گرفت‌ها
نگاهی به خورشیدگرفتگی و ماه‌گرفتگی

Rosa M. Ros

International Astronomical Union
Technical University of Catalonia, Spain

اهداف

- درک فازهای ماه
- درک چگونگی رخ دادن ماه‌گرفتگی
- درک چگونگی رخ دادن خورشیدگرفتگی
- تخمین فواصل و قطرهای سیستم خورشید، زمین و ماه

نمای نور و سایه

- سیستم زمین -ماه - خورشید :

فاز ها و گرفت ها

* نسبت موقعیت آن ها و سایه هایشان

فعالیت 1: مدل‌سازی نیمه تاریک ماه

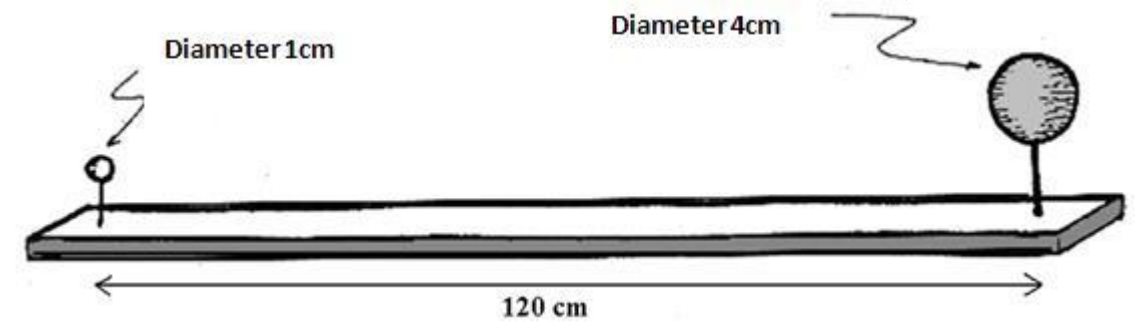
- دو نفر داوطلب : یک نفر (زمین) در مرکز بایستد و فرد دیگر (ماه) به دور آن می‌چرخد.
- ماه روبه زمین قرار بگیرد و با زاویه 90 درجه به دور خود و زمین بچرخد؛ تا هنگامی که به موقعیت مطلوب برسید این حرکت را ادامه بدهید .

فعالیت 2: مدل‌سازی فازهای ماه با یک منبع نور (خورشید)

- با استفاده از پنج نفر انجام می شود: یک نفر بدون حرکت به عنوان زمین و چهار نفر دیگر به عنوان فازهای مختلف ماه در نظر گرفته می شوند. (یک نفراز ماسکی کاملا درخشان، دو نفر نیمه درخشان و یک نفر کاملا تاریک استفاده می کنند)

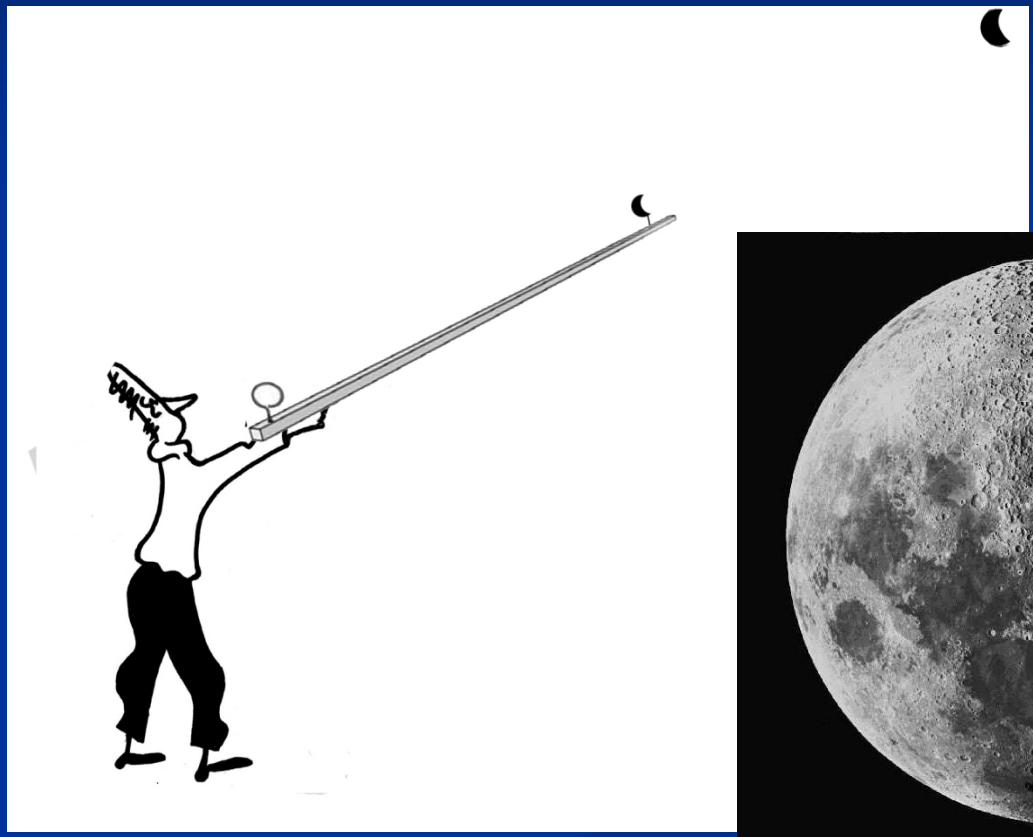
فواصل و قطرهای سیستم خورشید، زمین و ماه

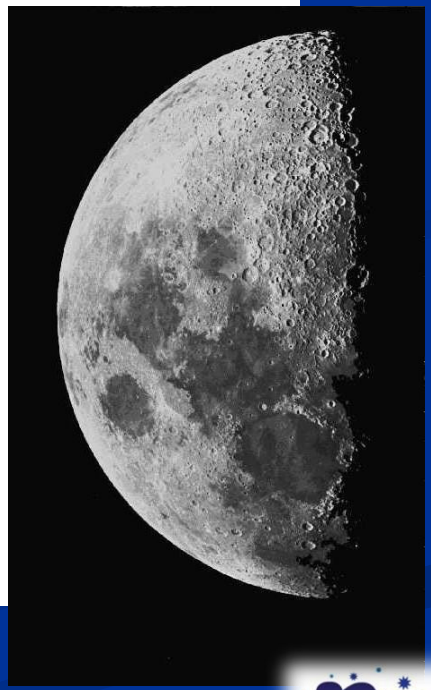
قطر زمین	12 800 km		4 cm
قطر ماه	3 500 km		1 cm
قطر ماه	384 000 km		120 cm
قطر خورشید	1400 000 km		440 cm = 4.4 m
فاصله میان خورشید و زمین	150 000 000 km		4700 cm = 0.47 km



