرژی تاریک، سیارات جدید، تابش گاما و ... همگی توسط تلسکوپ های جدید میسر شده اند.



اختراع عدسی و عینک



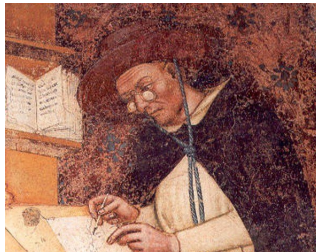
لانه ان ماته عليها سطح مستوي غيره فلاّن هذا السطح يقطع سطح بآخر
على نقطة تب تلا بد من ان يقطع احد خطي م ب ن بص فليكن ذلك
الخط مبصر والفصل المشترك بين هذا السطح وبين سطح قطع ق ر
خط مبصر فلاّن هذا السطح ياتر مسيط م على نقطة تب فخط
م ب ت ياتر سطح قطع ق ر على نقطة تب و لكن خط مبصر وفصل
فلا ياتر مسيط م على نقطة تب على مستوي غير سطح م ب ن ص هـ

تاریخ اختراع عدسی ها (لنزها) و عینک ها دقیقا معلوم نیست؛ هرچند، برخی اختراع لنز را به اهالی بین النهرین و مصر نسبت داده اند.

در دوران اسلامی نیز، ابن سهل، ابن هیثم، قطب الدین شیرازی و ... پیشرفت های بسیاری در اپتیک بوجود آوردند.

اولین نقاشی ها از افراد با لنز و عینک مربوط به سده ۱۳ میلادی است.

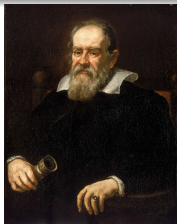
در ابتدا این عدسی ها کیفیت چندانی نداشتند و تنها توسط افراد باسواد و به جهت مطالعه استفاده می شدند. هرچند، به دلیل نیاز مردم، کم کم پیشرفت های محسوسی در کیفیت عدسی ها و عینک ها بوجود آمد.



- مخترع دوربین نیز معلوم نیست؛ هرچند، در سال ۱۶۰۸ میلادی سه نفر به صورت تقریباً همزمان در هلند ادعا کردند که دوربین ساخته اند. صنعت دریانوردی هلند سریعاً از چنین اختراعی استقبال کرد.
- این اختراع در بهار سال بعد به پاریس رسید و از آنجا به سرتاسر اروپا صادر شد.



گاليله



در تابستان سال ۱۶۰۹، گاليله اولین تلسکوپ را دید و فوراً پتانسیل علمی آن را درک کرد. به همین دلیل، او شروع به بهبود لنزها نموده و سریعاً تلسکوپ بهتری ساخت.

برخلاف تصور عامه، گاليله مخترع تلسکوپ نیست و حتی اولین کسی نیست که آسمان را با آن مشاهده کرده است.

دلیل پیشرفت سریع گاليله در تلسکوپ سازی این بود که او ریاضی دان، فیزیکدان و منجم قابلی بود. همچنین او اپتیک را به خوبی می شناخت. به علاوه، او به تعدادی از بهترین صنعتگران ایتالیایی دسترسی داشت. هرچند، این موارد احتمالاً در برخی افراد دیگر نیز وجود داشت؛ ولی تنها گاليله بود که قابلیت انقلابی تلسکوپ ها را تشخیص داد.

لطفاً دقت کنید که هدف تلسکوپ فقط بزرگنمایی اجسام کوچک (جهت بهتر دیدن آنها) نیست؛ بلکه هدف اصلی تلسکوپ آسان سازی دیدن است. یعنی می خواهیم اجسام غیر مرئی را مرئی کنیم و اجسام مرئی را بهتر ببینیم.

