

# Un studiu al eclipselor de lună și de soare

Rosa M. Ros

*Uniunea Astronomică Internațională  
Universitatea Tehnică din Catalonia, Spania*



# Obiective

- Să înțelegem de ce Luna are faze
- Să înțelegem cauza eclipselor de Lună
- Să înțelegem de ce există eclipsele de Soare
- Să determinăm distanțele și diametrele sistemului Pământ-Lună-Soare



# Lumini și umbre

- Sistemul Pământ – Lună – Soare: faze și eclipse
- Poziții relative și umbre



# Activitatea 1:

## Modelul părții întunecate a Lunii

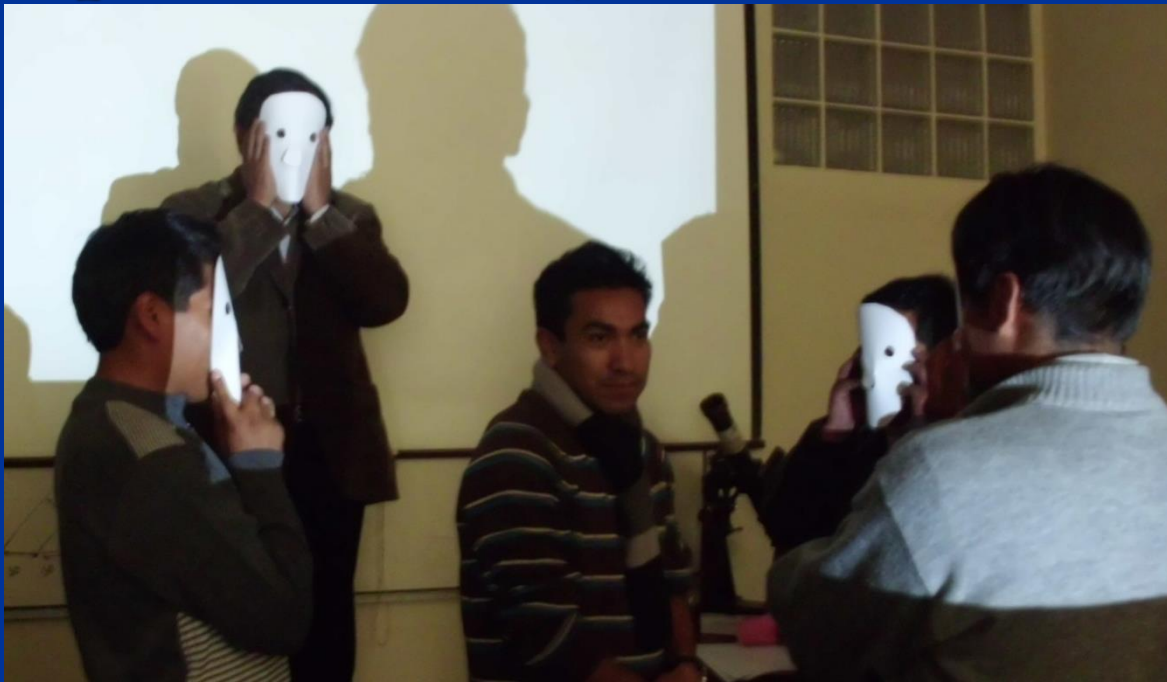
- 2 voluntari: unul în centru (Pământul) și celălalt gravitând în jurul acestuia (Luna).
- Plasați Luna cu fața spre Pământ și faceți-o să se rotească în jurul Pământului cu  $90^\circ$  și să se rotească în jurul ei tot cu  $90^\circ$ . Repetați procesul până ajungeți la poziția inițială.





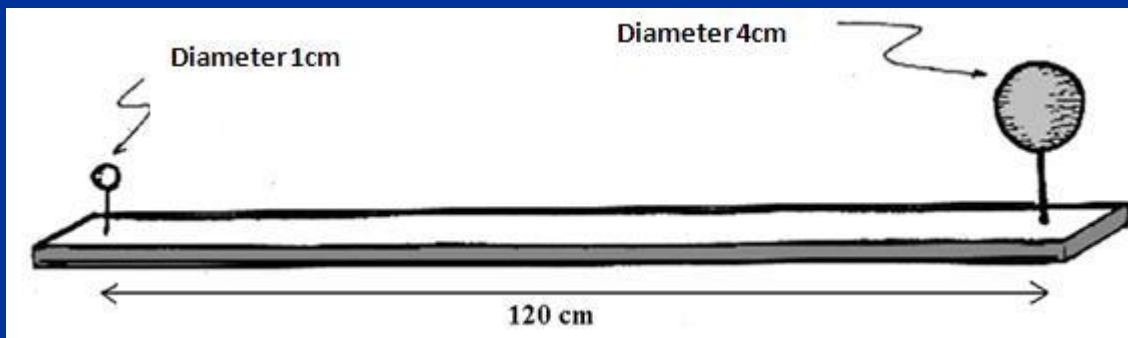
# Activitatea 2: Modelul cu lanterna (Soarele) pentru explicarea fazelor Lunii

- 5 voluntari: unul în centru (Pământul), iar ceilalți patru simulează cele 4 faze ale Lunii cu măști (1 complet iluminat, 2 parțial iluminați și 1 complet întunecat)