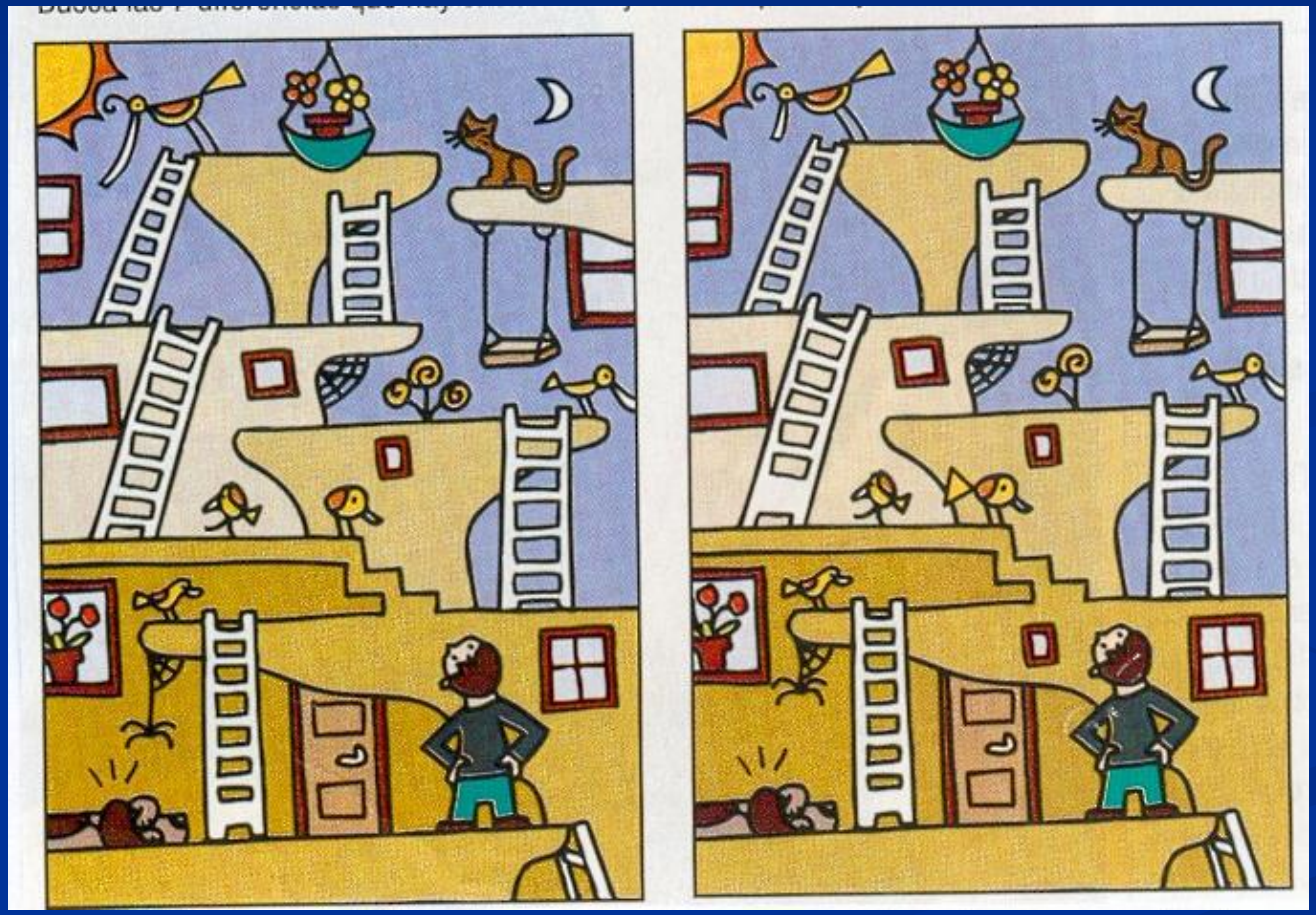
فعالیت 3: شبیه سازی فاز های ماه

ماکت ماه را به سمت ماه واقعی بگیرید؛ شاهد فاز یکسان از هر دو ماه خواهید بود.