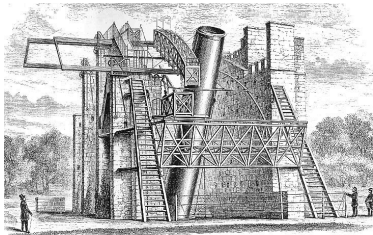
تلسکوپ با جمع آوری نور کار می کند. هرچه قدرت جمع آوری نور تلسکوپ بیشتر باشد (یعنی عدسی شیئی در تلسکوپ گاليله ای و یا آینه اصلی در تلسکوپ نیوتنی بزرگتر باشند)، تلسکوپ بهتری خواهیم داشت؛ هرچند این تنها عامل در تعیین کیفیت یک تلسکوپ نیست.

چرا تلسکوپ؟



چشم انسان نیز نور را جمع می کند و اینکار را از طریق مردمک چشم انجام می دهد. ولی اندازه مردمک چشم در بزرگترین حالت حدوداً یک سانتی متر است. بنابراین، توانایی مردمک چشم برای جمع آوری نور محدود است.

ولی می توان عدسی شیئی تلسکوپ گالیه ای و یا آینه اصلی تلسکوپ نیوتنی را تا حد امکان بزرگ ساخته و قابلیت جمع آوری نور را افزایش داد.



مقدار نور جمع آوری شده با توان دوم شعاع عدسی (و یا آینه) ارتباط دارد؛ یعنی، اگر شعاع عدسی را سه برابر کنیم، نور جمع آوری شده نه برابر خواهد شد.

بنابراین با افزایش اندازه تلسکوپ ها، توانایی دیدن ما افزایش می یابد. این نکته را گالیه نیز متوجه شده بود. با وجودی که عدسی مورد استفاده گالیه فقط چند سانتی متر قطر داشت، گالیه قادر بود با تلسکوپ خود ستارگان بسیار بیشتری را ببیند.

چطور عدسی ها می توانند نور را جمع آوری کنند؟

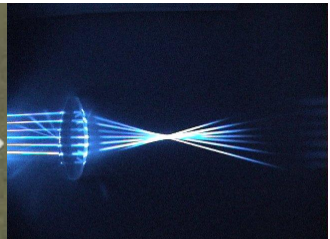


چطور عدسی ها می توانند نور را جمع آوری کنند؟

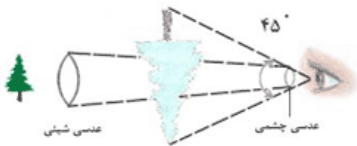
پاسخ: وقتی نور از محیطی به محیط دیگر وارد می شود تغییر مسیر می دهد. این همان پدیده ای است که همه ما با لیوان آب مشاهده کرده ایم.

در ابتدا به نظر می رسد قاشق شکسته است و یا خم شده است؛ ولی، با اندکی بررسی می توان دید که حال قاشق خوب است! در عوض، اتفاقی که در اینجا افتاده این است که نوری که از قاشق به ما می رسد، از آب وارد شیشه و از شیشه وارد هوا می شود. بنابراین دو بار تغییر جهت می دهد (مقدار تغییر جهت در اپتیک توضیح داده می شود).

این پدیده در لنز نیز رخ می دهد و آن را شکست نور می نامند.



بزرگنمایی



عدسی هایی که نور را متمرکز می کنند عدسی همگرا نامیده می شوند (عدسی واگرا هم داریم). متمرکز کردن نور در عدسی ها چند نتیجه جالب دارد:

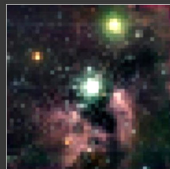
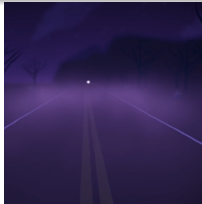
نوری که از قسمت بالای جسم می آید به سمت پایین و نور قسمت پایین به سمت بالا شکسته می شود. بنابراین، وقتی نور از عدسی به چشم شما می رسد، شما جسم را سر و ته می بینید.

همچنین، جهت چپ و راست تصویر عوض می شود.

