

# Изследване на лунни и слънчеви затъмнения

Rosa M. Ros

*International Astronomical Union  
Technical University of Catalonia, Spain*



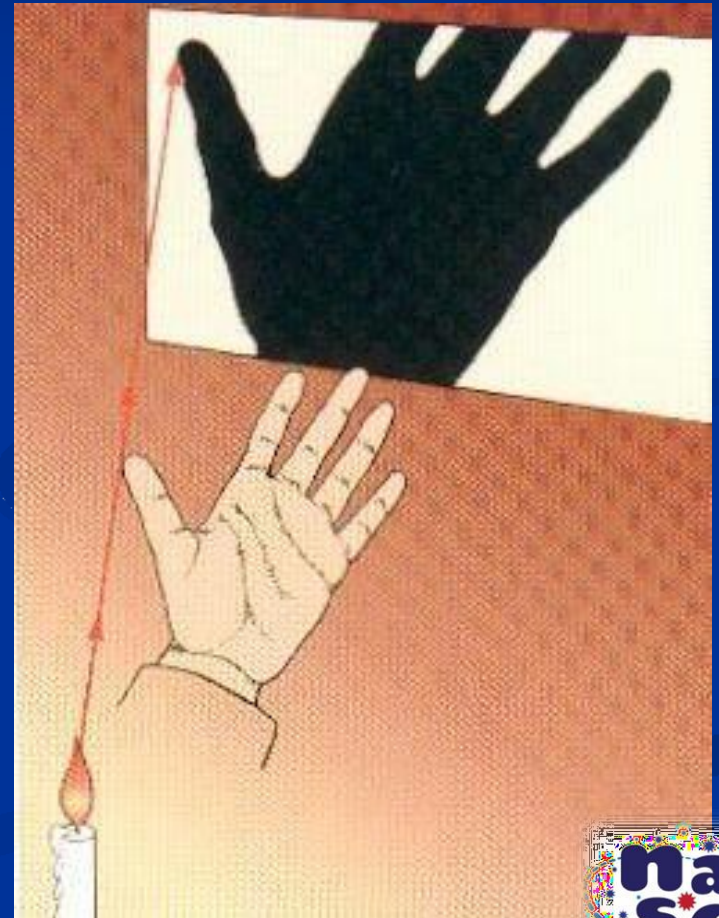
# Цели:

- Разберете защо Луната има фази
- Разберете причината за лунните затъмнения
- Разберете защо има слънчеви затъмнения
- Определете разстоянията и диаметрите на системата Земя-Луна-Слънце



# Визия на светлини и сенки

- Земя-Луна-Слънчева система:  
Фази и затъмнения
- Относителни позиции  
и сенки



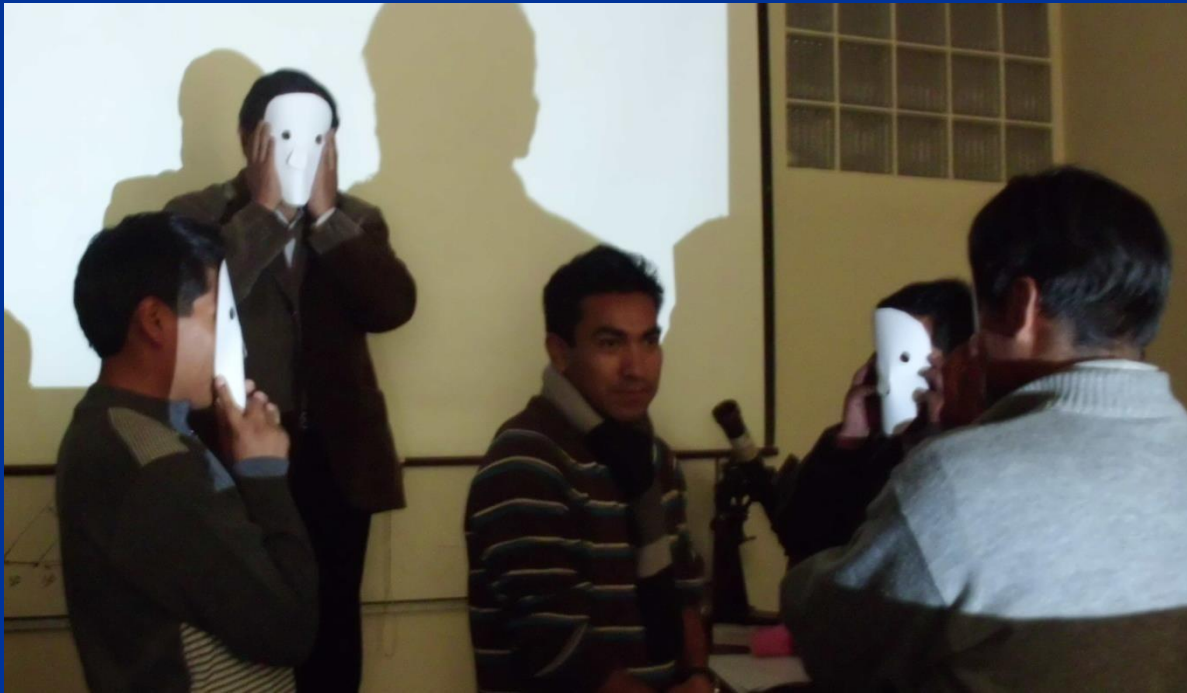
# Дейност 1: Модел на обратната страна на Луната

- 2 доброволци: единият в центъра (Земята), а другият се върти около нея (Луната)
- Поставете Луната с лице към Земята и я накарайте да се завърти около Земята на  $90^\circ$  и да се завърти също на  $90^\circ$ . Повторете процеса, докато достигнете началната позиция








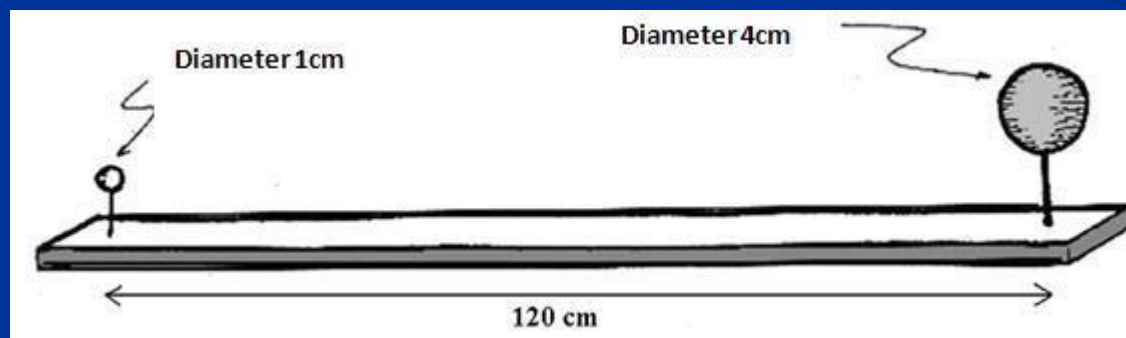
# Дейност 2: Модел с фенерче (Слънце), за да обясните фазите на Луната

- 5 доброволци: един в центъра (Земята) и 4 други, за да симулират 4-те фази на Луната с маски (1 напълно осветена, 2 частично осветени и 1 напълно тъмна)