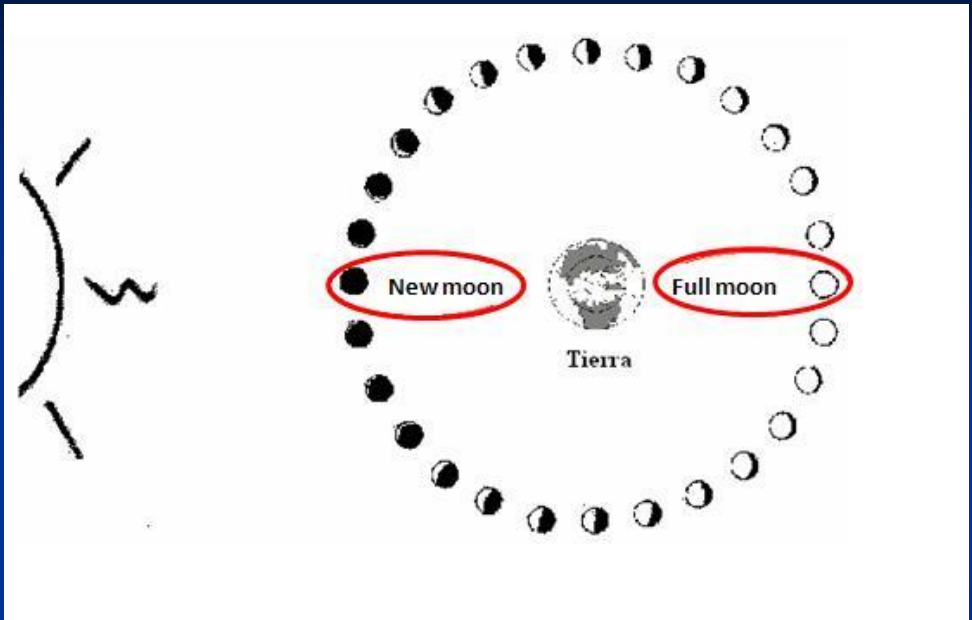


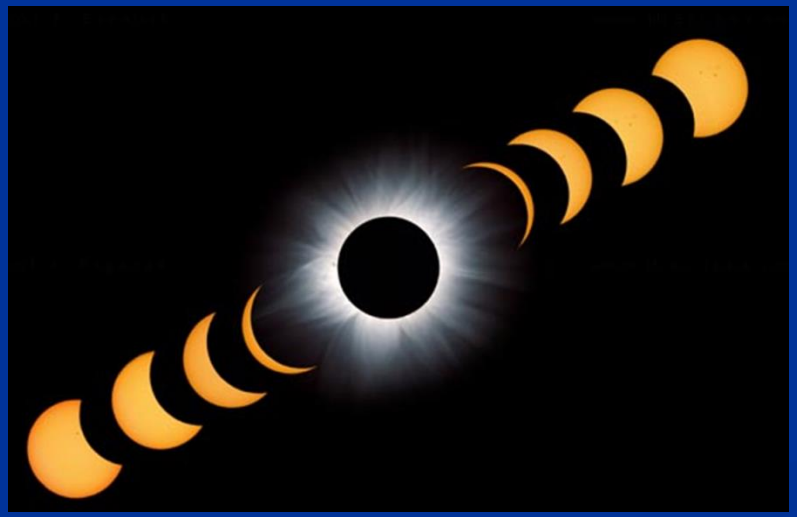
فعالیت4: خطاهای تصویر



- فازهای ماه به موقعیت خورشید بستگی دارد

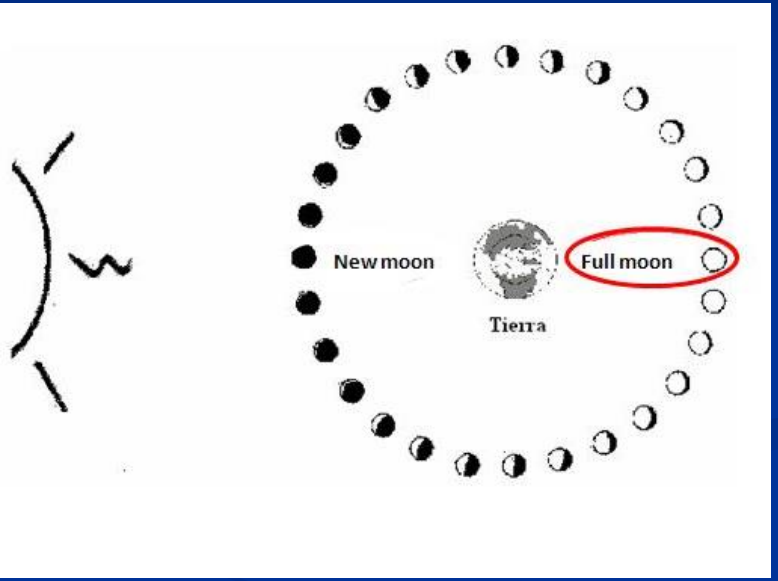
فازهای ماه و گرفت‌ها

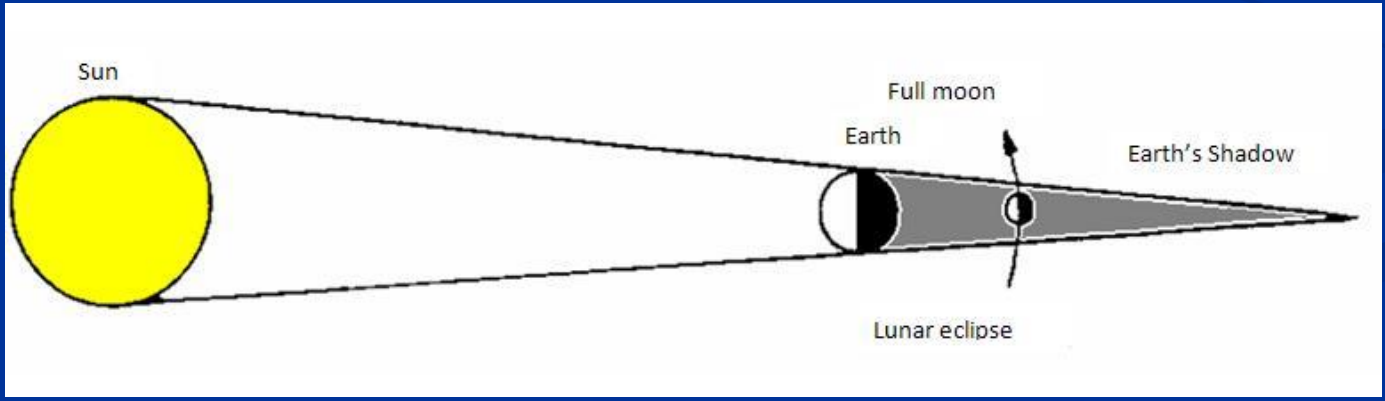




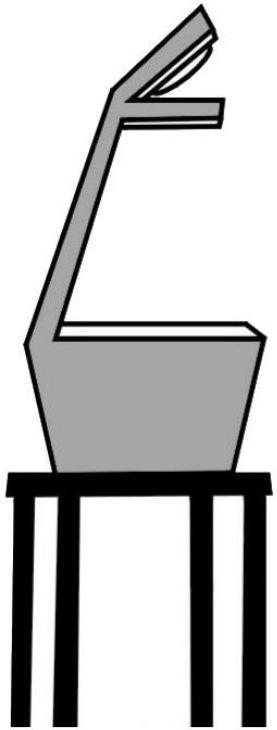
فعالیت 5: گرفت‌ها: ماه گرفتگی

- ماه گرفتگی تنها زمانی اتفاق می‌افتد که ماه کامل (بدر) باشد





فعالیت 5 : شبیه سازی ماه گرفتگی



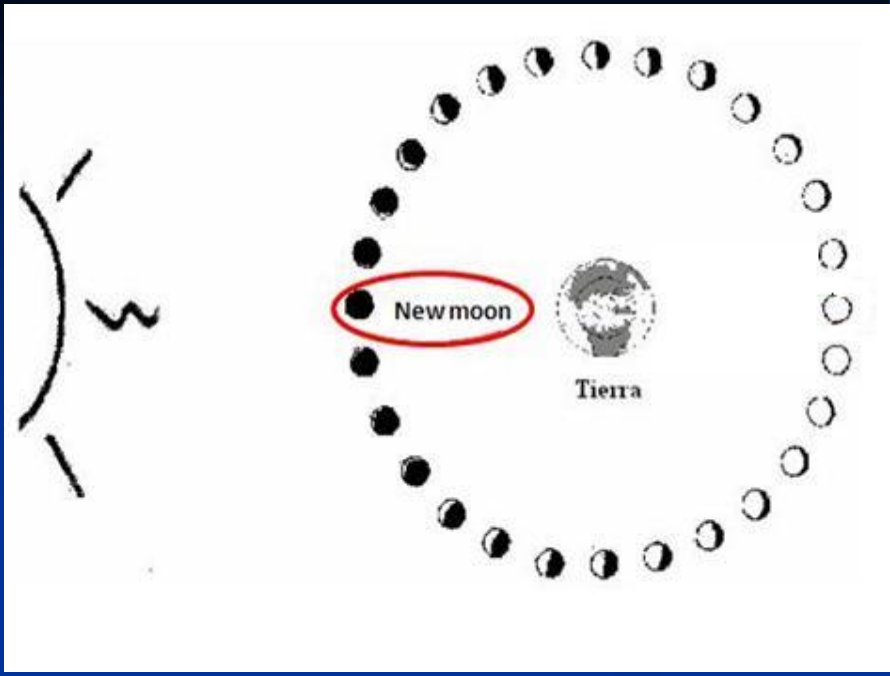
فعالیت 5 : ماه گرفتگی

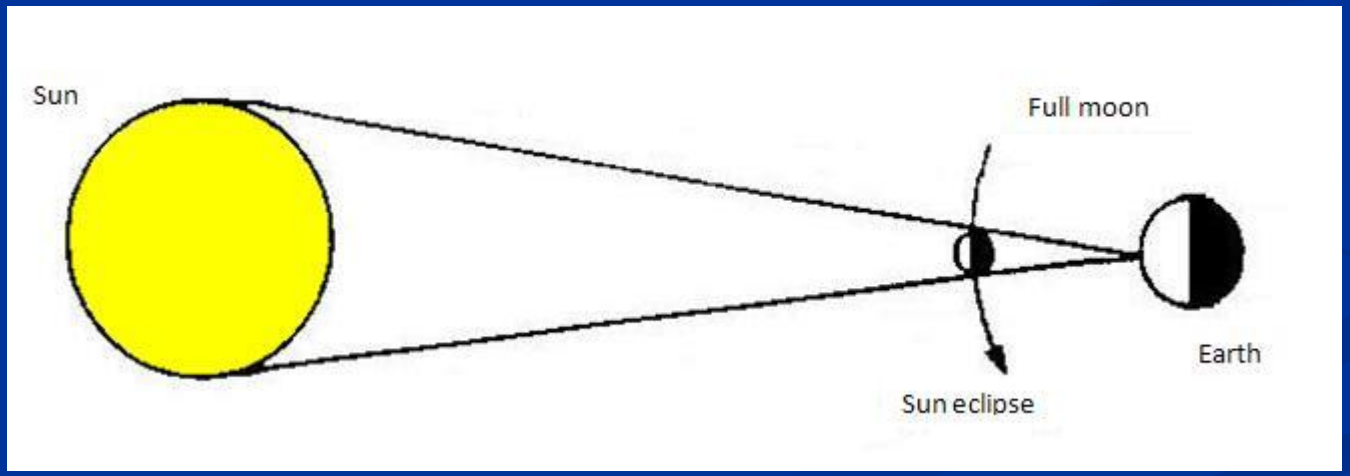
فعالیت 5 : ماه گرفتگی

- ماه گرفتگی تنها در نیمی از زمین قابل مشاهده می‌باشد.(قسمت شب زمین)