عدسی ها می توانند تصاویر را بزرگنمایی کنند. میزان بزرگنمایی عدسی به شکل عدسی، فاصله جسم و فاصله عدسی وابسته است. این ویژگی عدسی برای ساخت تلسکوپ بسیار مهم است.

قدرت تفکیک عدسی

- قدرت تفکیک عدسی به توان عدسی برای تفکیک دو جسم دور برمی گردد.
- چنین وضعیتی را نیز در زندگی روزمره دیده ایم. وقتی ماشینی با چراغ های روشن در فاصله زیاد از ما قرار داشته، ما فقط یک نور می بینیم. ولی با نزدیک شدن ماشین، نور چراغ ها تفکیک می شود و ما متوجه می شویم که دو چراغ وجود دارند.
- به مثال های زیر از توان تفکیک تلسکوپ های مختلف دقت کنید.



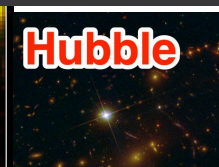
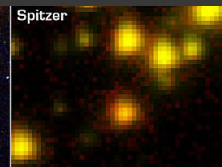
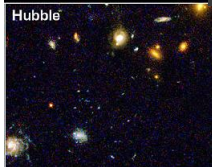
HST



VLT+AO



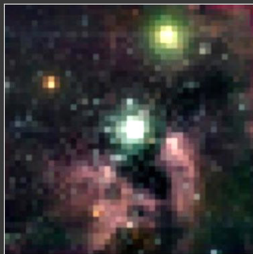
EELT



قدرت تفکیک عدسی

تفکیک پذیری یک تلسکوپ به اندازه عدسی شیئی در تلسکوپ گالیله ای (و یا آینه اصلی در تلسکوپ نیوتنی) ربط دارد. در حالت کلی، هرچه عدسی شیئی تلسکوپ بزرگتر باشد، تفکیک پذیری تلسکوپ بیشتر خواهد بود.

از نظر نجومی، تفکیک پذیری تلسکوپ مهم تر از بزرگنمایی آن است. در واقع از لحاظ فیزیکی، تفکیک پذیری نمی تواند از حد خاصی بزرگتر باشد، ولی بزرگنمایی را می توان تا اندازه دلخواه افزایش داد (در صورت وجود امکانات). البته اگر تصویر را بیش از اندازه بزرگ کنیم (بدون توجه به تفکیک پذیری تلسکوپ)، فقط یک تصویر غیر واضح خواهیم داشت.