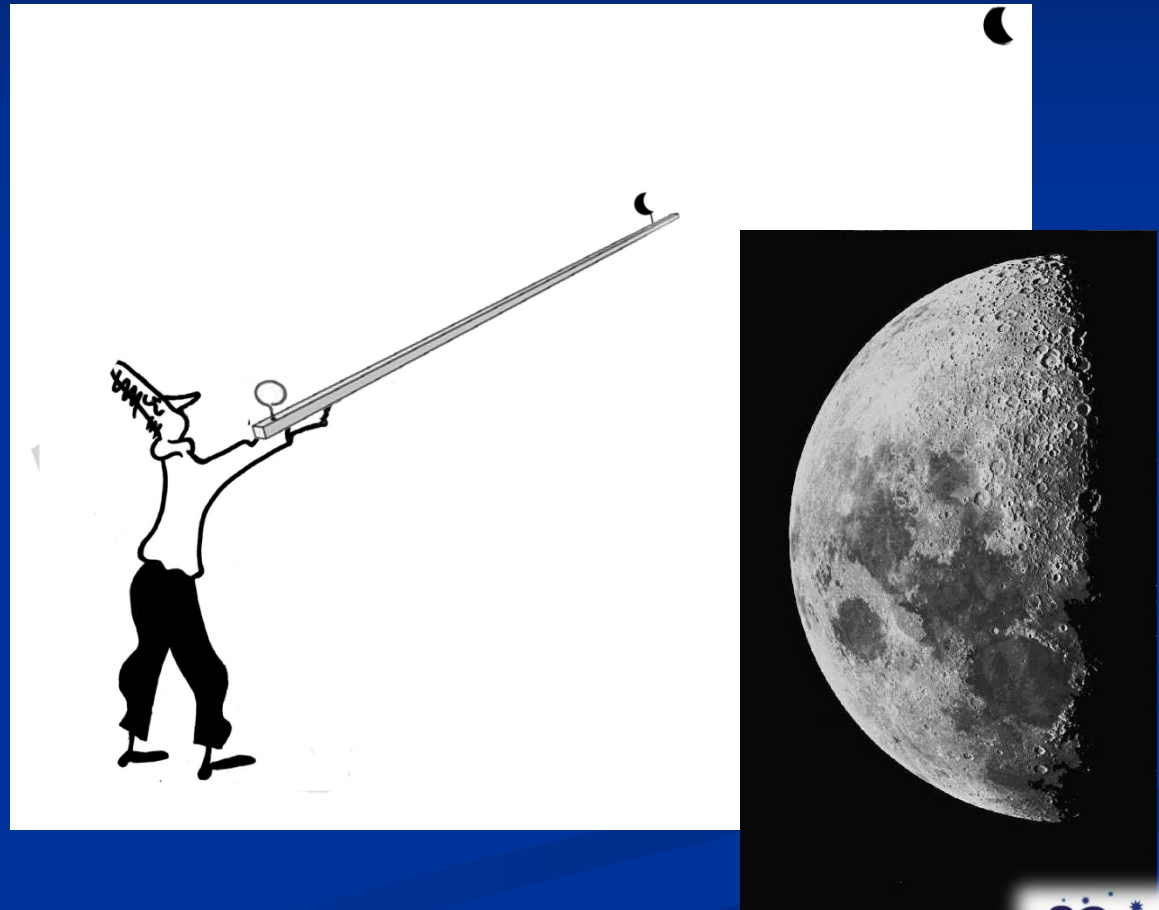
# Distanțe și diametre ale sistemului Pământ-Lună-Soare

<b>Diametru Pământ</b>	<b>12 800 km</b>		<b>4 cm</b>
<b>Diametru Lună</b>	<b>3 500 km</b>		<b>1 cm</b>
<b>Distanța Păm. Lună</b>	<b>384 000 km</b>		<b>120 cm</b>
<b>Diametru Soare</b>	<b>1400 000 km</b>		<b>440 cm = 4.4 m</b>
<b>Distanța Păm. Soare</b>	<b>150 000 000 km</b>		<b>4700 cm = 0,47 km</b>



# Activitatea 3: Simularea fazelor Lunii

- Direcționează mica Lună a modelului spre Lună și astfel le putem vedea pe ambele cu aceeași fază.



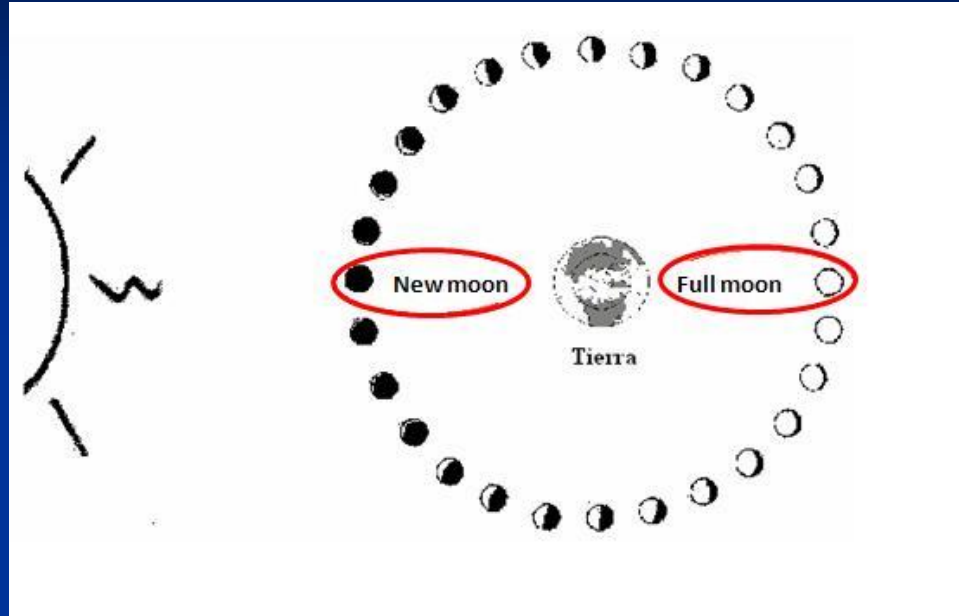
# Activitatea 4: Ilustrarea erorilor



- Fazele Lunii depind de poziția Soarelui



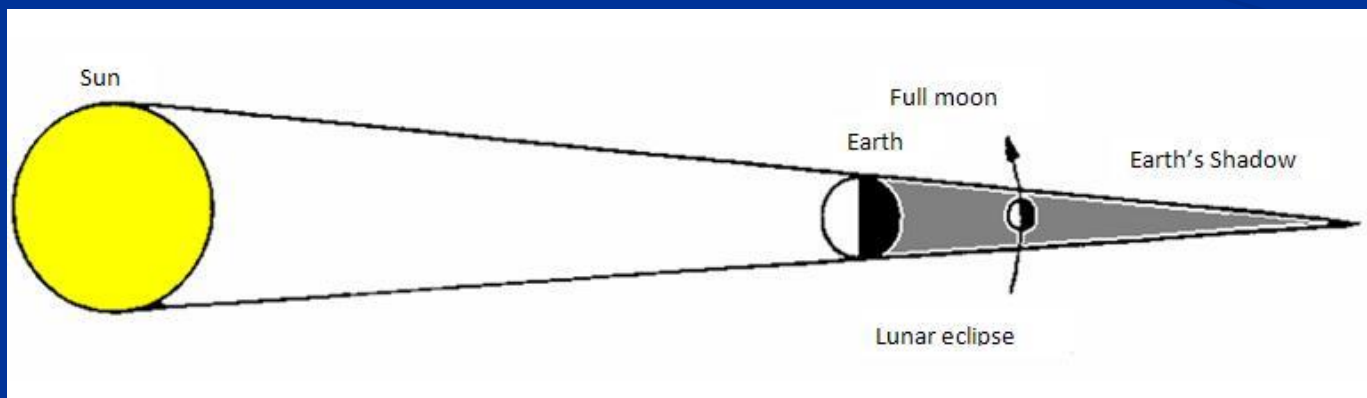
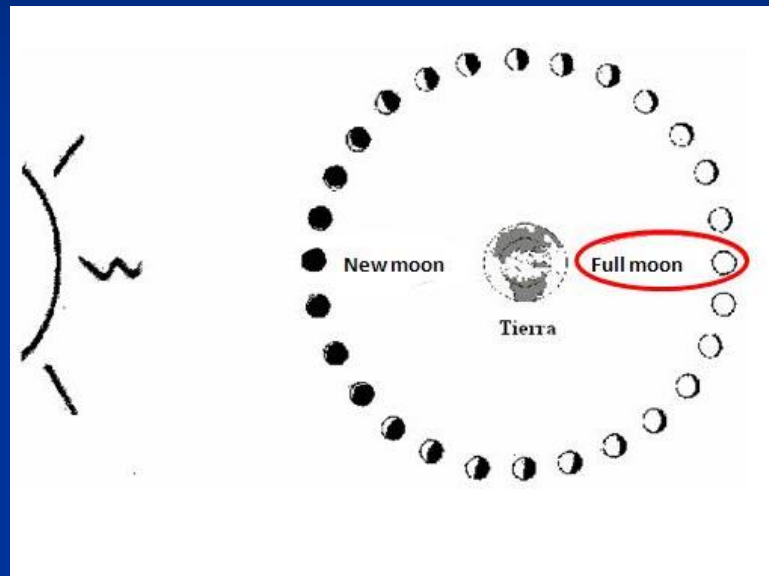
# Fazele Lunii și eclipsele