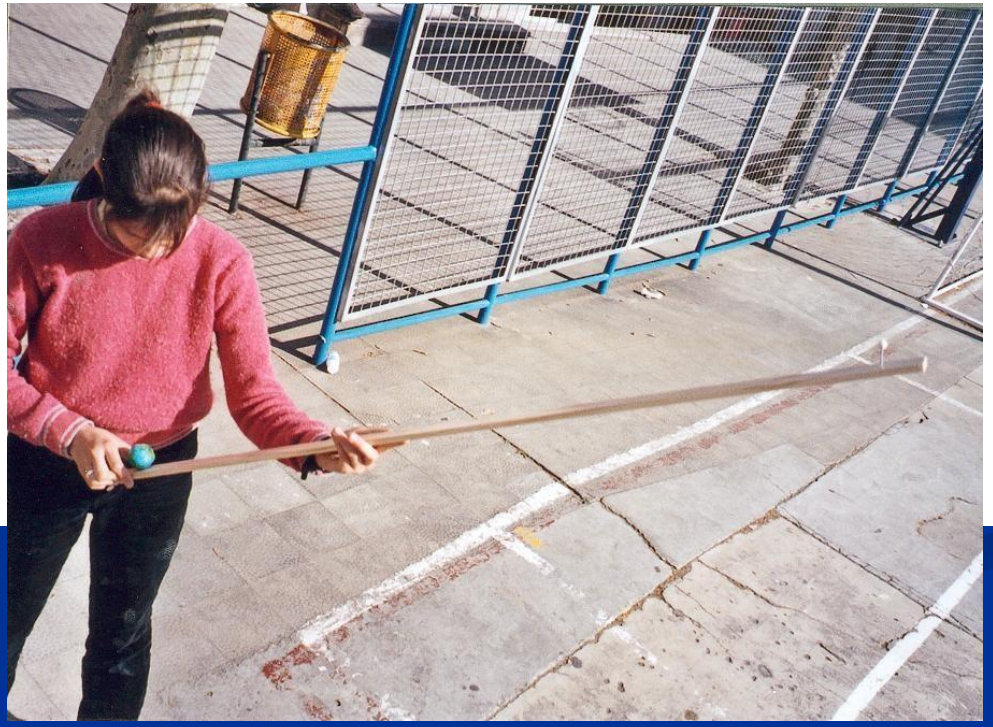
فعالیت 6:خورشید گرفتگی

- خورشید گرفتگی زمانی اتفاق می‌افتد که ماه نو باشد





فعالیت 6:شبیه سازی خورشیدگرفتگی

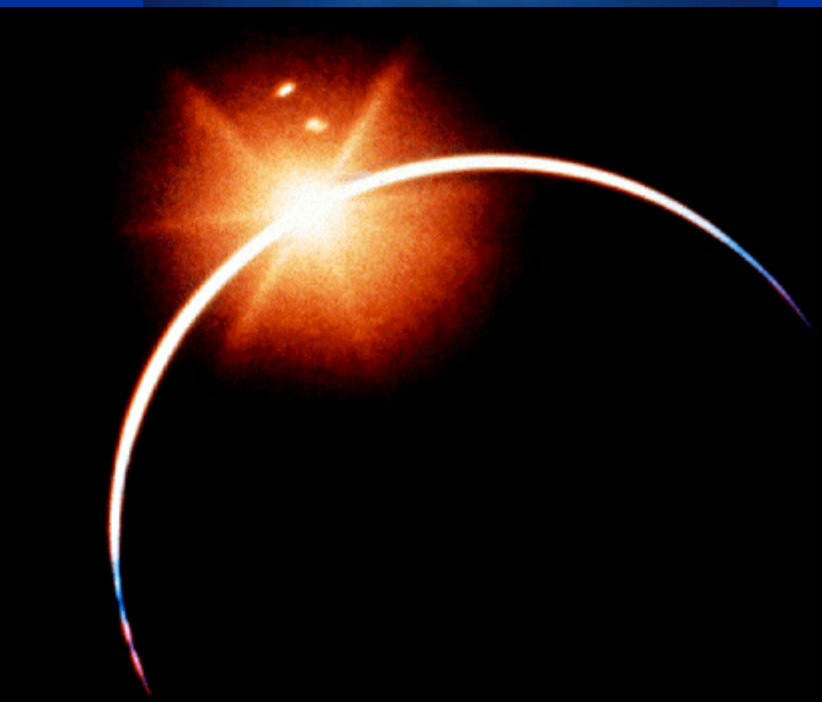


جزئیات خورشید گرفتگی

سایه ماه

فعالیت 6:خورشید گرفتگی

- خورشید گرفتگی تنها در مناطق محدودی از زمین قابل مشاهده می‌باشد.



ما احساسش میکنیم. . .

رصدها

*در هنگام خورشید گرفتگی، ماه نو و و در ماه‌گرفتگی باید ماه کامل باشد.

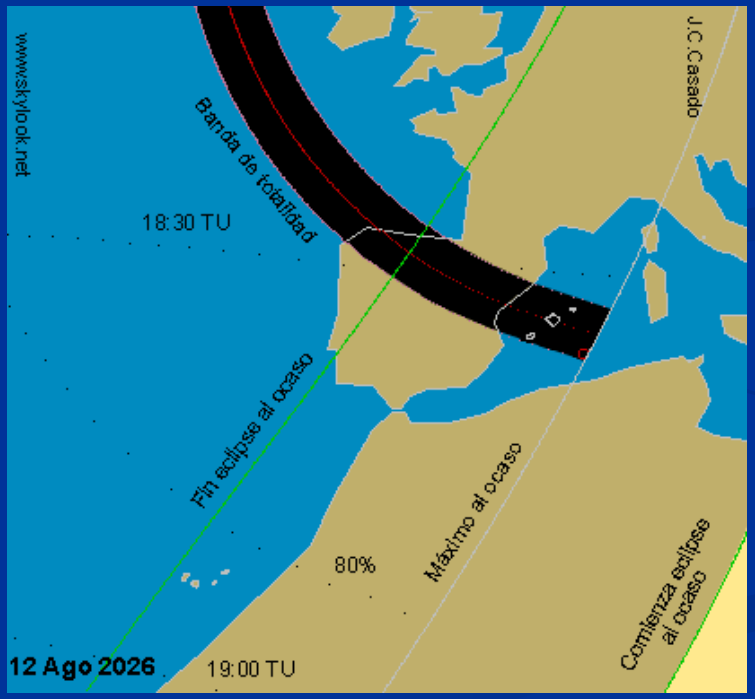
* خورشید گرفتگی تنها از برخی مناطق زمین قابل مشاهده می‌باشد.

*به‌دلیل دشوار بودن هم خطی دقیق ماه و زمین در هر ماه نو و کامل، گرفتی رخ نمی‌دهد .

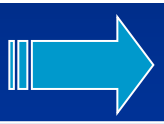
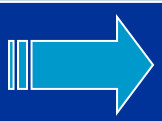
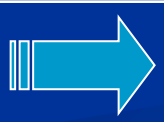
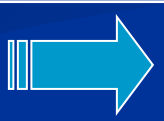
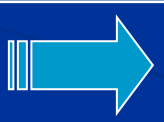
و در آخر...

به عنوان مثال : خورشید گرفتگی کلی بعدی 12 آگوست 2026 در اسپانیا رخ می‌دهد (آخرین خورشید گرفتگی کلی در سال 2004 رخ داد)

*هرسال 0 الی 3 ماه گرفتگی رخ میدهد



فواصل و قطرها در مقیاسی کوچک تر
(برای درک بهتر فواصل میان خورشید و سایر اجرام)

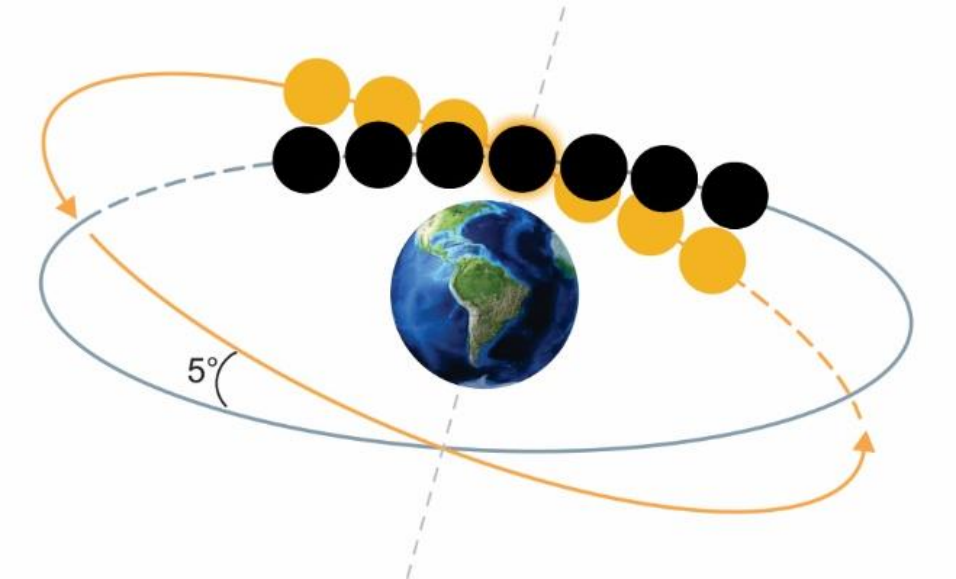
قطر زمین	12 800 km		2.1 cm
قطر ماه	3 500 km		0.6 cm
فاصله میان زمین و ماه	384 000 km		60 cm
قطر خورشید	1400 000 km		220 cm
فاصله میان خورشید و زمین	150 000 000 km		235 m

رنگ آمیزی خورشید

فعالیت 7:ساخت خورشید بزرگ مانند ماه کوچک

- اگر هر ماه، ماه بدر و ماه نو داشتیم...
- پس چرا هر ماه، شاهد ماه گرفتگی و خورشیدگرفتگی نیستیم؟

- به این علت که صفحه مداری زمین به دور خورشید با صفحه مداری ماه به دور زمین در یک صفحه قرار ندارند.



- دو صفحه مداری با یکدیگر 5 درجه زاویه دارند و قطر زاویه خورشید و ماه، هر دو 0.5 درجه است.

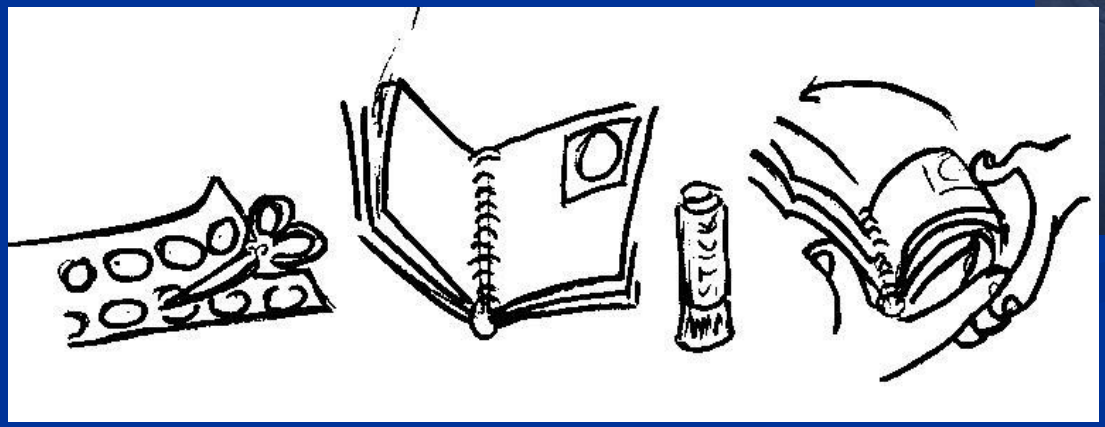
- گرفت ها تنها زمانی رخ می دهند که خورشید و ماه به محل تقاطع این دو صفحه نزدیک باشند.