HST



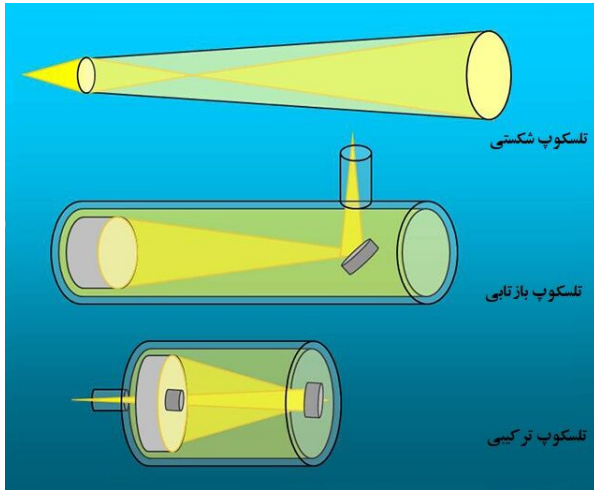
VLT+AO



ELT

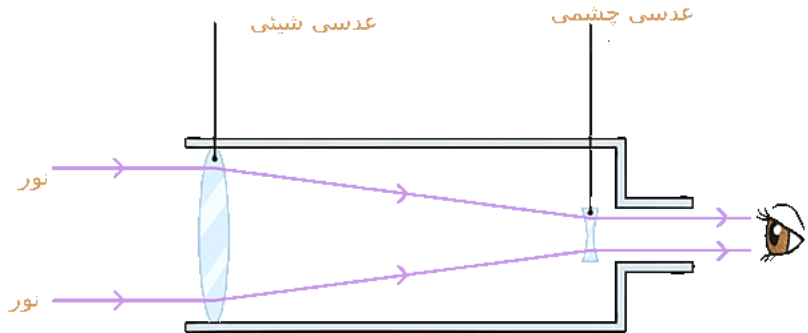
ساختار کلی تلسکوپ های نوری

- ساختار تلسکوپ های نوری می تواند به سه صورت شکستی (گاليله ای)، بازتابی (نیوتنی) و ترکیبی باشد. دو نوع اول را در ادامه بررسی می کنیم.



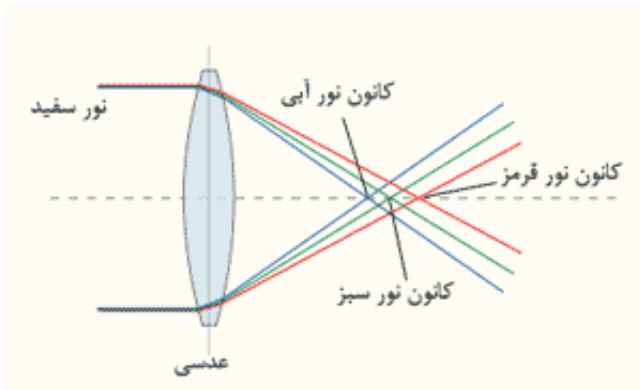
ساختار تلسکوپ گالیله ای (شکستی)

- ساختار عدسی های شکستی (گالیله ای) : نور از فاصله بسیار زیاد وارد عدسی شیئی شده و در نقطه مشخصی (که آن را کانون عدسی می نامند) متمرکز می شود. حال، عدسی چشمی نور را از این کانون دریافت کرده و نور به چشم وارد می شود.



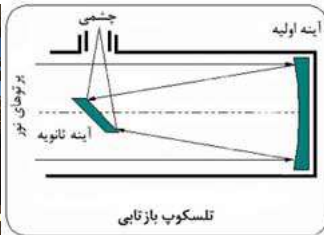
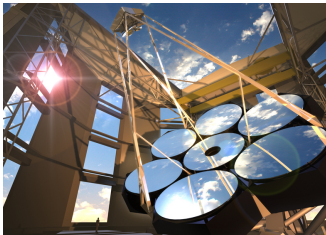
مشکلات تلسکوپ های گالیله ای

- ❶ ساخت لنز های بزرگ سخت است زیرا لنز ها در کناره ها نازک ترند و راحت تر می شکنند.
- ❷ لنز های سنگین به مرور زمان تغییر شکل می دهند (به دلیل وزن شان).
- ❸ رنگ های مختلف نور سفید به اندازه های مختلفی دچار شکست می شوند؛ بنابراین، تفکیک رنگی در این نوع تلسکوپ ها با مشکل مواجه می شود.



نابغه وارد می شود - ساختار تلسکوپ نیوتنی (بازتابی)

- برای حل مشکلات تلسکوپ شکستی، نیوتن تلسکوپ بازتابی را ابداع کرد. در این تلسکوپ، نور از فاصله دور به آینه مقعر (آینه اولیه) تابیده و بازتابیده می شود. آنگاه، آینه ثانویه نور را به سمت چشم هدایت می کند. نور پس از عبور از عدسی چشمی به چشم می رسد.
- مزیت تلسکوپ های بازتابی حذف خطای رنگی است، چرا که هیچ نوری از درون شیشه عبور نمی کند و فقط از روی آینه بازتابش می شود.
- شیوه تراش آینه و امکان نصب آن، ساده تر از تلسکوپ های شکستی است. همچنین، امکان ساخت آینه های بسیار بزرگ وجود دارد (قدرت جمع آوری نور بسیار زیاد).
- تلسکوپ های نیوتنی پس از مدتی باید تمیز شوند و ممکن است نیاز به تجدید روکش آینه داشته باشند.
- در حال حاضر، همه تلسکوپ های اپتیکی مهم دنیا بازتابی هستند.