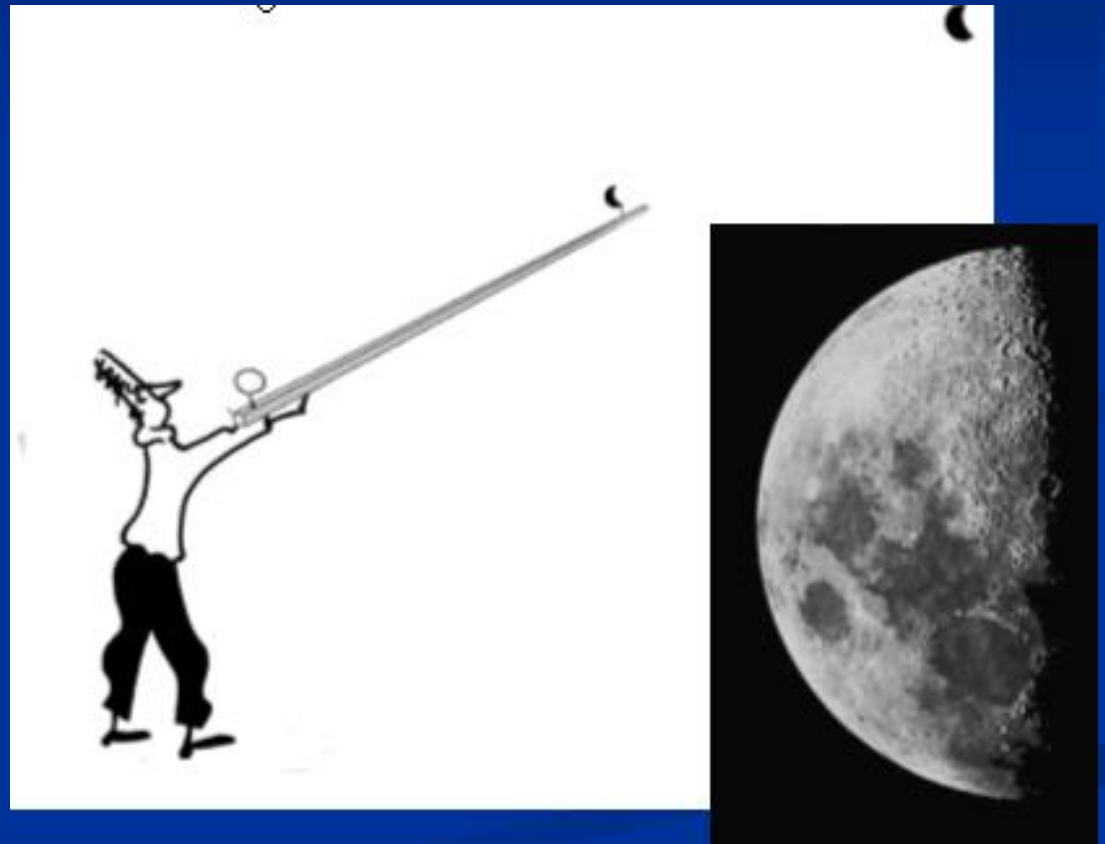
# Разстояния и диаметри на системата Земя-Луна-Слънце

<b>Earth Diameter</b>	<b>12 800 km</b>		<b>4 cm</b>
<b>Moon Diameter</b>	<b>3 500 km</b>		<b>1 cm</b>
<b>EM Distance</b>	<b>384 000 km</b>		<b>120 cm</b>
<b>Sun Diameter</b>	<b>1 400 000 km</b>		<b>440 cm = 4.4 m</b>
<b>ES Distance</b>	<b>150 000 000 km</b>		<b>47 000 cm = 0.47 km</b>



# Дейност 3: Симулация на фазите на Луната

- Насочете малката Луна на модела към Луната и можем да видим и двете с една и съща фаза





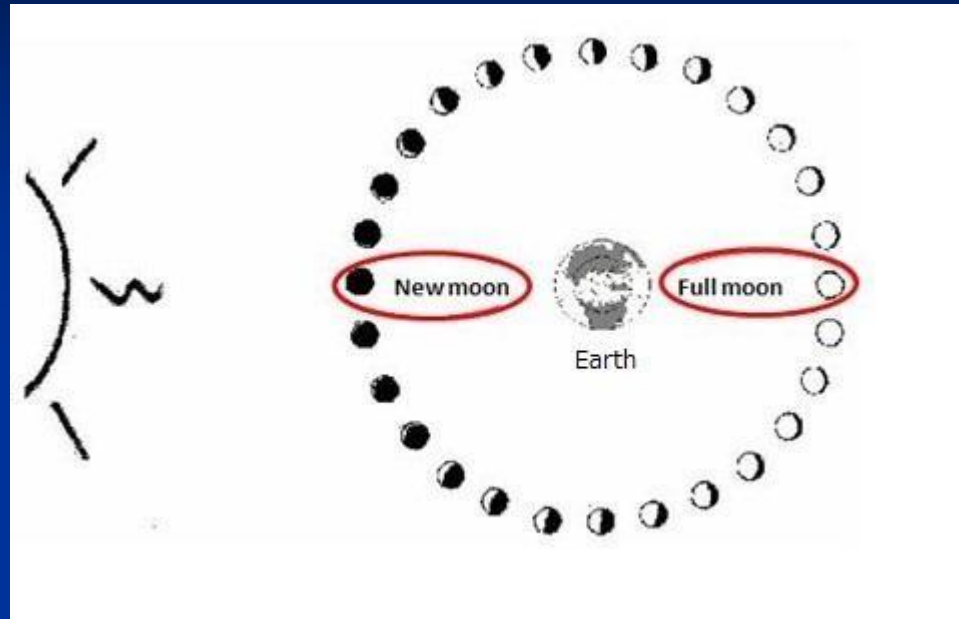
# Дейност 4: Грешки в илюстрацията



- Фазите на Луната зависят от позицията на Слънцето

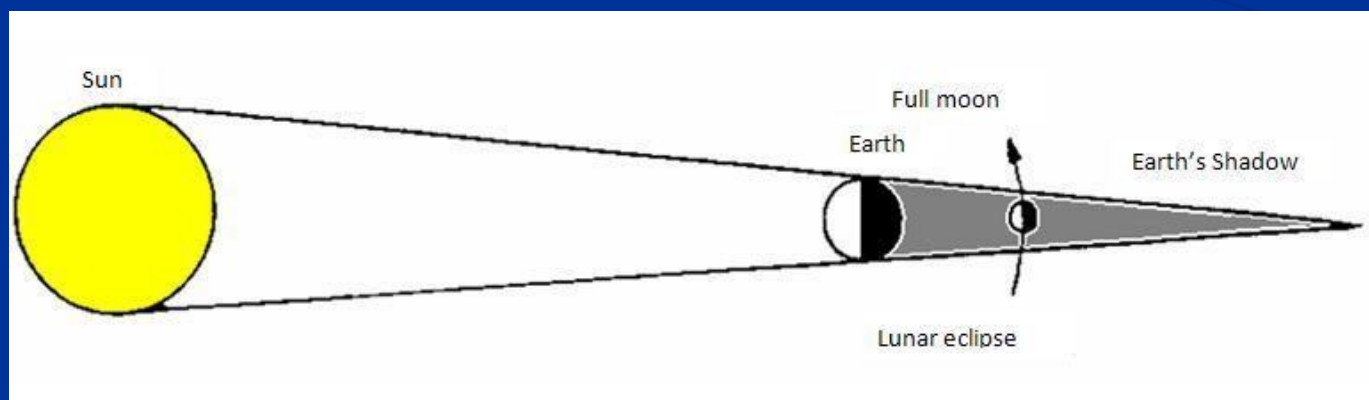
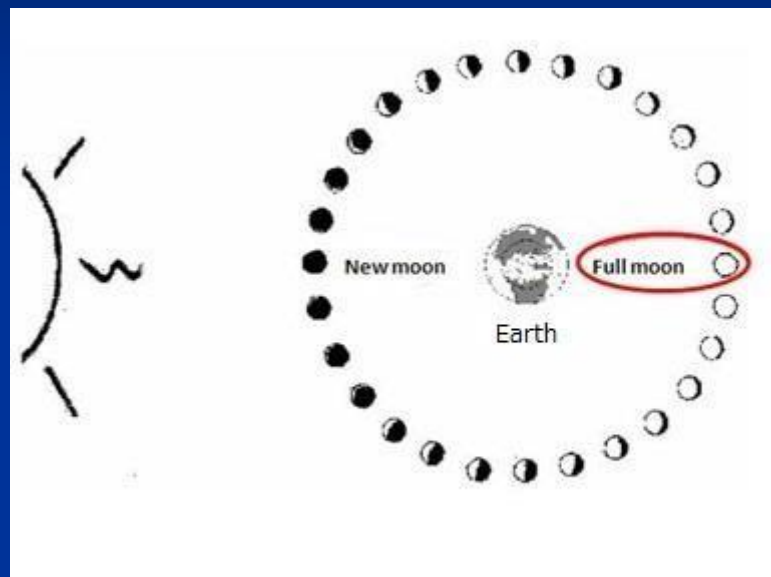