فعالیت 8: شبیه ساز گرفت انیمیشنی

1_ تصویر را به ترتیب شماره گذاری کنید

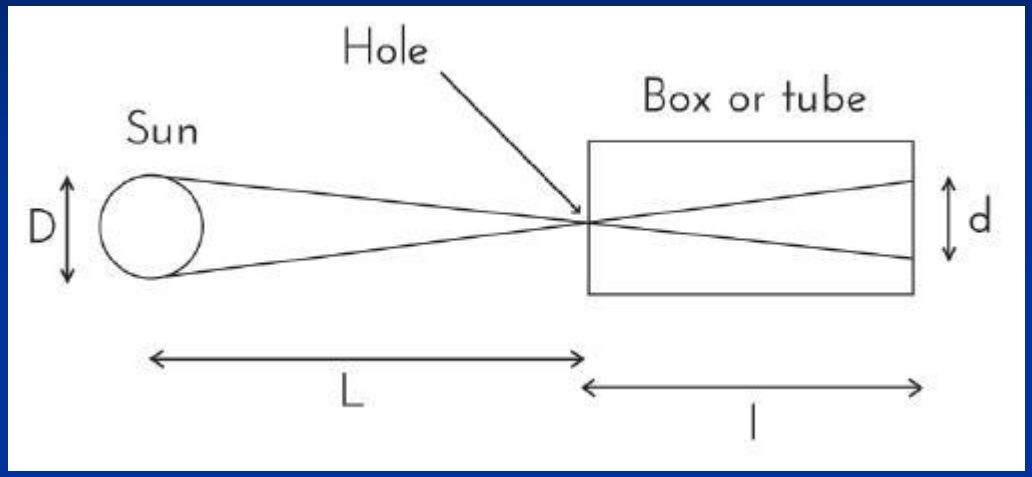
2_ هر تصویر را بر روی دفترچه بچسبانید

3_ به سرعت از صفحات عبور کنید تا با عملکرد آن آشنا شوید.



فعالیت 9: تخمین قطر خورشید :
دوربینی با سوراخی کوچک، محاسبات، رصد و...

فعالیت 9: محاسبه قطر خورشید



$$\frac{D}{L} = \frac{d}{l}$$

$$D = \frac{d\,L}{l}$$

می‌توان با استفاده تناسب قطر خورشید را محاسبه کرد:

L: فاصله میان خورشید و زمین(150 میلیون کیلومتر)

l: طول لوله=

d: قطر خورشید بر روی کاغذ نیمه شفاف=

فعالیت 10: آزمایشات آریستارخوس

در سال های 310 تا 230 پیش از میلاد

او توانست تناسبی را بین فواصل زمین، ماه و خورشید را برقرار کند.(اما نتوانست مقدار دقیق آن ر

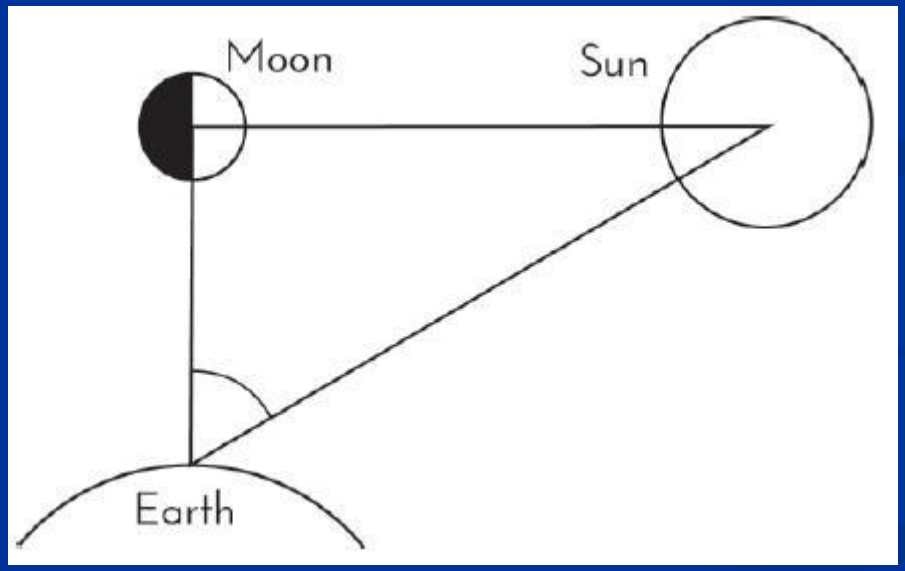
ا

به دست آورد.تا اینکه اراتوستن به این موارد ذکر شده دست پیدا کند:

- فاصله میان زمین و ماه، خورشید و زمین
- شعاع ماه و خورشید
- فاصله میان زمین و ماه و شعاع ماه یا فاصله میان زمین و خورشید و شعاع زمین
- سایه مخروطی زمین و شعاع ماه
- رابطه‌ای میان همه آنها

1) فاصله زمین و ماه، زمین و خورشید

- $\cos \alpha = EM / ES$ therefore $ES = EM / \cos \alpha$



فاصله زمین و ماه، زمین و خورشید

- Aristarchus $\alpha = 87^\circ$
  then ES = 19 EM
- Now $\alpha = 89^\circ\ 51'$
  therefore ES = 400 EM

2) شعاع ماه و خورشید

- در آسمان زمین قطر ظاهری خورشید و ماه 0.5 درجه می‌باشد؛ بنابراین شعاع از رابطه زیر بدست می‌آید:

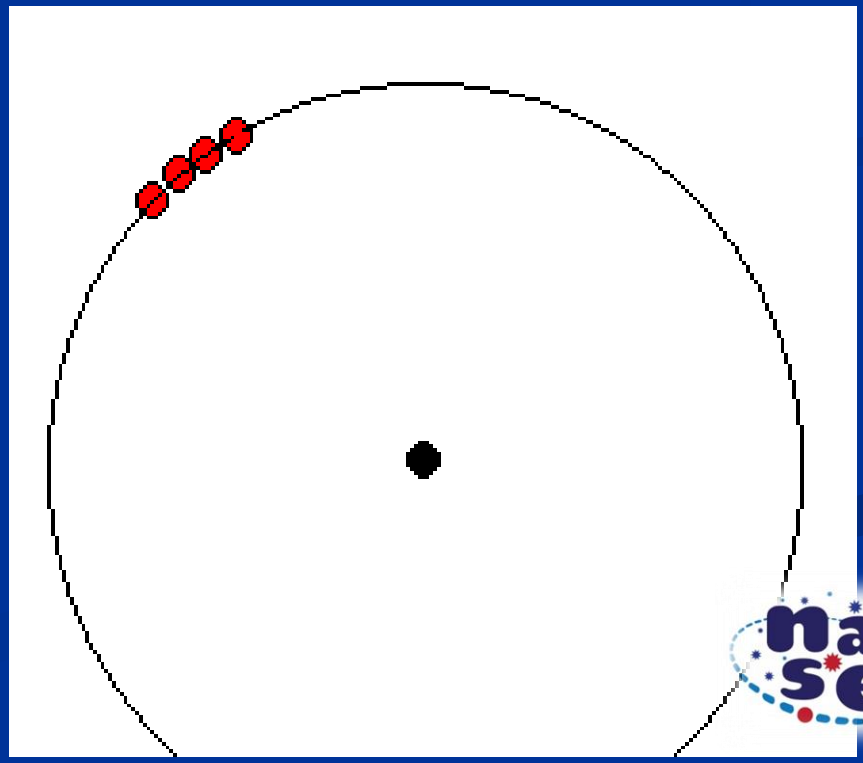
$$R_S = 400\ R_M$$

3) فاصله میان ماه و زمین و شعاع ماه

- قطر ظاهری ماه 0.5 درجه است.
- قطر واقعی آن 720 برابر قطر ظاهری اش می‌باشد که می توان با استفاده از آن مدار دایره‌ای ماه را مشخص کرد :