چه تلسکوپی بخریم؟!؟

- معمولاً یکی از سوالات منجمان جوان این است که ”چه نوع تلسکوپی بخریم؟“
- این سوال بسیار خوبی است ولی پاسخگویی به آن چندان آسان نیست. در واقع فرد در ابتدا باید نیازهای نجومی مورد نظرش را ارزیابی و تعیین کند.
- سوالاتی که باید از خود بپرسید: آیا می خواهید ماه و سیارات را رصد کنید؟ و یا کهکشان های کم نور؟ آیا می خواهید نجوم را به صورت حرفه ای تر دنبال کنید و یا اینکه به رصد آسمان در اوقات فراغت خود می اندیشید؟ آیا تلسکوپ را برای یک نوجوان می خواهید و یا یک انسان بالغ؟
- اکثر تلسکوپ های کوچک شکستی هستند و برای رصد ماه و سیارات مناسبند. این تلسکوپ ها ارزان تر هستند.
- تلسکوپ های بزرگتر معمولاً انعکاسی هستند، برای اجرام کم نور مناسبند ولی گران تر هستند (نسبت به شکستی ها) و سرهمبندی آنها نیز سخت تر است.



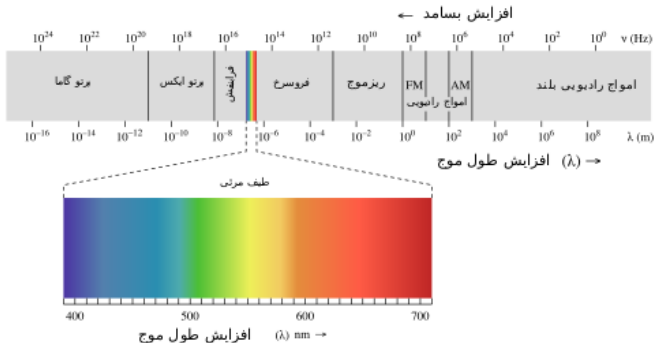
پیشنهاد برای خرید تلسکوپ

- به برنامه نجومی، آسمان نما و یا انجمن نجوم محل خود مراجعه کنید و با منجمان با سابقه آشنا شده و درباره علایق خود صحبت کنید.
- چند تلسکوپ و دوربین نجومی را امتحان کرده و درباره کاربرد و روش کار آنها بپرسید.
- منجمین معمولاً دوست دارند درباره کار خود با دیگران صحبت کنند.
- پس از چند نوبت که با کار منجمان آشنا شدید، از چند منجم با سابقه بخواهید با توجه به علایق نجومی شما، شما را در خرید تلسکوپ راهنمایی کنند.
- شاید بهترین خرید برای یک منجم آماتور، که در ابتدای راه است، دوربین دوچشمی باشد. این دوربین ها ارزانتر هستند، می توان آنها را به سادگی استفاده کرد، براحتی جابجا و تمیز کرد و برای فعالیت های دیگر (کوه و دشت) هم مناسب هستند.



چشم انسان قادر به تشخیص برخی از انواع نور نیست!

- نور مرئی یک موج الکترومغناطیسی است؛ یعنی نور مرئی در اثر برهمکنش های الکتریکی-مغناطیسی بوجود می آید.
- چشم انسان قادر به تشخیص نور مرئی است ولی بقیه امواج الکترومغناطیسی (رادیویی، ریزموج، مادون قرمز، ماوراء بنفش، ایکس و گاما) را درک نمی کند.
- فیزیک دانان برای "آشکارسازی" همه انواع امواج الکترومغناطیسی روش هایی را ابداع کرده اند. بر اساس این روش ها می توان تلسکوپ هایی ساخت که امواج غیر مرئی را کشف کرد.