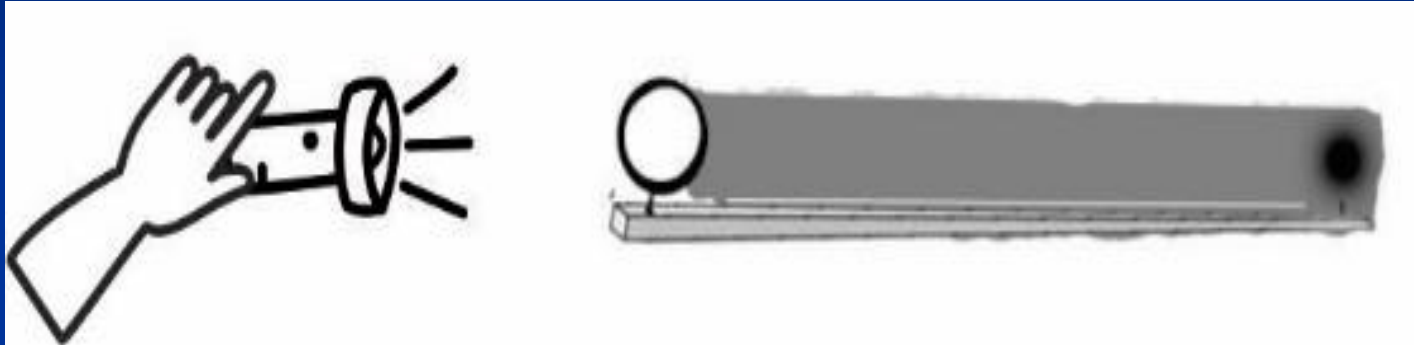


# Activitatea 5: Eclipsele de Lună

- Eclipsele de Lună apar numai când e Lună Plină.



# Activitatea 5: Simularea eclipsei de Lună



# Activitatea 5: Eclipsa de Lună



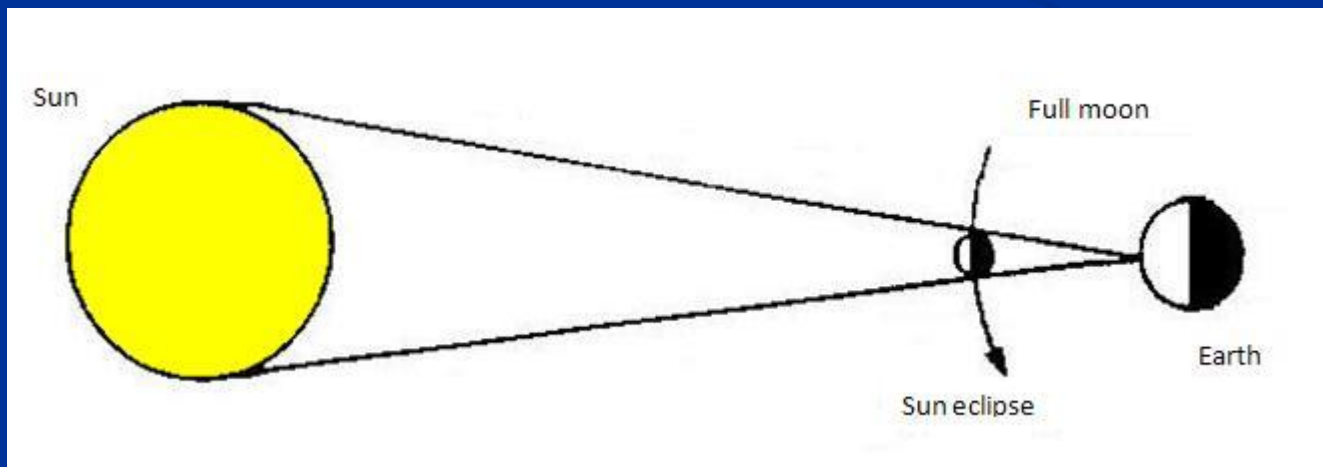
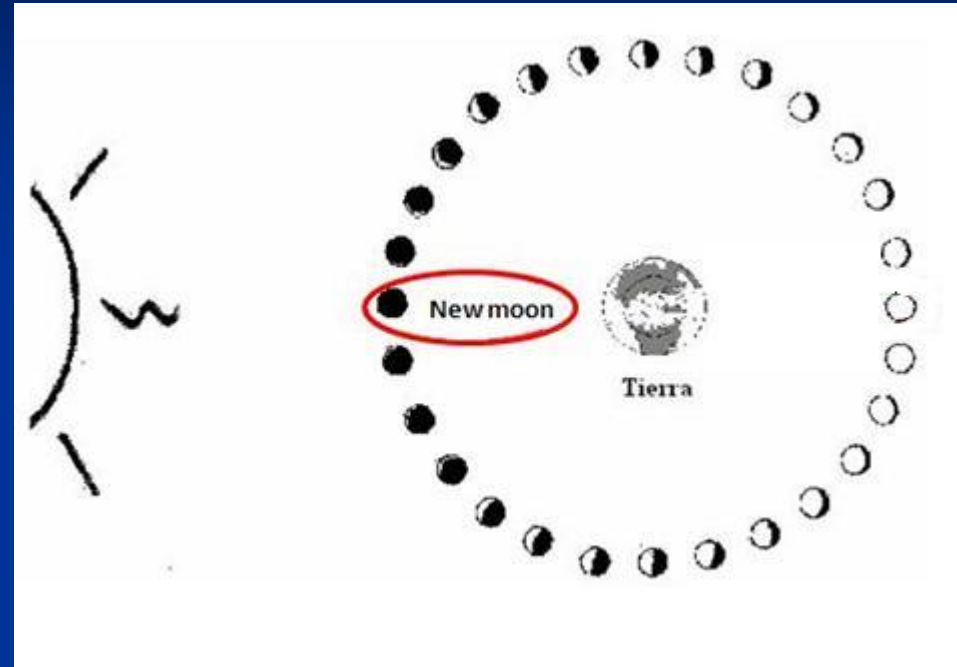
# Activitatea 5: Eclipsa de Lună

- Eclipsele de Lună pot fi vizibile doar din emisfera întunecată a Pământului.