# Лунни фази и затъмнения

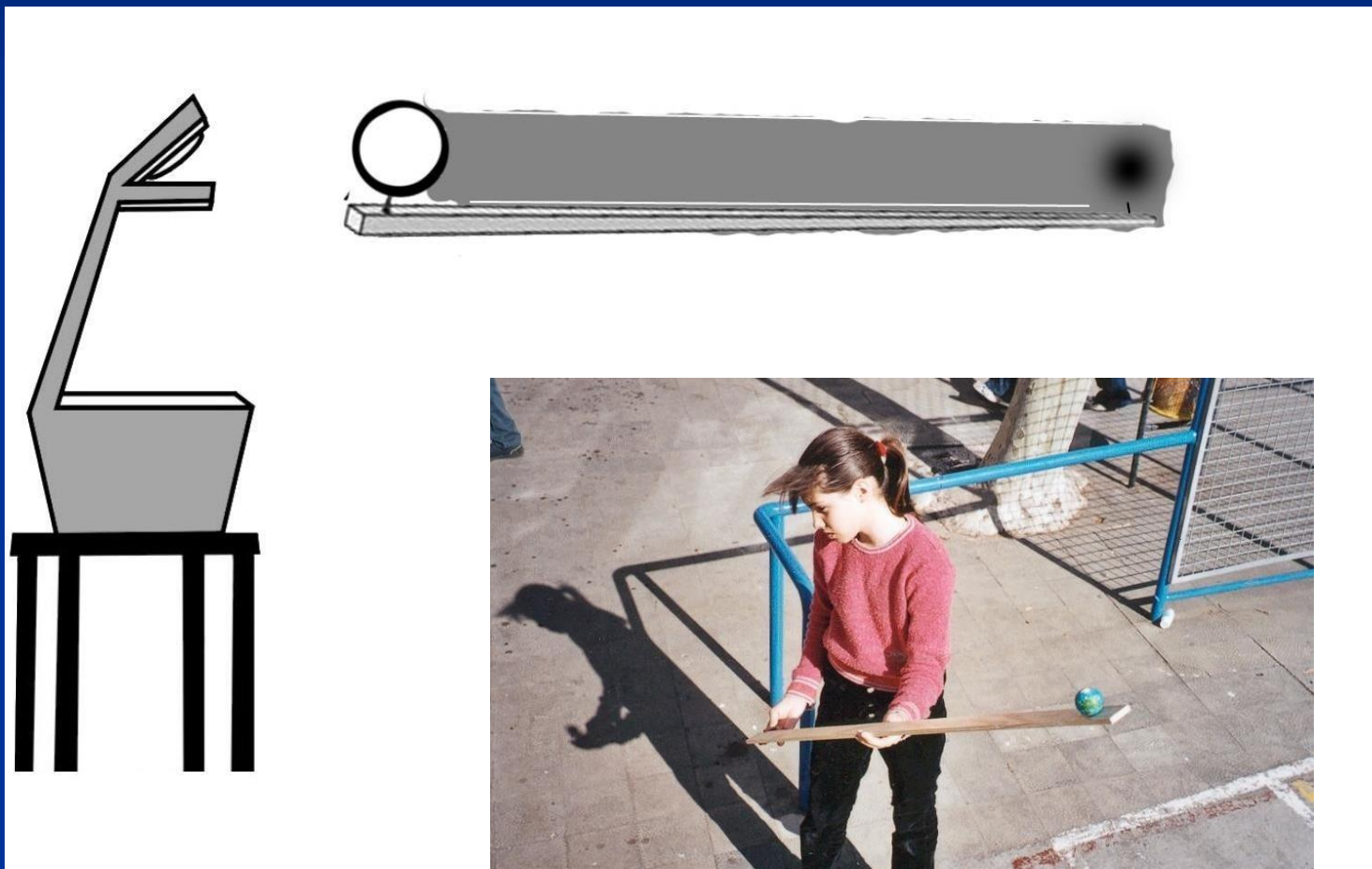


# Дейност 5: Лунни затъмнения

- Лунните затъмнения се случват само когато Луната е пълна



# Деятност 5: Симулация на лунно затъмнение



# Дейност 5: Лунно затъмнение



# Дейност 5: Лунно затъмнение

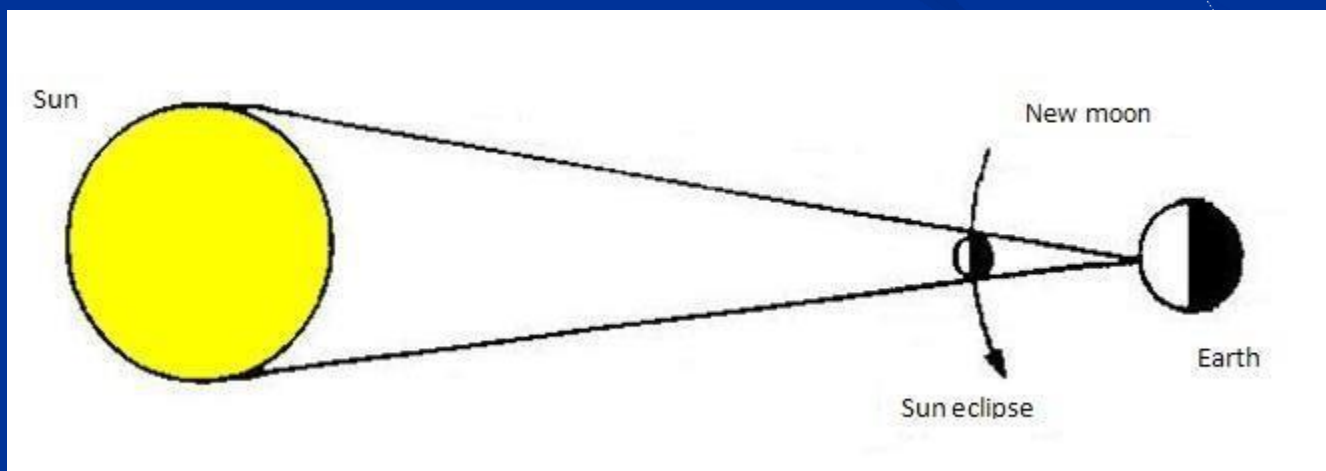
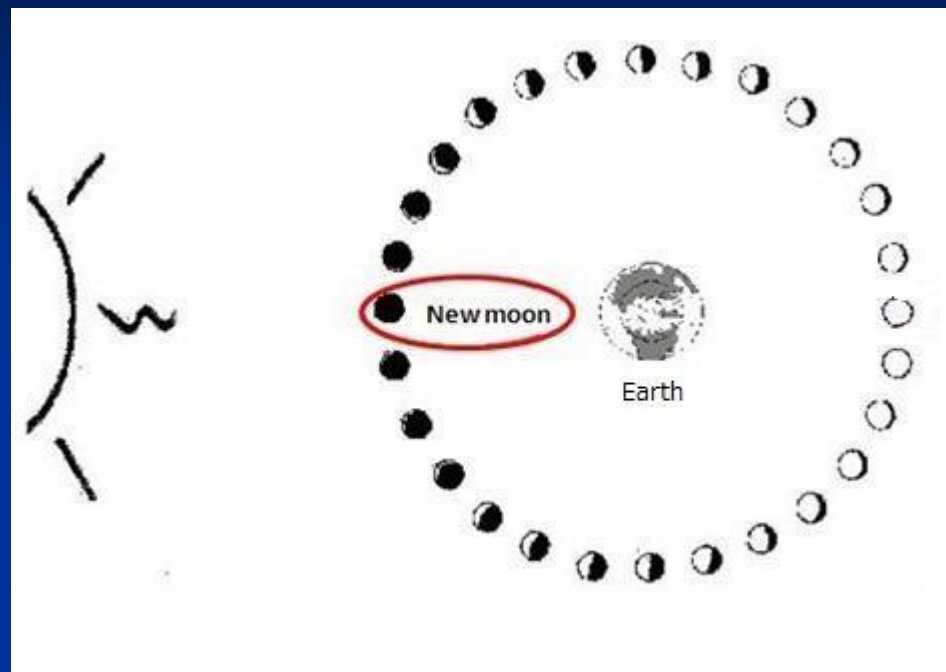
- Лунните затъмнения могат да се виждат от половината Земя (нощна страна)





# Дейност 6: Слънчеви затъмнения

- Слънчевите затъмнения се случват само когато има новолуние



# Деятност 6: Симулация на слънчево затъмнение





Детайл от слънчево затъмнение



Rosa M. Ros





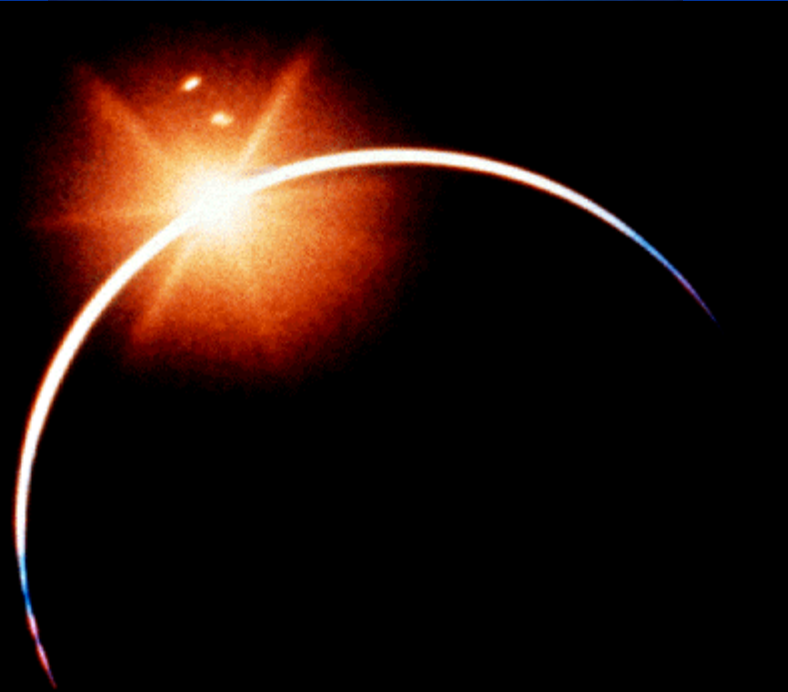
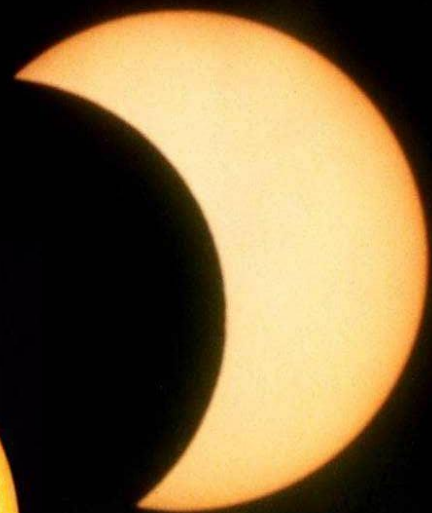