تلسکوپ های رادیویی: رصدخانه های آرسیبو و VLA

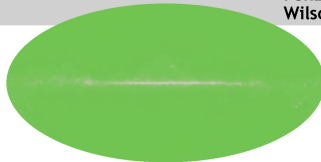


تلسکوپ های ریزموج و کشف آثار بیگ بنگ

1965



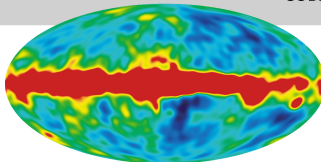
Penzias and
Wilson



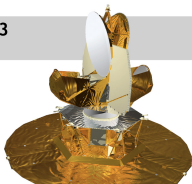
1992



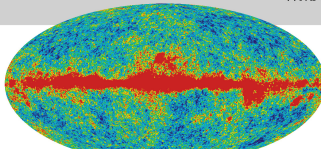
COBE



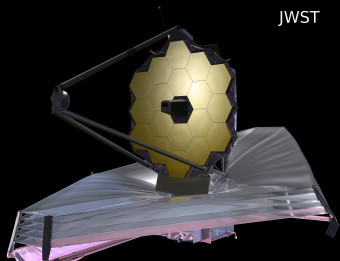
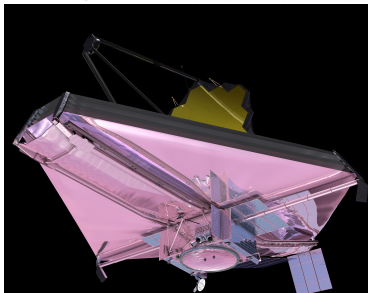
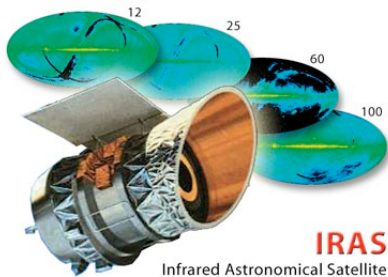
2003