- $2 R_M 720 = 2 \pi EM$

$$EM = 720 R_M / \pi$$

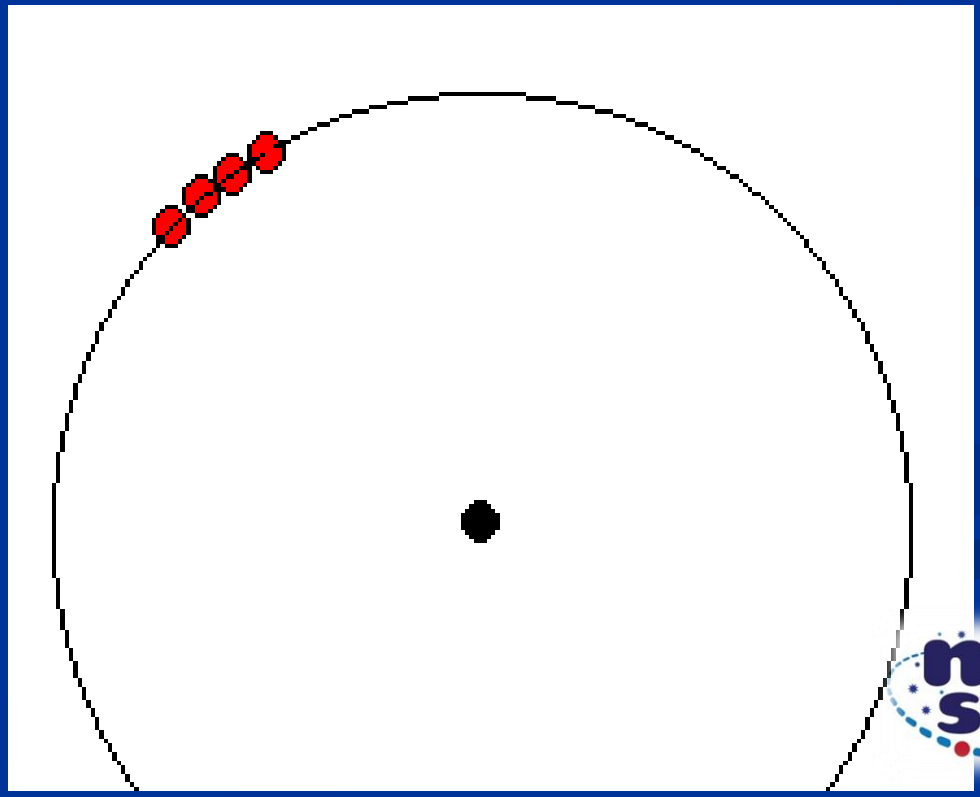


3) فاصله میان زمین و خورشید و شعاع خورشید

*به طور مشابه :

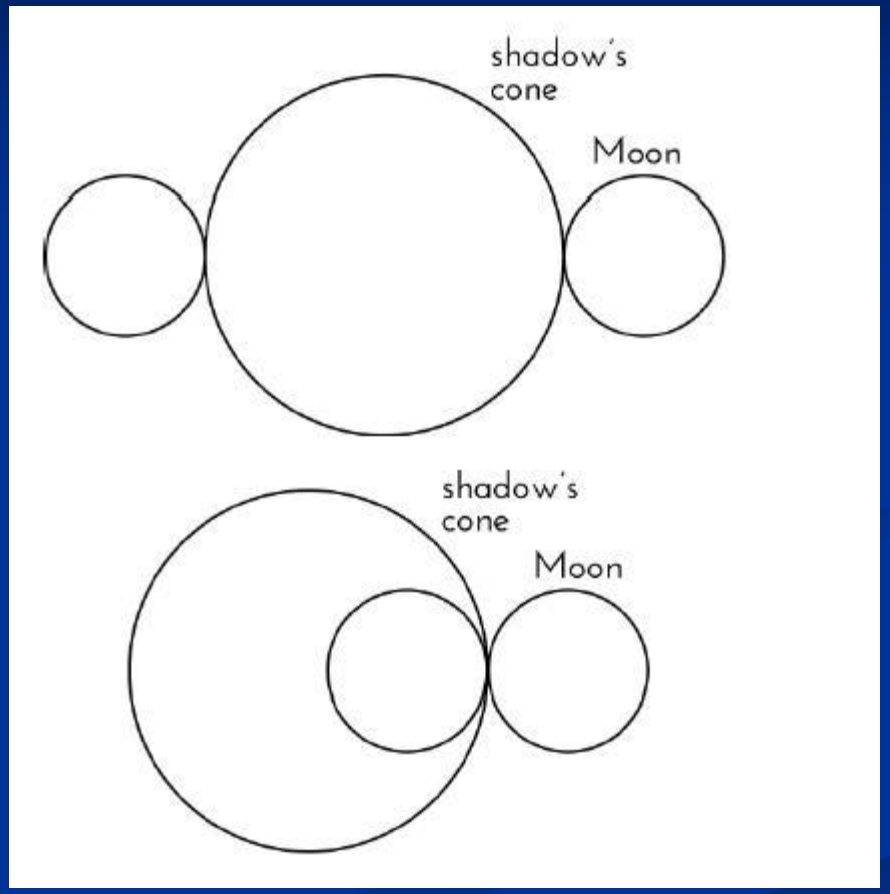
- $ES = 720\ Rs/\ \pi$

_ با استفاده از اولین مدل خورشید مرکزی.....



4) سایه مخروطی زمین

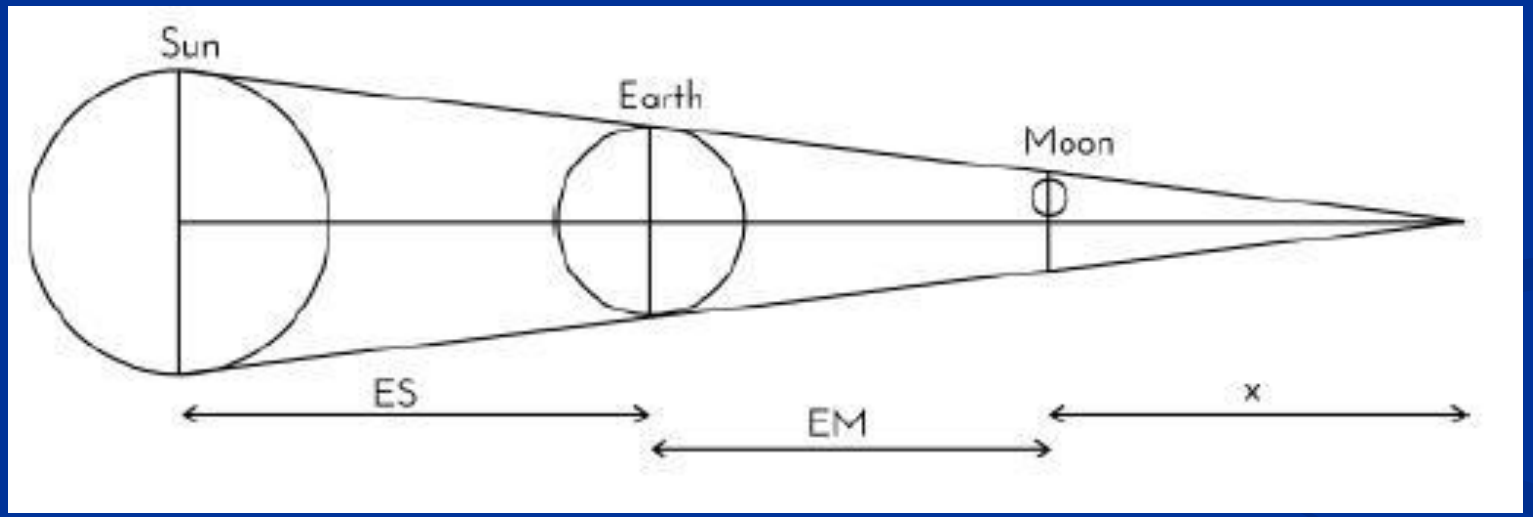
- در ماه گرفتگی اریستارخوس متوجه شد که مدت زمانی که طول می کشد تا ماه از درون سایه کروی زمین عبور کند،دو برابر زمانی است که ماه در تاریکی کامل است.
- امروزه این مقدار: **2.6:1** است.