# Дейност 6: Слънчеви затъмнения

- Слънчевите затъмнения се виждат само в малък регион на Земята







... изпитваме емоция!  
... we are feeling emotion!



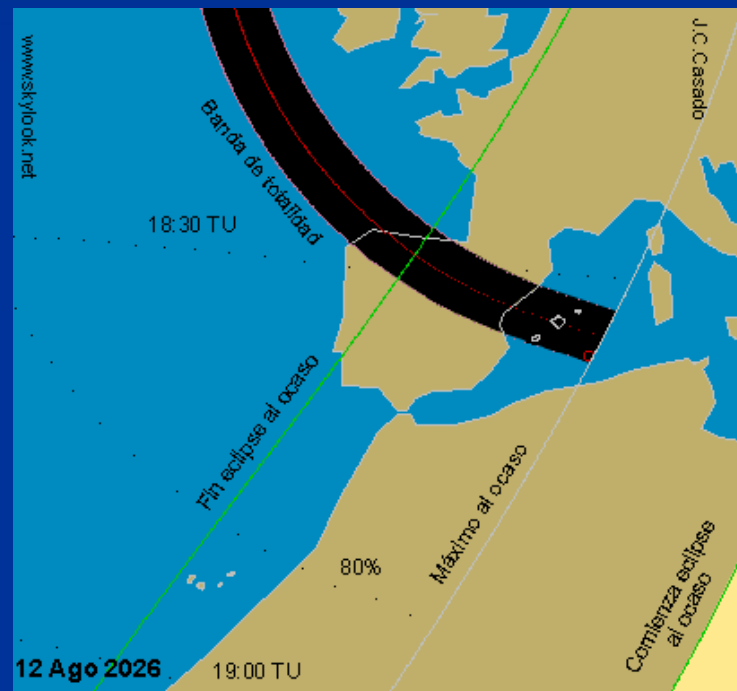
# Наблюдения:

- **Лунно затъмнение**, когато има **пълнолуние** и **слънчево затъмнение**, когато има **новолуние**
- Слънчево затъмнение се наблюдава само в малка част от Земята
- Много е трудно Земята и Луната да бъдат „добре подравнени“, така че затъмнение не се случва всеки път, когато има новолуние или пълнолуние



## И накрая... като пример...

- Следващото пълно слънчево затъмнение в Испания: 12 август 2026 г. (последното през 2004 г. в друга област)



- Всяка година има между 0 и 3 лунни затъмнения



# Разстояния и диаметри, за да визуализирате и по-добре да разберете разстоянията до Слънцето

Earth Diameter	12 800 km		2,1 cm
Moon Diameter	3 500 km		0,6 cm
E-M Distance	384 000 km		60 cm
Sun Diameter	1 400 000 km		220 cm
E-S Distance	150 000 000 km		235 m



# Рисуване на слънцето



# Дейност 7: Да направим голямото „Слънце“ да изглежда като малката „Луна“



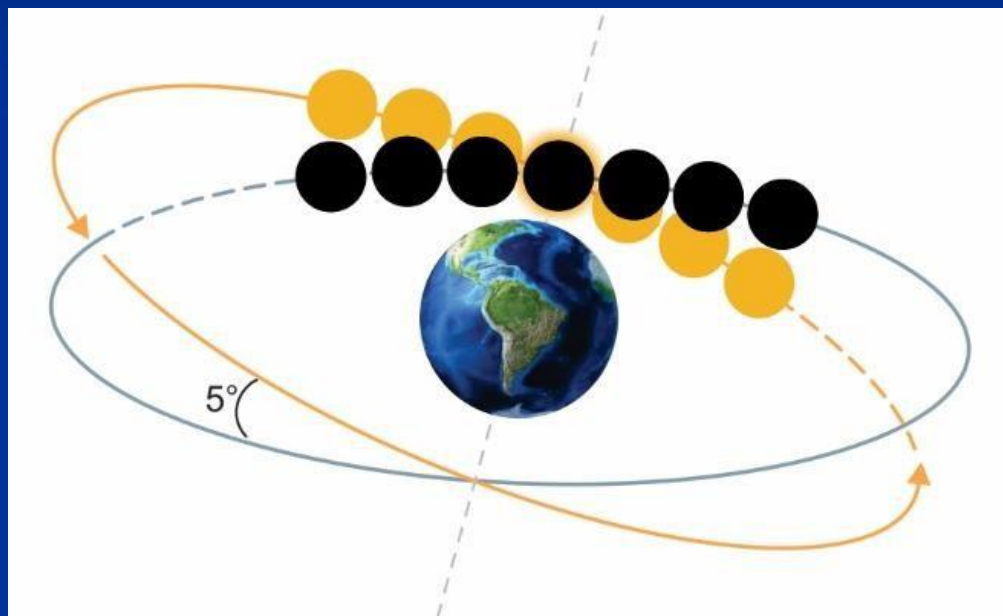


Ако всеки месец има новолуние и  
пълнолуние...

Защо няма слънчево затъмнение и  
лунно затъмнение всеки месец?



защото...Равнината на Земната орбита около  
Слънцето и равнината на Лунната орбита около  
Земята не са в една и съща равнина.



И двете равнини са наклонени с  $5^\circ$  и ъгловият  
диаметър на Слънцето и Луната е само  $0,5^\circ$



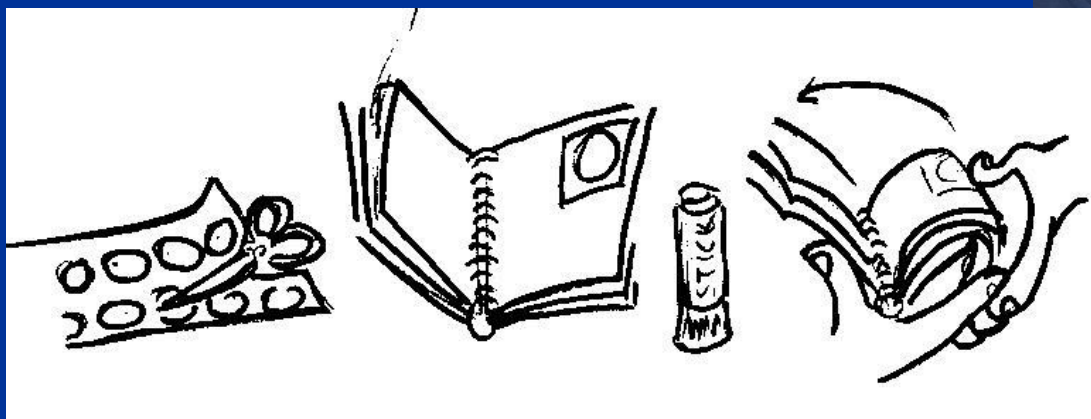
**Затъмненията могат да се случат  
само ако Слънцето и Луната са  
близо до линията на пресичане на  
двете равнини.**





# Деятност 8: Симулатор на затъмнение „Flip page“.

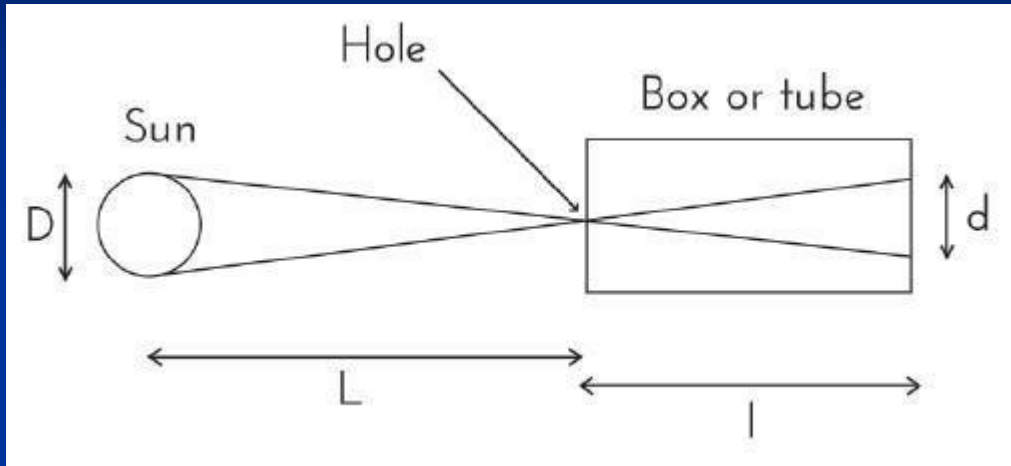
1. Изрежете и номерирайте снимките по ред
2. Залепете всяка картинка върху спираловиден тефтер
3. Прелистете бързо страниците, за да видите демонстрацията.