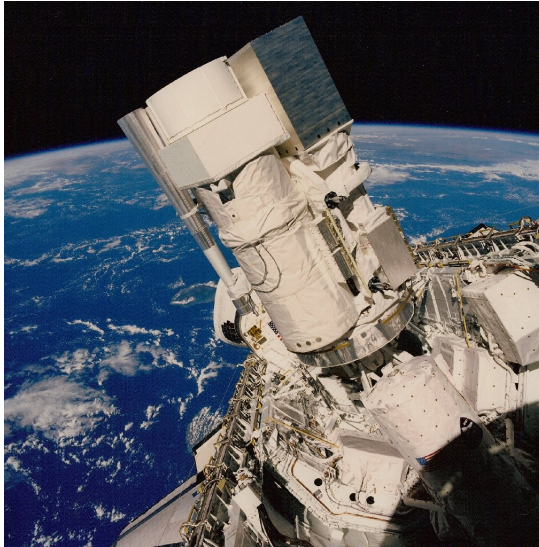
WMAP



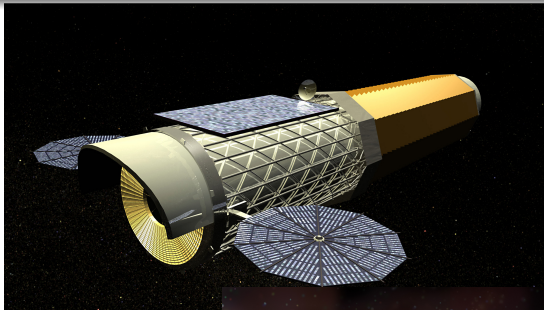
تلسکوپ های مادون قرمز



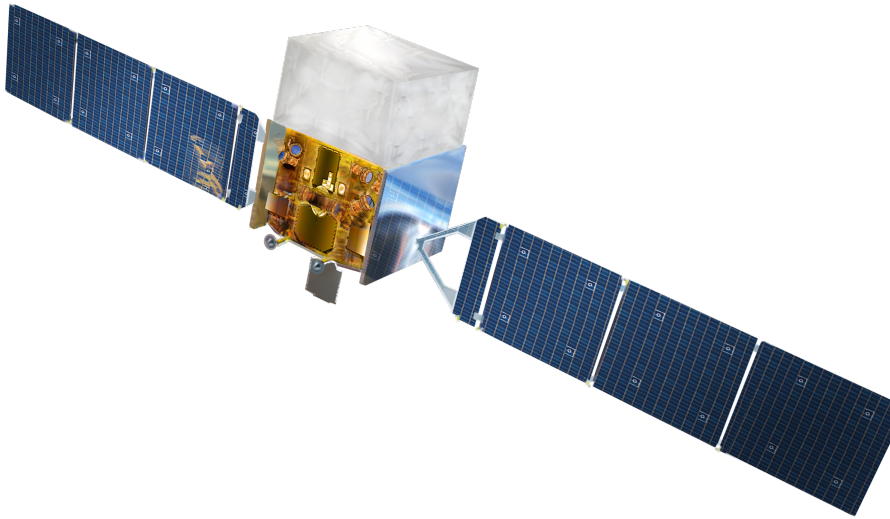
تلسکوپ فواینفش هاپکینز



تلسکوپ های اشعه ایکس

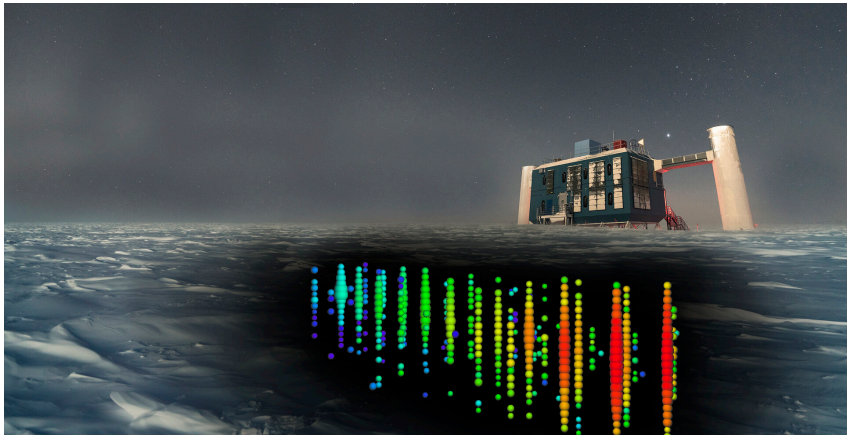


رصدخانه پرتو گامای فرمی



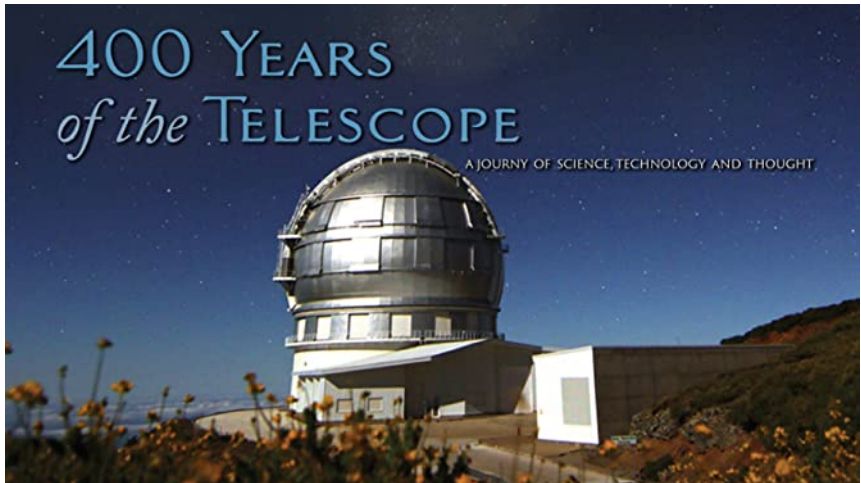
رصدخانه ذرات کیهانی

- بررسی ذرات کیهانی (ذراتی که از جهات مختلف به ما می رسند) هم می تواند به ما در فهم کیهان کمک کند.
- دقت کنید که تلاش برای فهم مسائل نجومی، از طریق تلسکوپ ها، باعث پیشرفت عظیمی در علوم و تکنولوژی شده است.