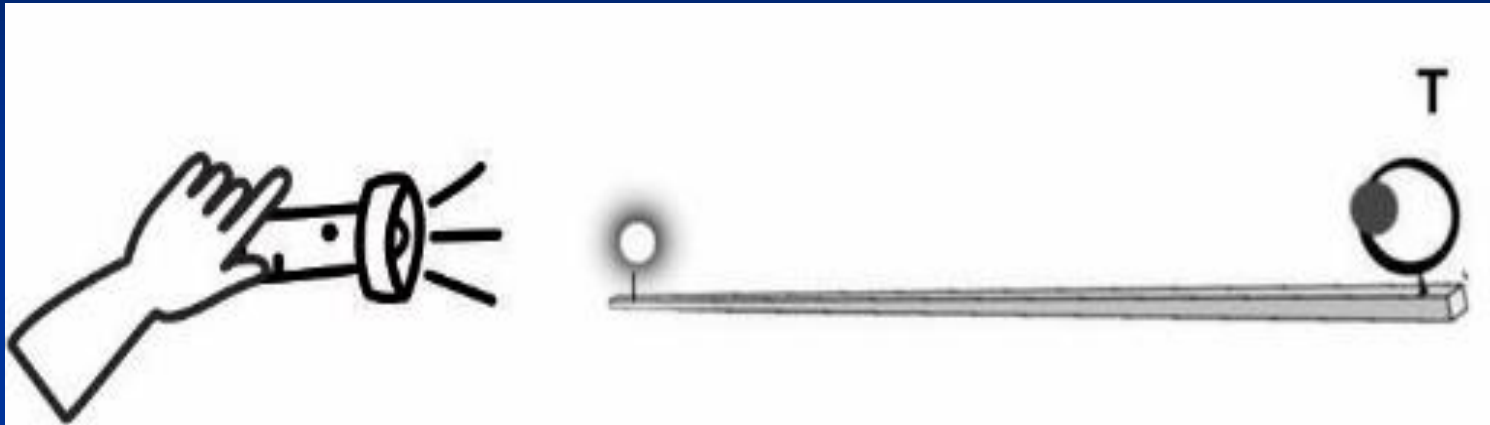
# Activitatea 6: Eclipsa de Soare

- Eclipsa de Soare apar numai când este Lună Nouă.





# Activitatea 6: Simularea eclipsei de Soare



# Detaliu al eclipsei de Soare



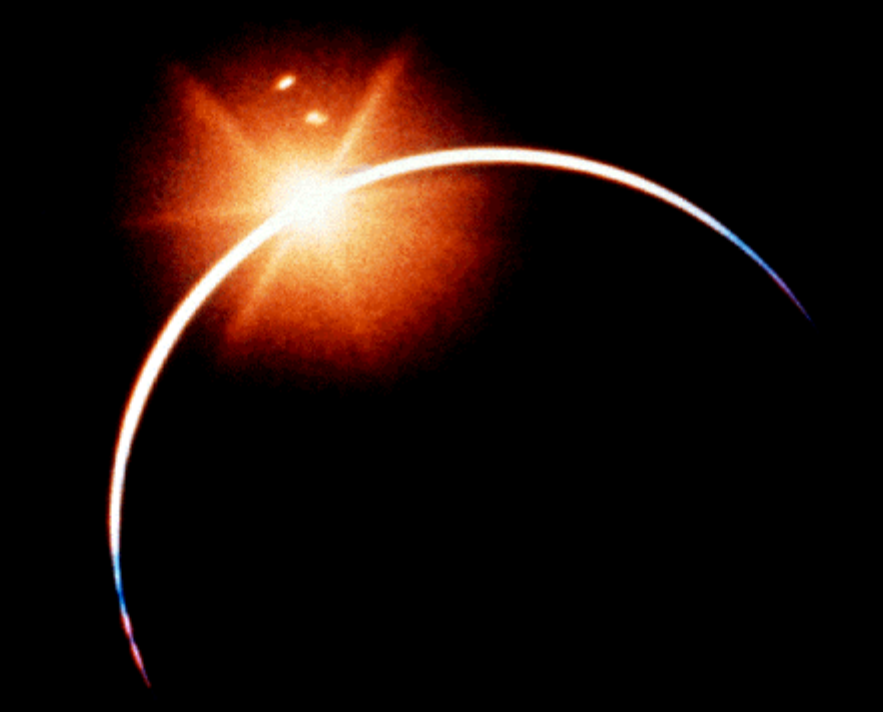
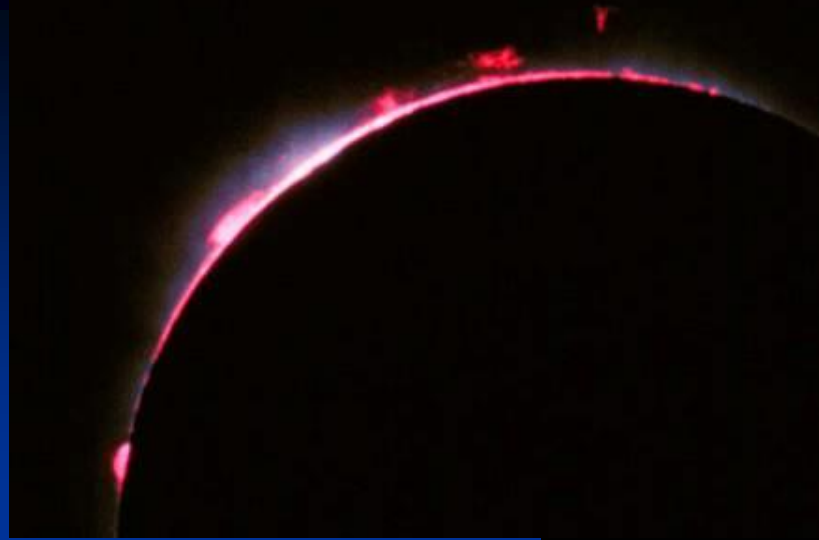
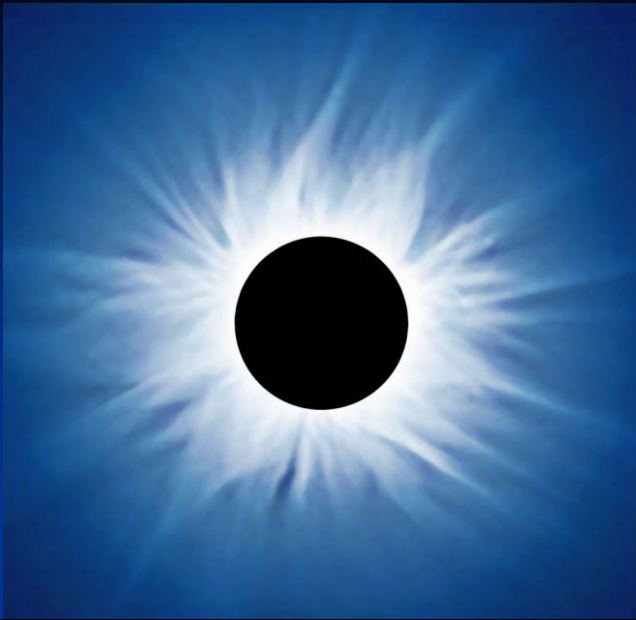




# Activitatea 6: Eclipsa de Soare

- Eclipsa de Soare sunt vizibile numai într-o mică regiune a Pământului.