# Дејност 9: Определяне на дијаметра на Слнцето - набљуденија и измервания



# Дейност 9: Определяне на диаметъра на Слънцето



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

Можем да установим пропорцията и да изчислим диаметъра на Слънцето

$L = 150\,000\,000$  км разстояние Земя-Слънце,  
 $l =$  дължина на тръбата,  $d =$  диаметър на Слънцето  
върху полупрозрачна хартия



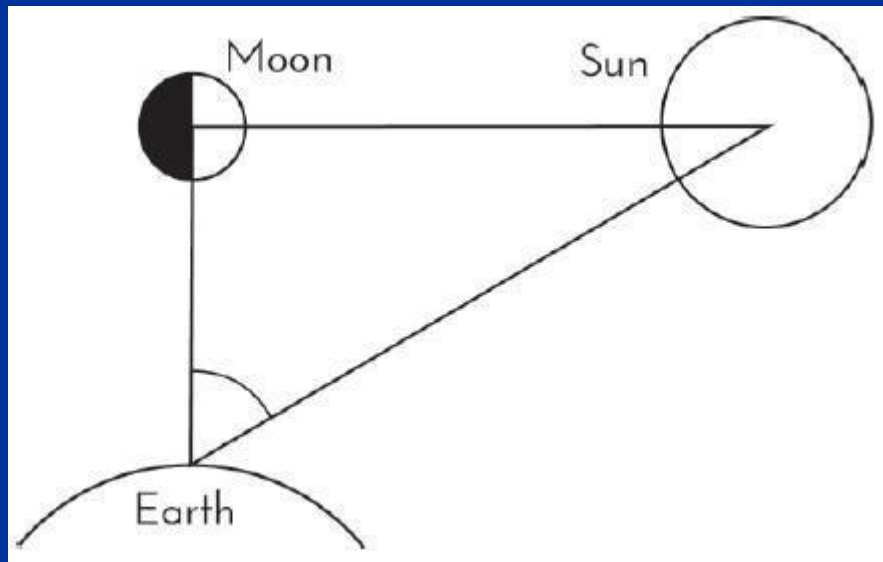
# Деятност 10: Експериментът на Аристарх 310 до 230 г. пр.н.е

- Установени връзки между разстоянията Земя-Луна-Слънце и техните диаметри (но не може да се определи никаква абсолютна стойност). Това трябваше да почака до Ератостен.
- 1) Разстоянието на Земята до Луната и Земята до Слънцето
- 2) Радиус на Луната и Слънцето
- 3) Разстояние от Земята до Луната и радиус на Луната
- 4) Конусът на земната сянка
- 5) Свържете ги всички



# 1) Разстояние Земя-Луна и Земя-Слънце

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



# 1) Разстояние Земя-Луна и Земя-Слънце

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





## 2) Радиус на Луната и Слънцето

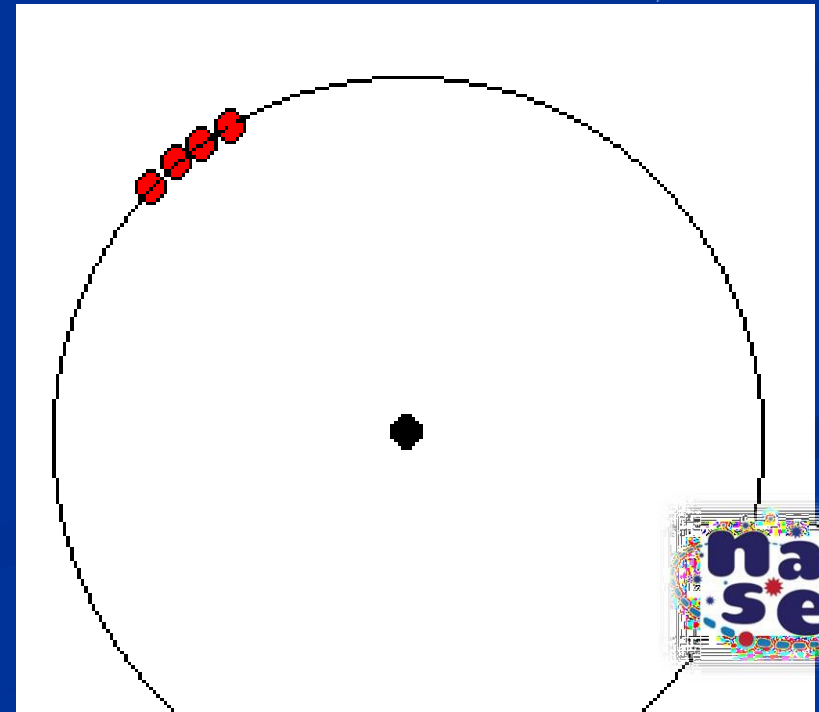
- От Земята се наблюдава, че лунният и слънчевият диаметър са равни на  $0,5^\circ$
- Следователно радиусът е

- $R_S = 400 R_M$



### 3) Разстояние Земя-Луна и радиус на Луната

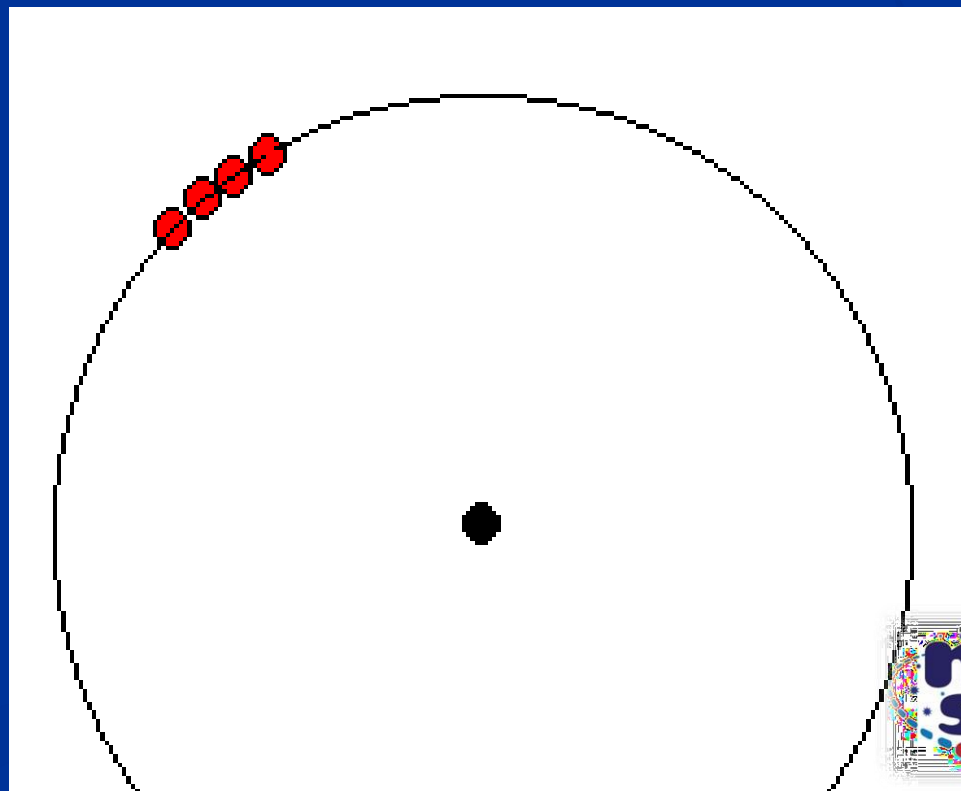
- Диаметърът на Луната спрямо Земята е  $0,5^\circ$
- Със 720 пъти този диаметър можем да изчислим кръговата траектория на Луната
- $2 R_{л} 720 = 2 \pi \text{ Земя-Луна}$
- **Земя-Луна =  $720 R_{л} / \pi$**