Rosa M. Ros

5) رابطه میان همه آن‌ها

- $(x+EM+ES)/R_S = (x+EM) / R_E = x/(2.6\ R_M)$

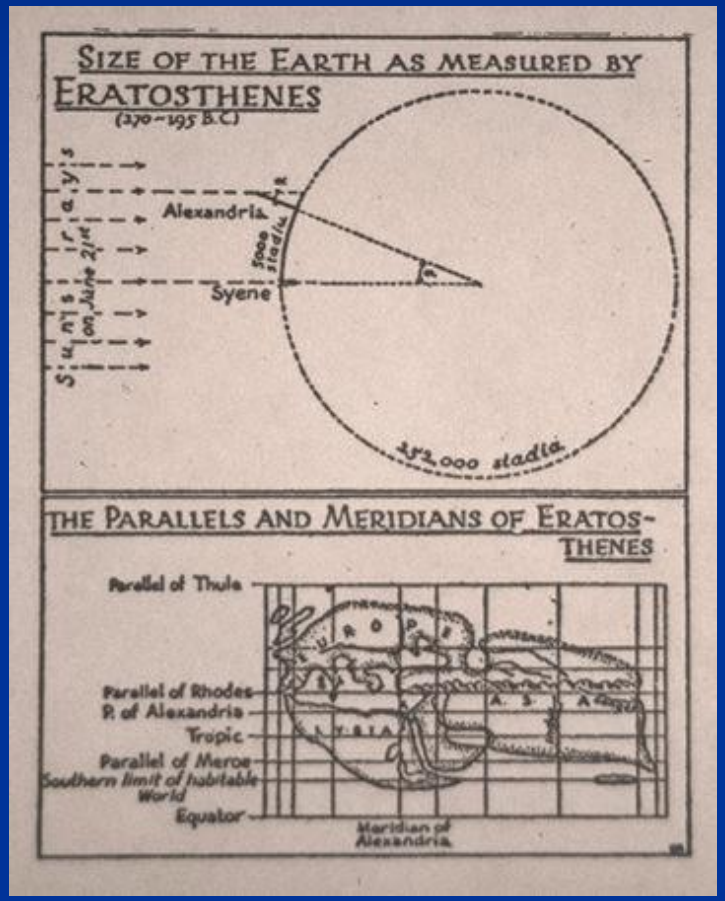


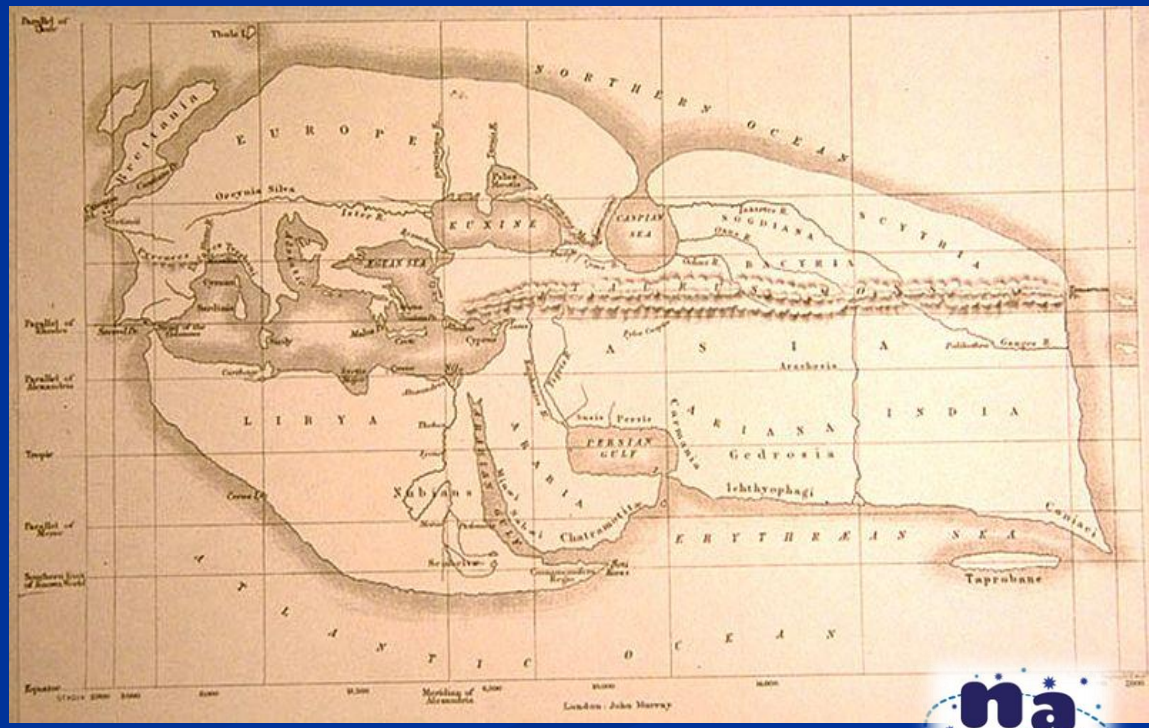
به دنبال آن هرچیزی که به شعاع زمین مرتبط بود حل شد

- $R_M = (401 / 1440)\ R_E$
- $EM = (401 / (2\pi))\ R_E$
- $R_S = (2005 / 18)\ R_E$
- $ES = (80200 / \pi)\ R_E$

- We assume $R_E = 6378$ km
- $R_M = 1776$ km (real 1738 km)
- $EM = 408\,000$ km (real 384 000 km)
- $R_S = 740\,000$ km (real 696 000 km)
- $ES = 162\,800\,000$ km (real 149 680 000 km)

فعالیت 10: آزمایشات اراتوستن طی 192تا 280 سال پیش از میلاد





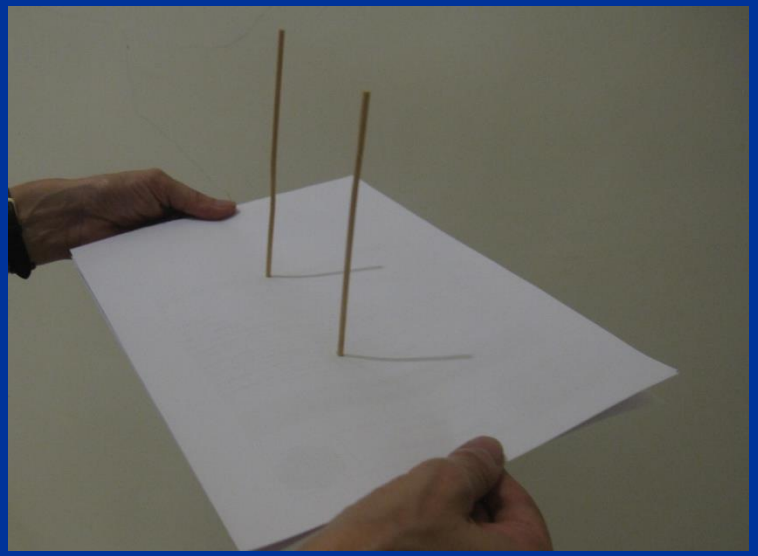
Rosa M. Ros

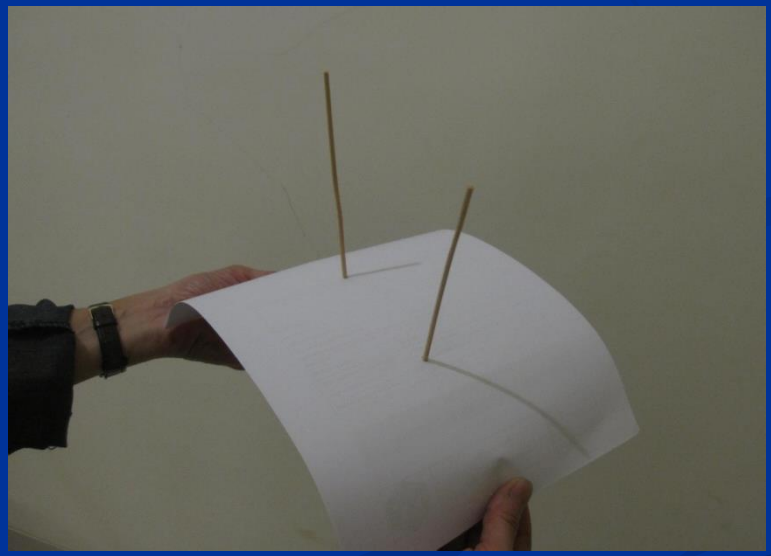
فعالیت 11: باز هم اراتوستنی

- دو شهر بر روی یک نصف النهار
- مشاهدات همزمان

سایه های متفاوت . . .

- پس زمین کروی است!!