... simțim emoția!



# Observații

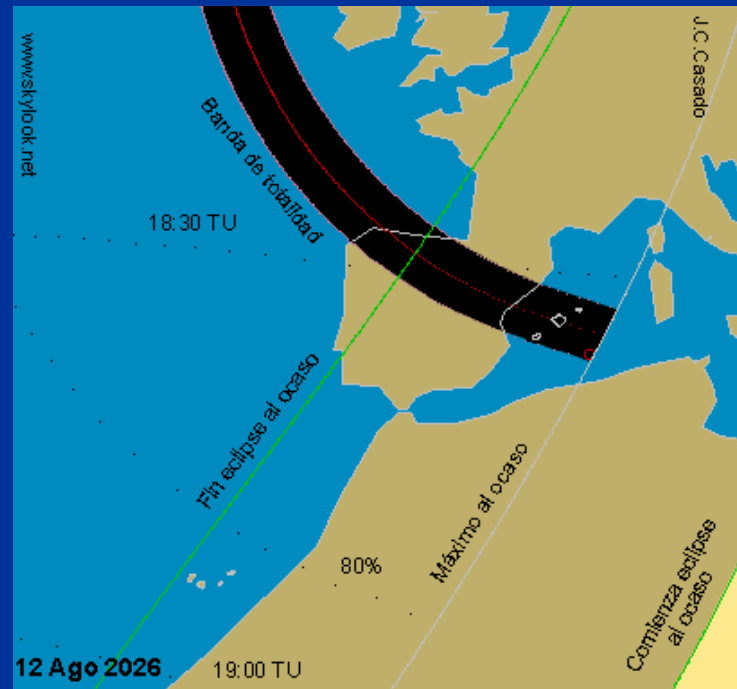
- O eclipsă de Lună poate să apară când este Lună Plină, iar o eclipsă solară când este Lună Nouă.
- O eclipsă solară este văzută doar într-o mică regiune a Pământului
- Este foarte dificil pentru Pământ și Lună să fie ”bine aliniată”, astfel încât o eclipsă nu poate să apară de fiecare dată când este Lună Plină sau Lună Nouă.



# În final ...

## ca exemplu ...

- Următoarea eclipsă totală de Soare în Spania va fi în 12 August 2026 (ultima a fost în 2004, în altă zonă.)



- În fiecare an sunt între 0 și 3 eclipse totale de Lună.



# Distanțe și diametre pentru a vizualiza și a înțelege mai bine distanța până la Soare

Diametru Pământ	12 800 km		2,1 cm
Diametru Lună	3 500 km		0,6 cm
Distanța Păm. Lună	384 000 km		60 cm
Diametru Soare	1400 000 km		220 cm
Distanța Păm. Soare	150 000 000 km		235 m



# Pictând Soarele





# Activitatea 7: Să facem marele ”Soare” să arate ca mica ”Lună”



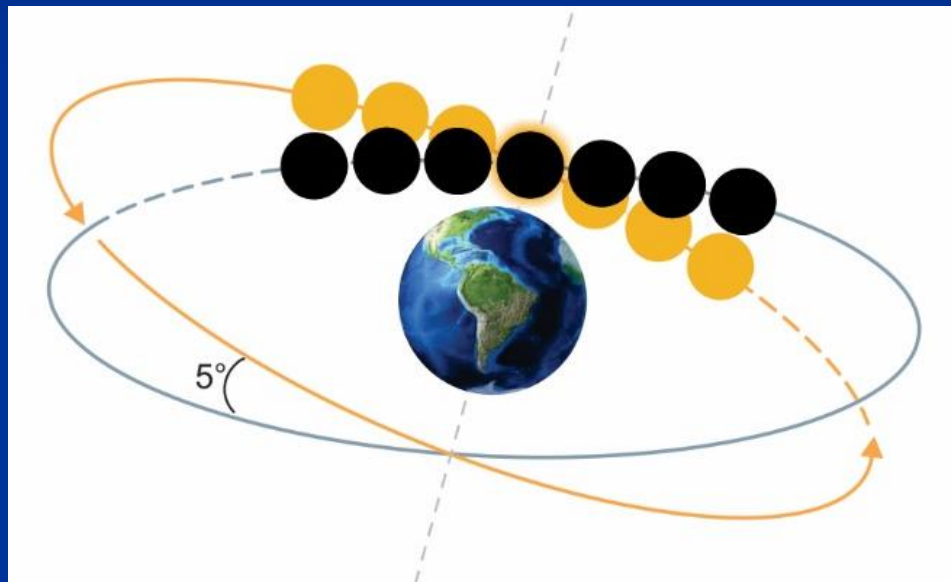
Dacă în fiecare lună există  
o Lună Nouă și o Lună Plină ...

De ce nu există o eclipsă de Soare  
și o eclipsă de Lună în fiecare lună?



Pentru că ...

Planul traiectoriei Pământului în jurul Soarelui și planul traiectoriei Lunii în jurul Pământului nu sunt în același plan.



Planele sunt înclinate cu  $5^\circ$ , unul față de celălalt și diametrele unghiulare ale Soarelui și Lunii sunt de numai  $0,5^\circ$ .

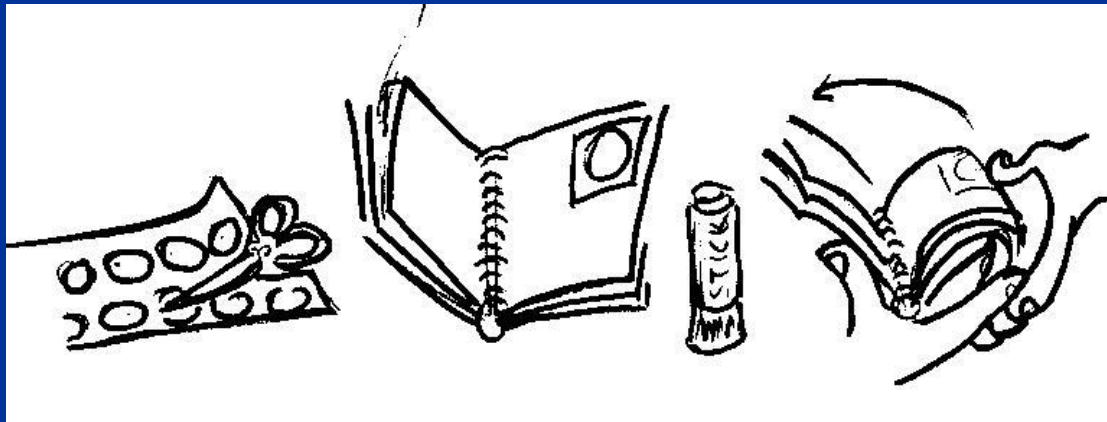
Eclipsele pot avea loc numai dacă  
Soarele și Luna sunt aproape de  
linia de intersecție a celor două  
plane.