### 3) Разстояние Земя-Слънце и Слънчев радиус

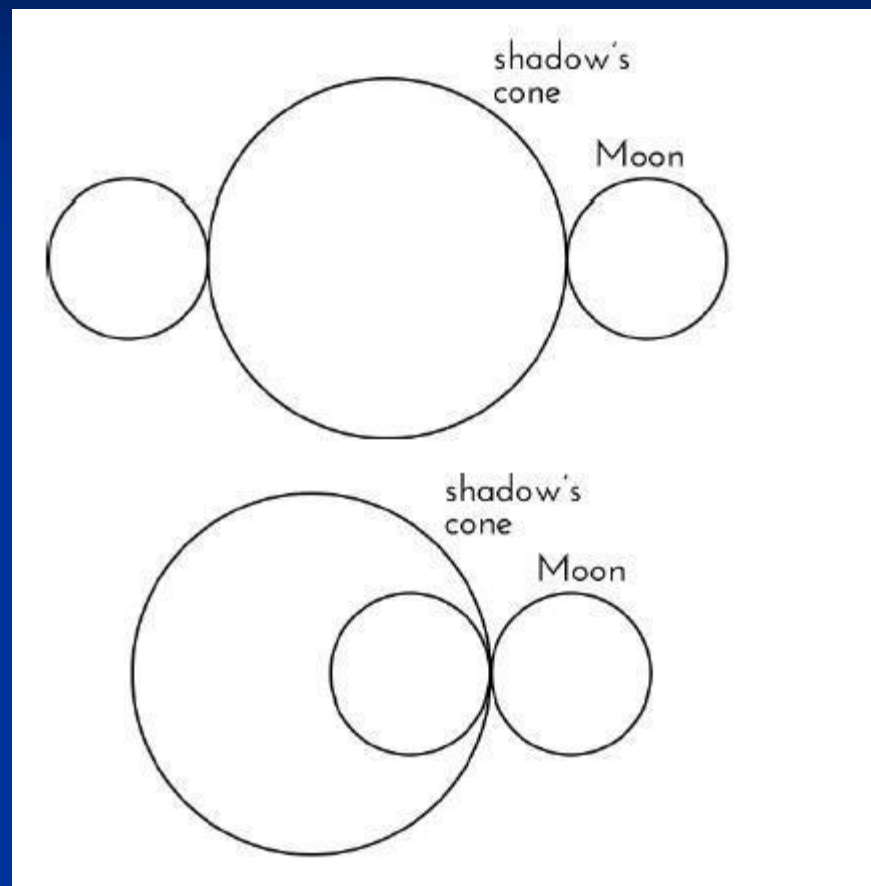
- По аналогия
- Земя-Слънце =  $720 R_c / \pi$

Първият  
хелиоцентричен  
модел на Аристарх



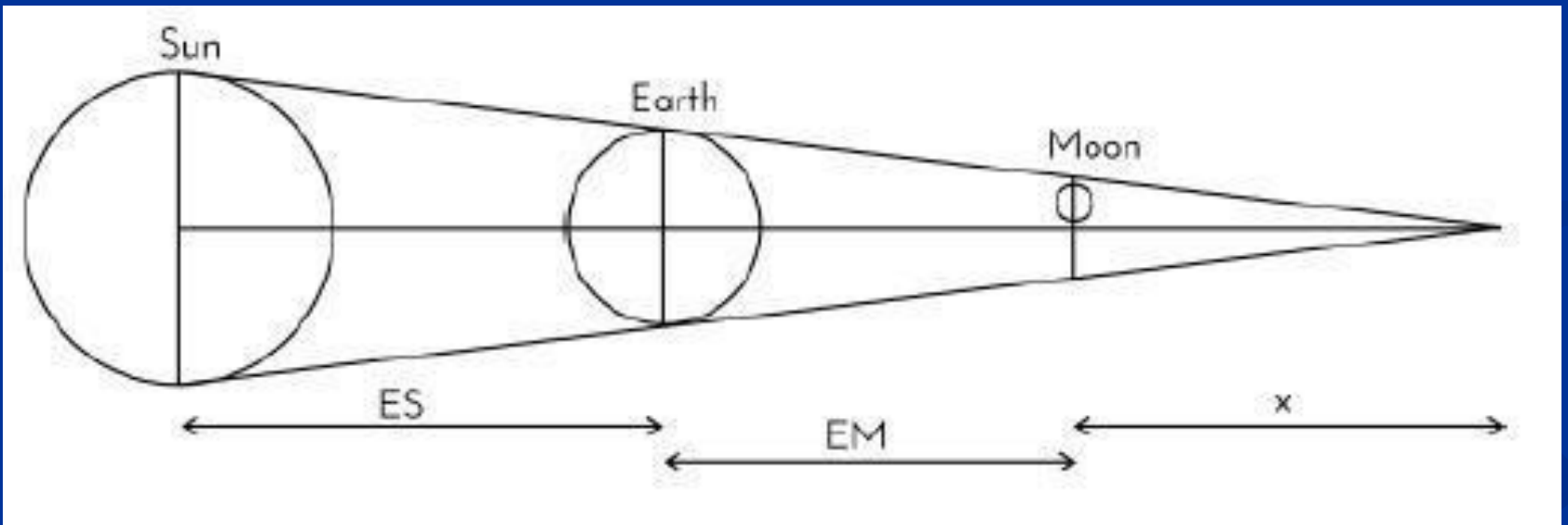
## 4) Конус от земната сянка

- При лунно затъмнение Аристарх наблюдава, че времето, необходимо на Луната да пресече конуса на сянката на Земята, е два пъти повече от времето, необходимо на повърхността на Луната да остане покрита (т.е. 2:1)
- Всъщност е 2,6:1



## 5) Свържете ги всички

- $(x + \text{Земя-Луна} + \text{Земя-Слънце}) / R_c = (\text{Земя-Луна}) / R_z = x / (2.6 R_l)$



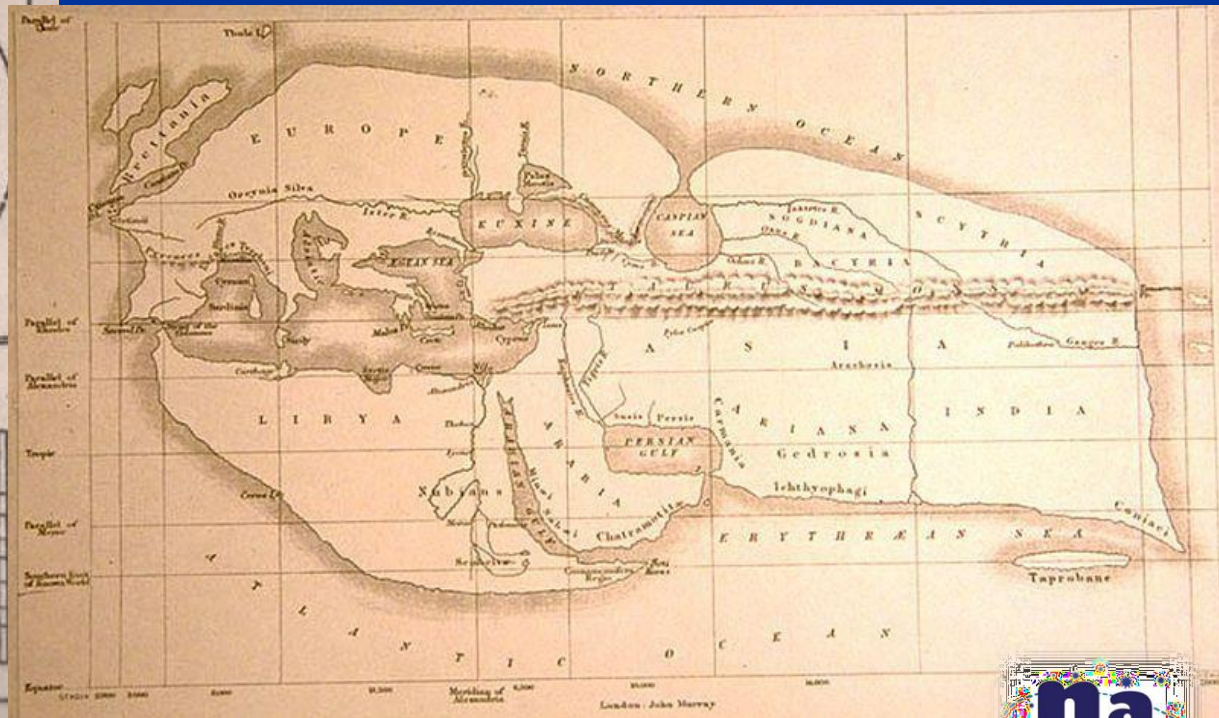
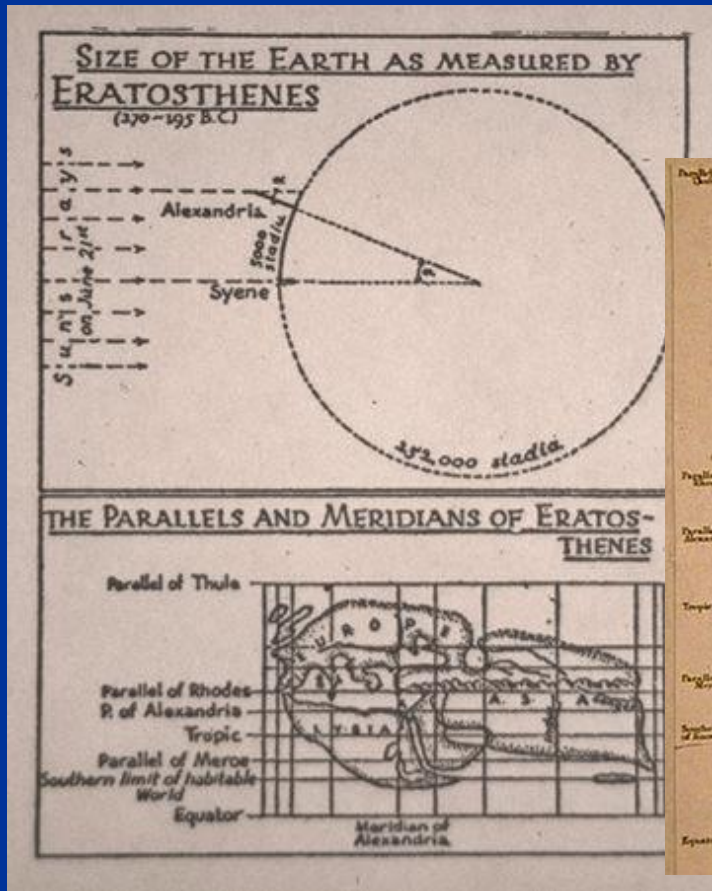
# Решаването на системата показва (всичко свързано с радиуса на Земята):