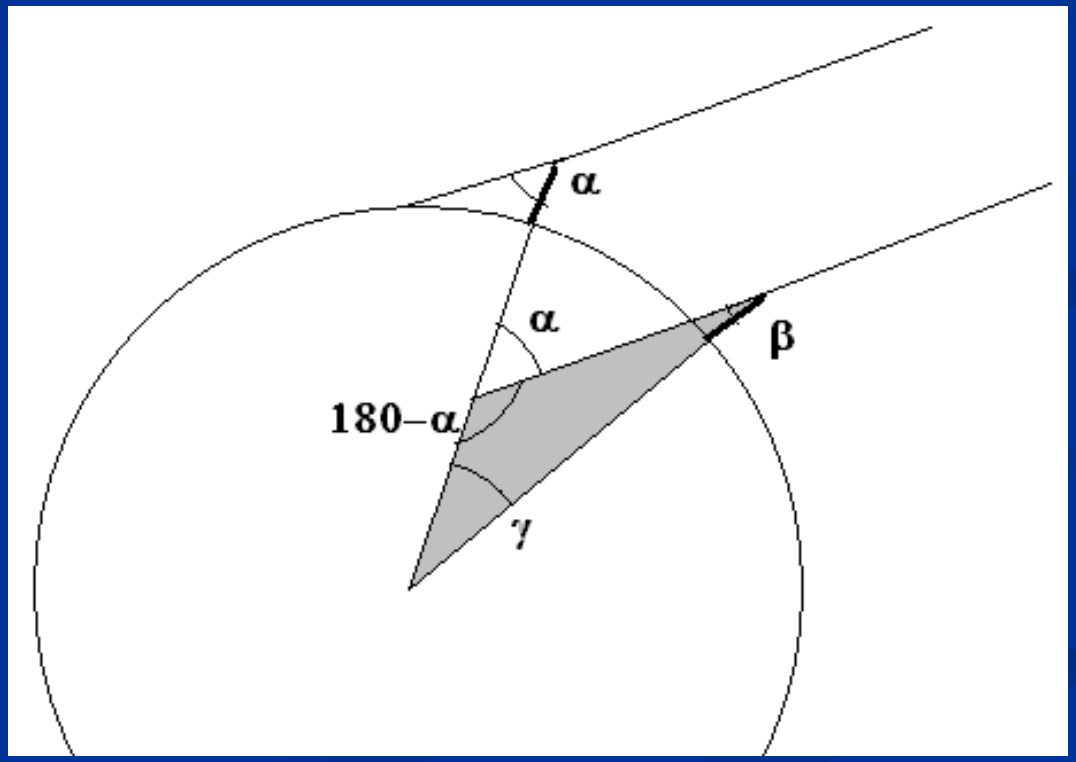




فعالیت 11: دوباره اراتوستن
محاسبه آلفا و بتا در
بر حسب رادیان

- $\pi = \pi - \alpha + \beta + \gamma$
- therefore $\gamma = \alpha - \beta$

(رادیان π =درجه 180)



Rosa M. Ros

فعالیت 11: بازهم اراتوستنی

ما طول شاخص عمودی(چوب) و سایه را اندازه می گیریم.

$$\alpha = \arctan (\text{stick})/(\text{shadow})$$

فعالیت 11: باز هم اراتوستنی

- $2\pi R_E / 2\pi = d/\gamma$
- is deduced

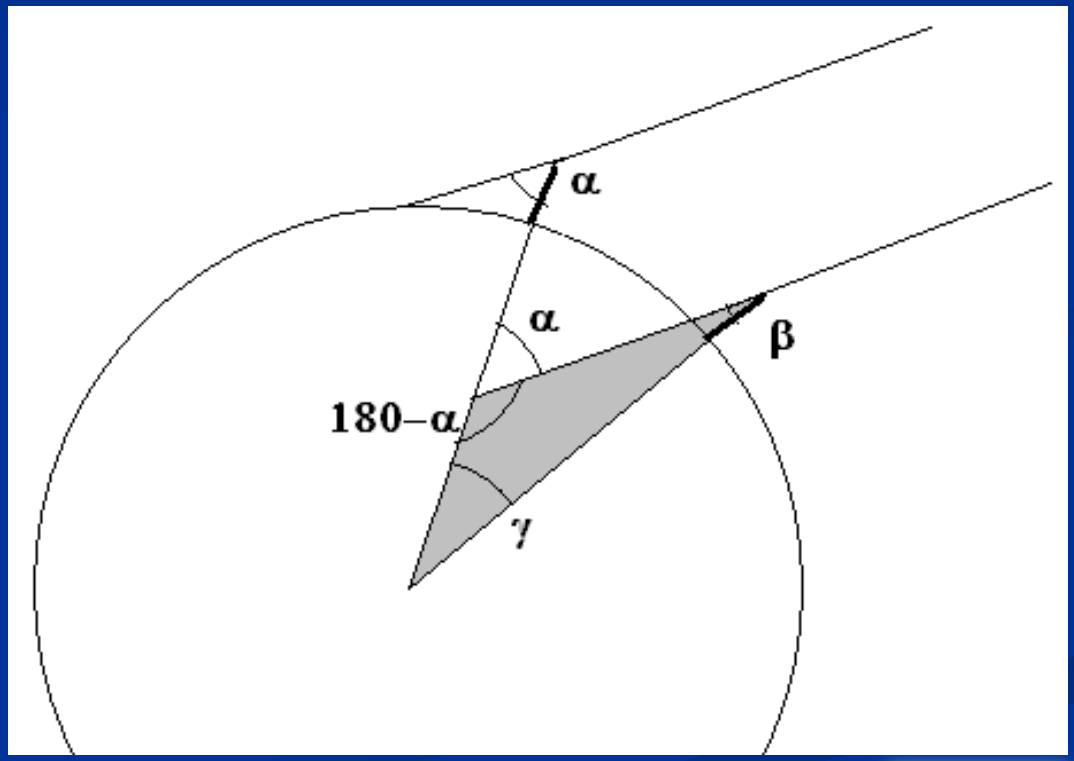
$$R_E = d/\gamma$$

- γ : ما می دانیم

$$\gamma = \alpha - \beta$$

- d

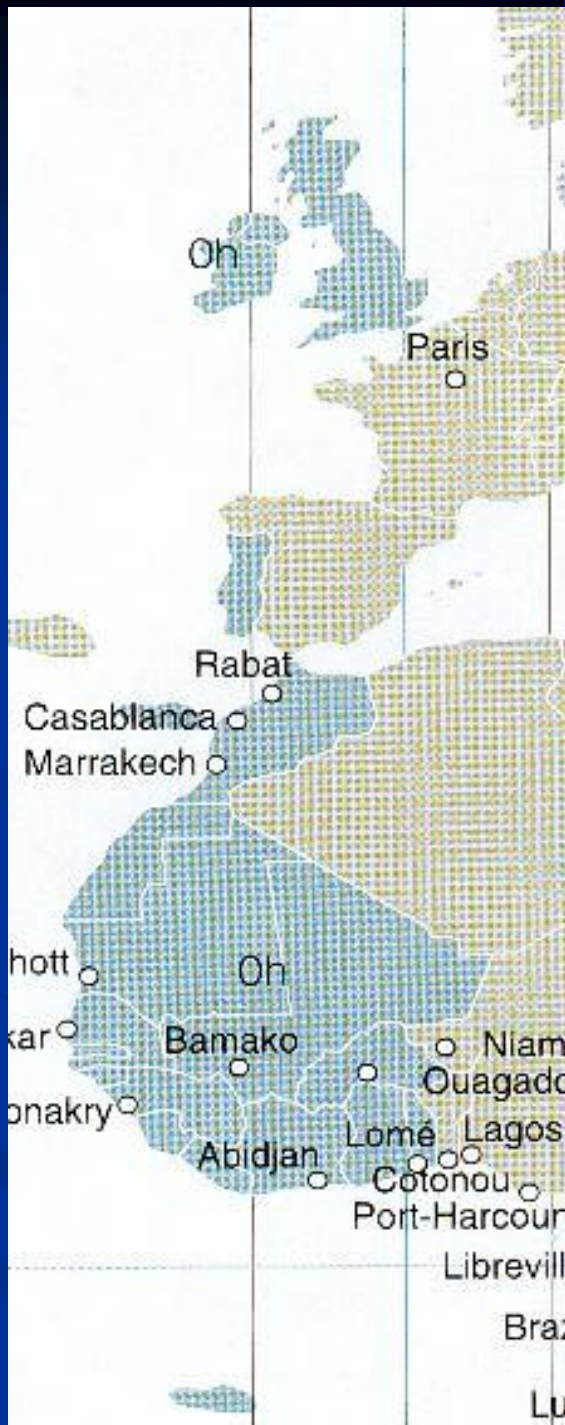
فاصله بین دو شهر



Rosa M. Ros

نتایج ما با استفاده از روش اراتوستن

- Ripoll- Barcelona
- $\alpha = 0.5194$ radian
  $\beta = 0.5059$ radian
- $\gamma = 0.0135$ radian
- $d = 89.4$ km
- $R_E = 6600$ km (real 6378 km)



نتایج:

- با گرفت‌ها آشنا شدیم.
- ایجاد رابطه بین اندازه های خورشید، زمین و ماه
- با مشاهده و فرموله کردن داده های به دست آمده از آن ، می توانیم در مورد جهان،
- بیشتر یاد بگیریم.

تشکر از توجه شما