# Activitatea 8: “Pagina FLIP” simulator pentru eclipsă

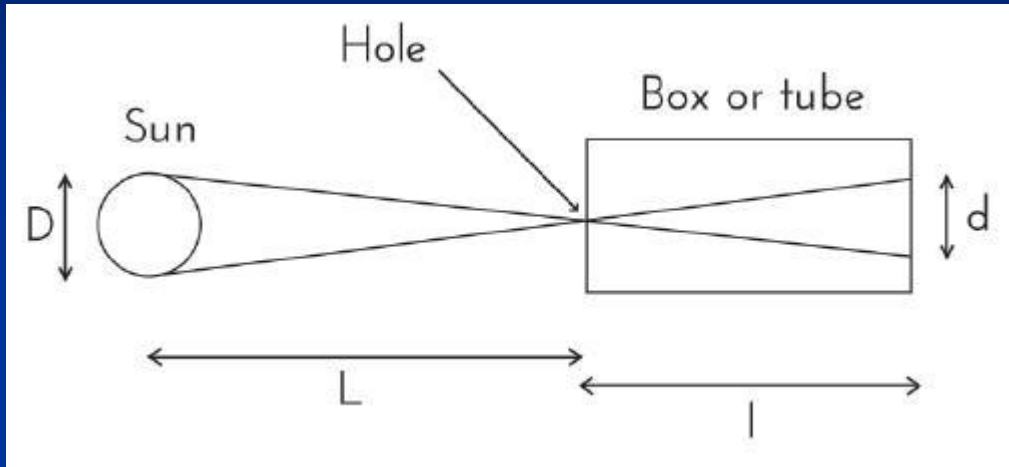
1. Tăiați și numerotați imaginile în ordine
2. Lipiți fiecare imagine într-un caiet cu spirală
3. Întoarceți paginile repede pentru a utiliza acest simulator



# Activitatea 9: Determinarea diametrului Soarelui - observații și măsurători



# Activitatea 9: Determinarea diametrului Soarelui



Putem scrie proporția:

Calculăm diametrul Soarelui  $D$ :

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

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

$L = 150\,000\,000$  km distanța Pământ-Soare,  $l =$  lungimea tubului,  $d =$  diametrul imaginii Soarelui pe hârtia semitransparentă

# Activitatea 10: Experimentul lui Aristarchus (310 - 230 BC)

- A stabilit relațiile dintre distanțele Pământ-Lună-Soare și diametrele lor, dar nu a putut determina nicio valoare absolută. Pentru aceasta s-a așteptat până la Eratosthenes.
  - 1) Distanța Pământ-Lună EM și Pământ-Soare ES
  - 2) Raza Lunii  $R_M$  și raza Soarelui  $R_s$
  - 3) Distanța EM și raza Lunii sau distanța ES și raza Soarelui
  - 4) Conul umbrei terestre și raza Lunii
  - Relații între aceste lungimi

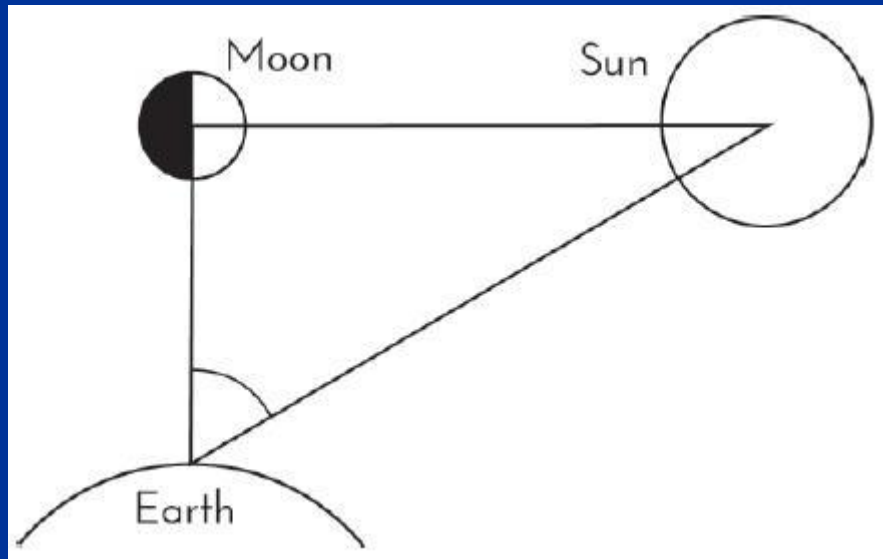




# 1) Distanța Pământ-Lună EM și Pământ-Soare ES

■  $\cos \alpha = EM / ES$  atunci:

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



# 1) Distanța Pământ-Lună EM și Pământ-Soare ES

- Aristarchus  $\alpha = 87^\circ$   
atunci:  $ES = 19 EM$
- Azi  $\alpha = 89^\circ 51'$   
atunci:  $ES = 400 EM$



## 2) Raza Lunii $R_M$ și raza Soarelui $R_S$

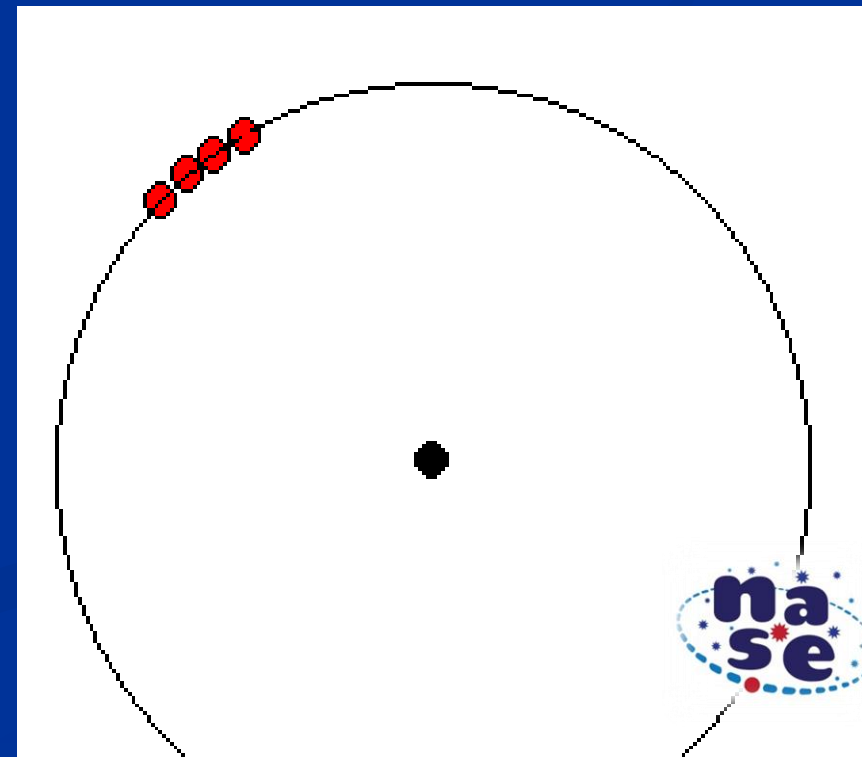
- De pe Pământ, diametrele Lunii și ale Soarelui sunt observate sub un unghi de  $0,5^\circ$ .
- Atunci între raze există relația:

$$R_S = 400 R_M$$



### 3) Distanța Pământ-Lună și raza Lunii

- Diametrul Lunii este văzut de pe Pământ sub un unghi de  $0,5^\circ$
- 720 diametre ale Lunii = lungimea traiectoriei circulare a Lunii
- $2 R_M 720 = 2 \pi E_M$
- $E_M = 720 R_M / \pi$