- $R_{л} = (401 / 1440) R_{з}$
- Земля-Луна =  $(401 / (2 \pi)) R_{з}$
- $R_{с} = (2005 / 18) R_{з}$
- Земля-Слънце =  $(80200 / \pi) R_{з}$
- **Ако приемем  $R_{з} = 6\,378\text{ km}$  тогава**
- $R_{л} = 1\,776\text{ km}$  (актуално  $1\,738\text{ km}$ )
- Земля-Луна =  $408\,000\text{ km}$  (актуално  $384\,000\text{ km}$ )
- $R_{с} = 740\,000\text{ km}$  (актуално  $696\,000\text{ km}$ )
- Земля-Слънце =  $162\,800\,000\text{ km}$   
(actual  $149\,680\,000\text{ km}$ )



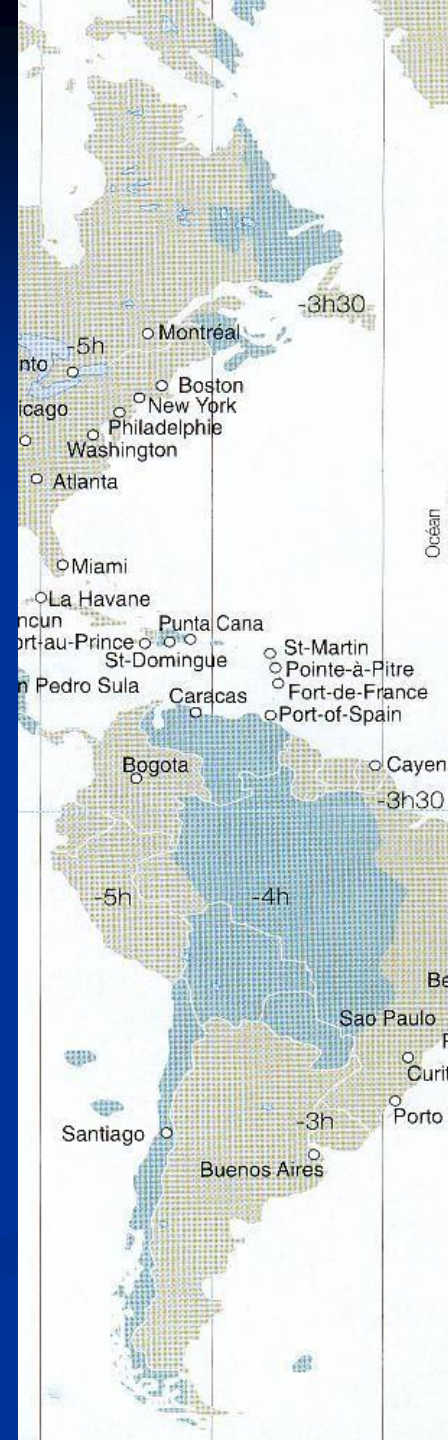


# Дейност 11: Експеримента на Ератостен 280 - 192 г. пр.н.е



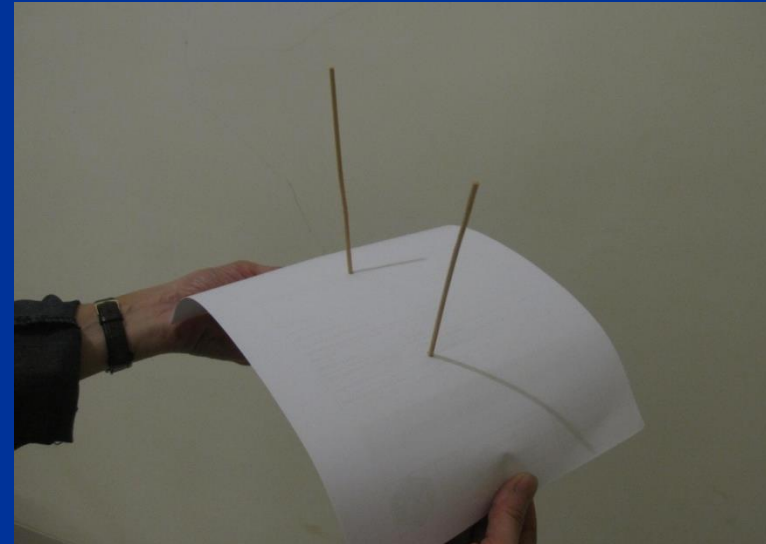
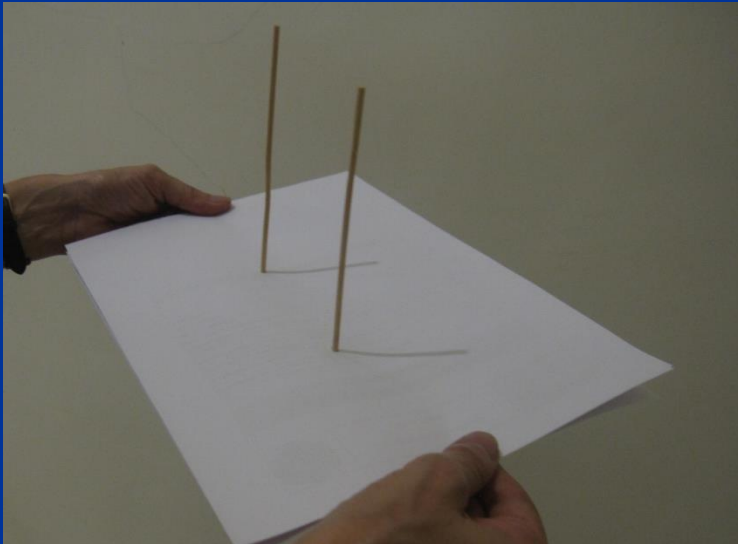
# Дейност 11: Отново Ератостен

- Два града на един меридиан
- Едновременни наблюдения



# Различни сенки...

- Тогава Земята е сфера!