آشنایی با تاریخچه تلسکوپ ها

- برای آشنایی با تاریخچه تلسکوپ ها مستند بسیار جذاب "۴۰۰ سال تلسکوپ" را ببینید.



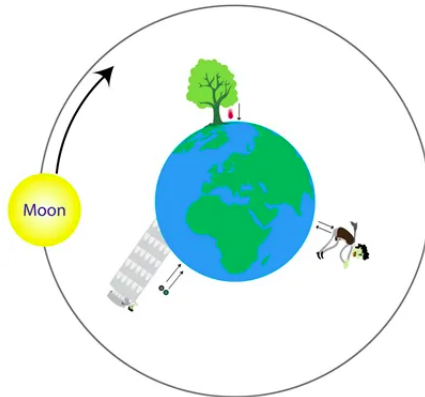
نکات مهم این درس

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

- ۱ چرا تلسکوپ ها در نجوم و فیزیک مهم هستند؟
 - ۲ چند مورد از اهمیت تاریخی تلسکوپ ها را مثال بزنید.
 - ۳ عدسی (لنز) چیست؟ عدسی عینک چطور به بینایی ما کمک می کند؟
 - ۴ هدف اصلی تلسکوپ ها چیست؟
 - ۵ توضیح دهید که عینک، دوربین و تلسکوپ چطور می توانند با جمع آوری نور به بهتر دیدن ما کمک کنند.
 - ۶ مقدار نور جمع آوری شده توسط عدسی چطور به اندازه عدسی ربط دارد؟
 - ۷ پدیده شکست نور را توضیح دهید.
 - ۸ منظور از بزرگنمایی عدسی چیست؟
 - ۹ چند مورد از ویژگی های تصویر در عدسی همگرا را بیان کنید.
 - ۱۰ منظور از قدرت تفکیک عدسی چیست؟
 - ۱۱ کدامیک از نظر نجومی مهم ترند: بزرگنمایی و یا قدرت تفکیک؟ چرا؟
 - ۱۲ ساختار تلسکوپ گالیله ای (شکستی) را توضیح دهید. منظور از عدسی شیئی چیست؟
 - ۱۳ چند مشکل اساسی تلسکوپ های گالیله ای (شکستی) را توضیح دهید.
 - ۱۴ ساختار تلسکوپ نیوتنی (بازتابی) را توضیح دهید. منظور از آینه اولیه چیست؟
 - ۱۵ لحاظ کردن چه نکاتی در خرید تلسکوپ مهم است؟
 - ۱۶ به جز نور مرئی، چند نوع موج الکترومغناطیسی دیگر را نام ببرید.
 - ۱۷ منظور از تلسکوپ غیر اپتیکی 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: گرانش به زبان ساده

- همه اجسام در دنیا جرم داشته و همه جرم ها همدیگر را جذب می کنند. نیروی جاذبه ای که دو جرم به هم وارد می کنند را نیروی گرانش می نامند.
- نیروی گرانش اساس فهم فیزیکی ما از سیارات، ستاره ها، کهکشان ها و ... است. در جلسه بعد این نیرو را به صورت خلاصه بررسی می کنیم.



منابع درس

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

- ۱ نجوم به زبان ساده، مایر دگانی، ویراست سوم، ترجمه محمدرضا خواجه پور، انتشارات گیتاشناسی، ۱۳۹۳
- ۲ اساس ستاره شناسی، مایکل سیدز، جلد های 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.