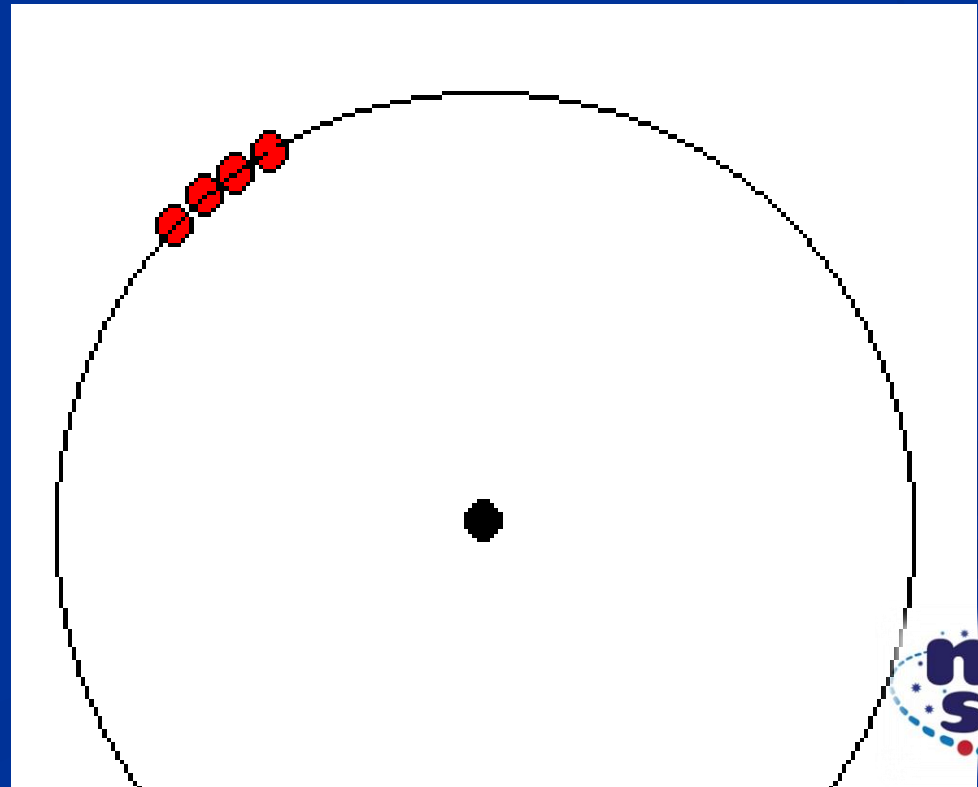


### 3) Distanța Pământ-Soare și raza Soarelui

- Prin analogie

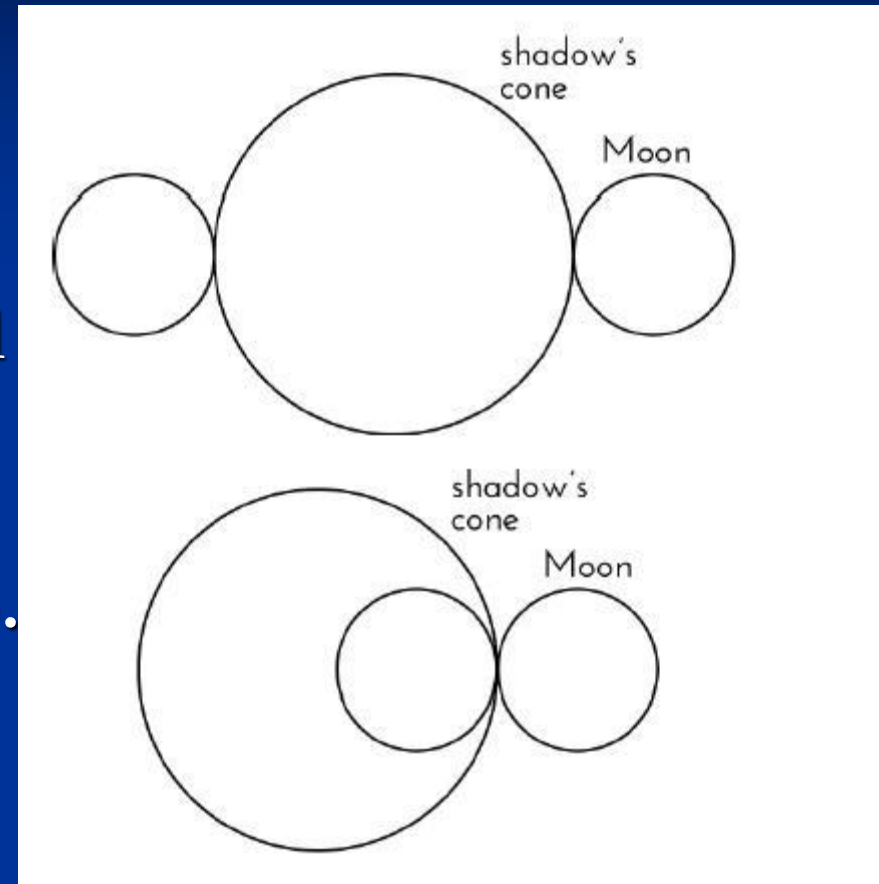
$$ES = 720 R_s / \pi$$

Modelul lui  
Aristarchus este  
primul model  
heliocentric



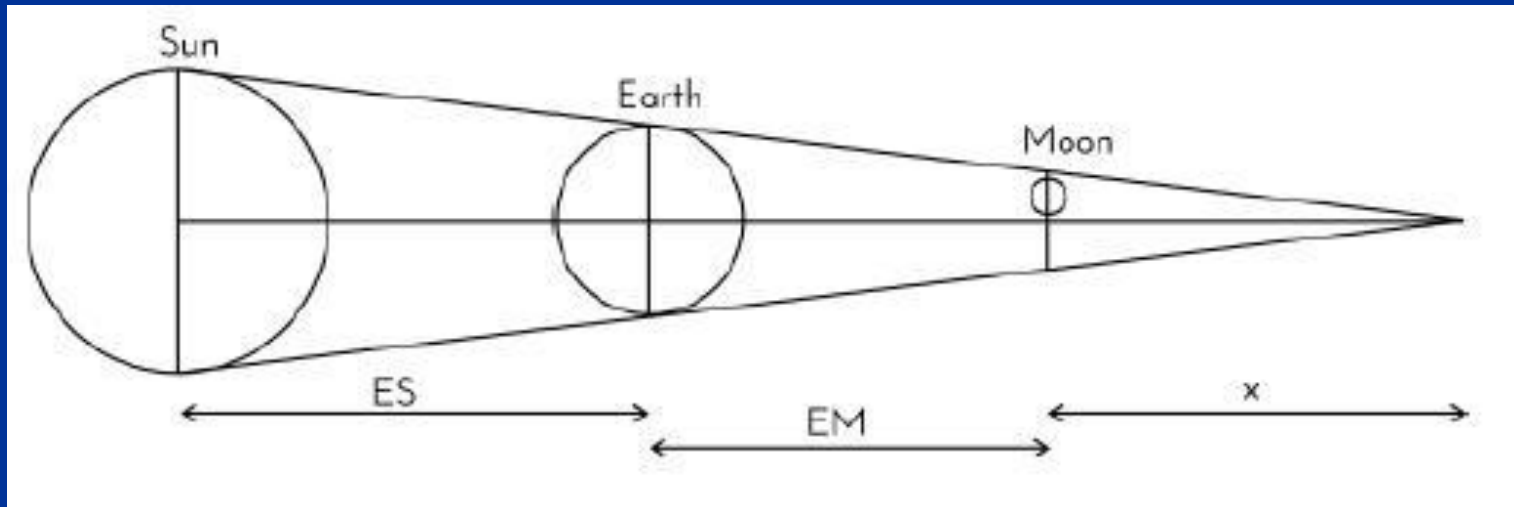
## 4) Conul de umbră al Pământului

- În timpul eclipsei de Lună, Aristarchus a observat că timpul necesar ca Luna să treacă prin