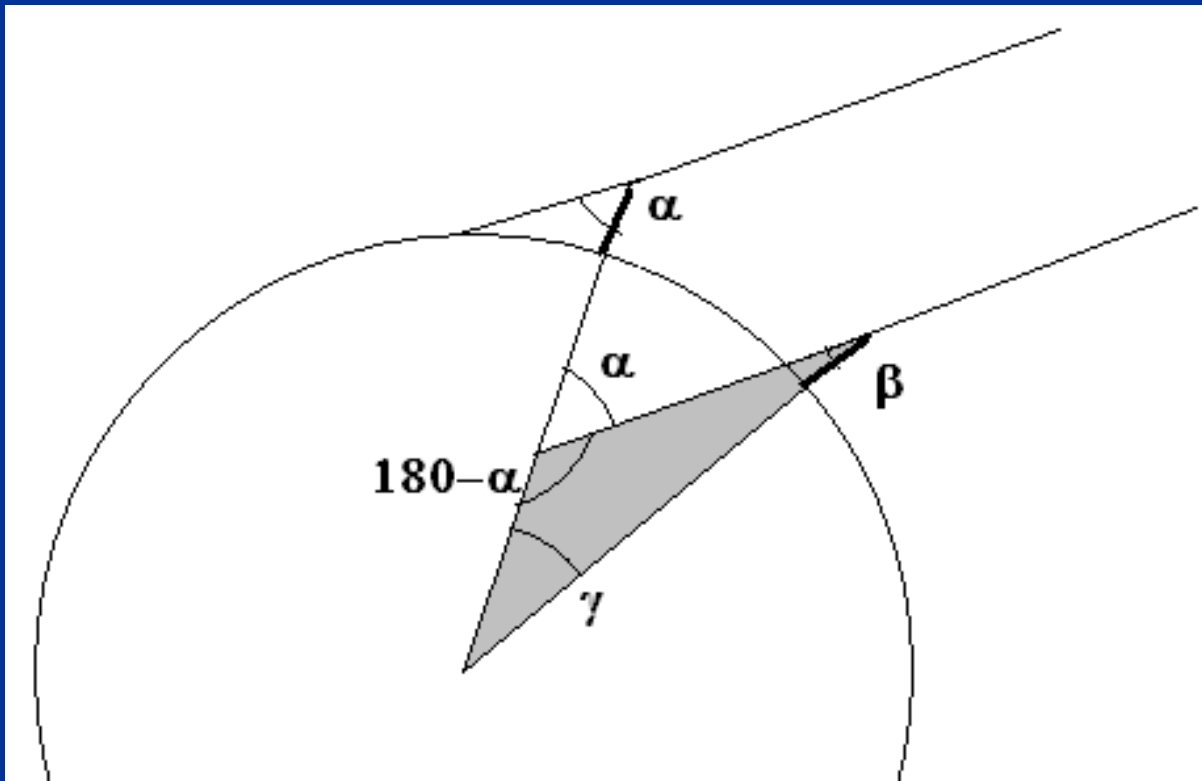


# Дейност 11: Отново Ератостен

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

следователно  $\gamma = \alpha - \beta$

където  $\alpha$  и  $\beta$  са измерени в радиани  
(180 градуса =  $\pi$  радиани)





# Дейност 11: Отново Ератостен



- Измерваме дължината на отвеса (или пръчката) и сянката му

$$\alpha = \arctan (\text{сянка})/(\text{пръчка})$$



# Дейност 11: Отново Ератостен

- По пропорционалност

$$2\pi RE / 2\pi = d / \gamma$$

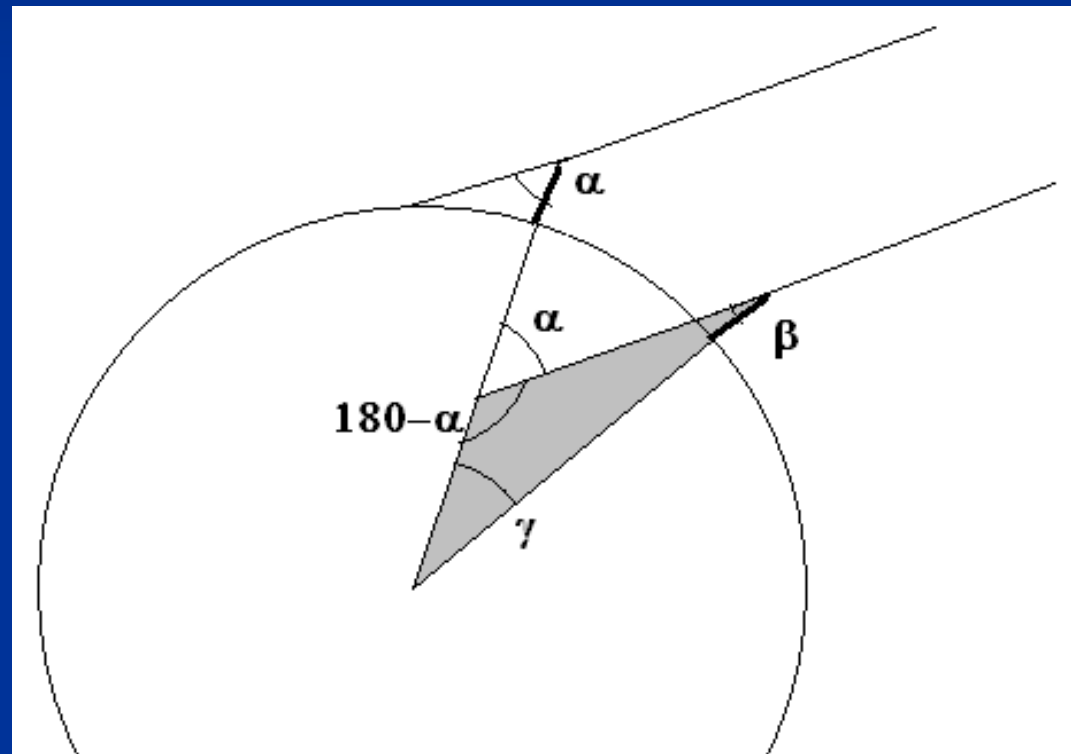
- се извежда

$$RE = d/\gamma$$

- $\gamma$  ние знаем (в радиани)

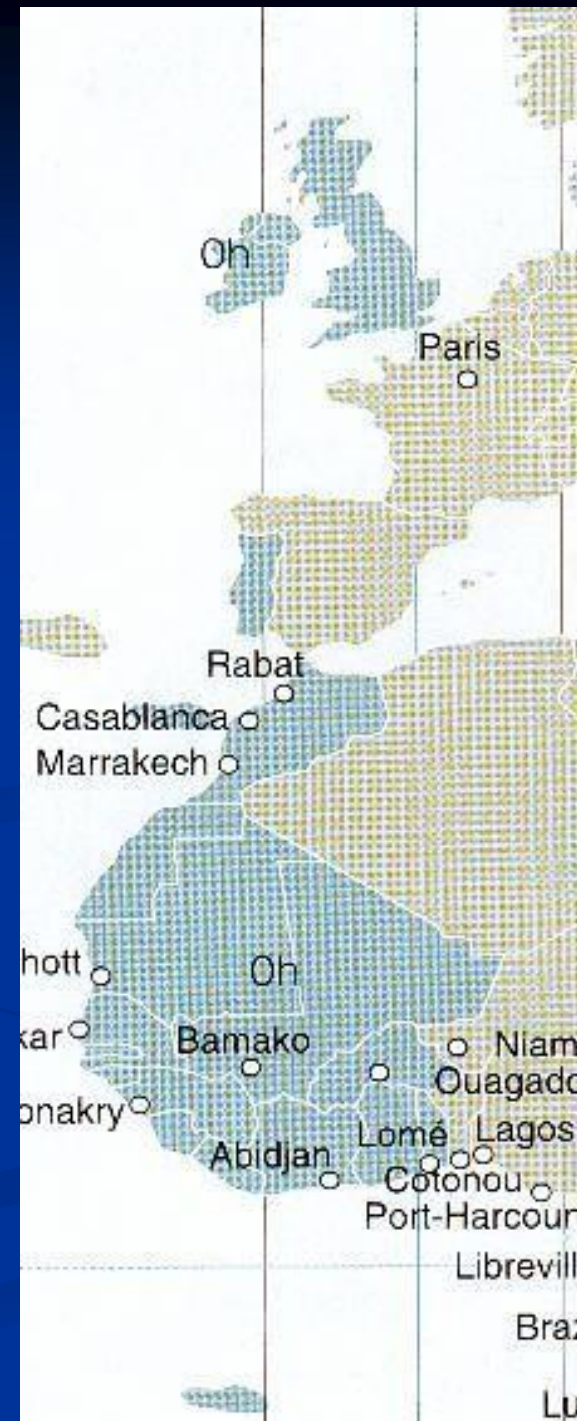
$$\gamma = \alpha - \beta$$

- $d$  е разстоянието между градовете - с помощта на карта



# Нашите резултати с метода на Ератостен

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



# Изводи:

- Сега разбираме затъмненията
- Установени са размерни връзки за системата Земя-Луна-Слънце
- Доказано е, че чрез наблюдение и анализ на получените данни можем да научим много повече за Вселената





**Много благодаря за  
вниманието!**