conul de umbră al Pământului era dublu decât timpul cât suprafața Lunii rămânea acoperită (adică 2:1).
- În realitate **2,6:1**



## 5) Relații de asemănare

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

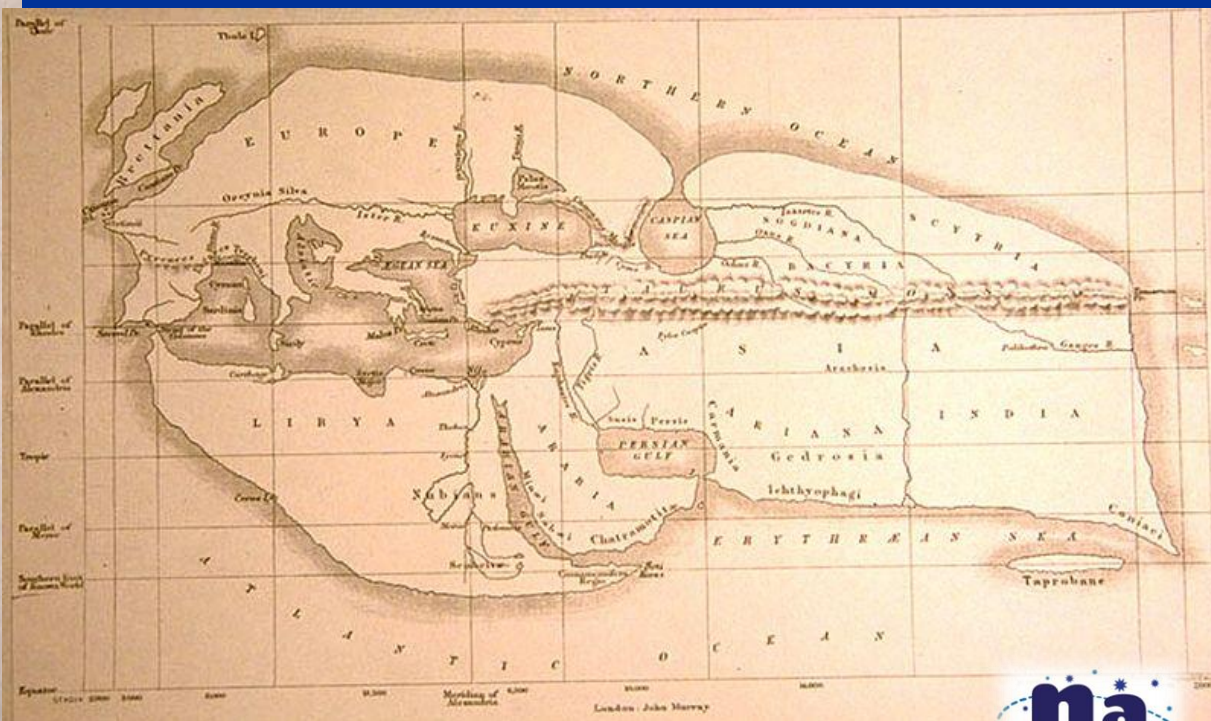
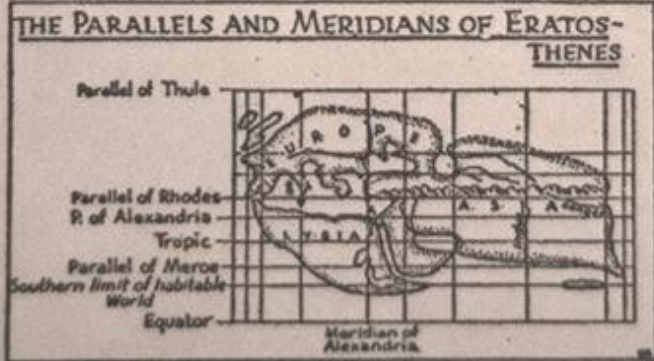
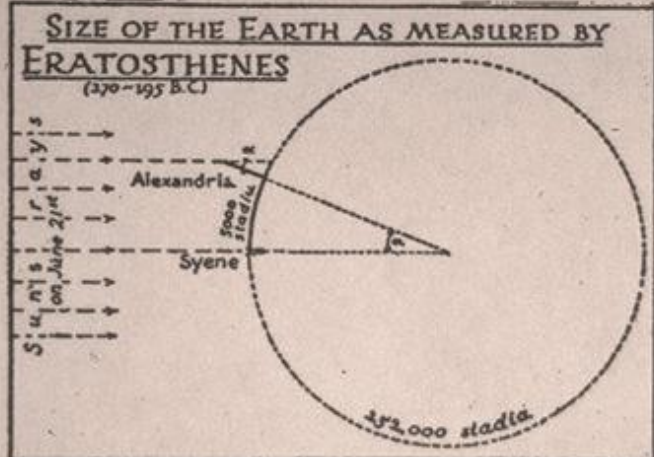


# Rezolvând sistemul rezultă (totul relativ la raza Pământului):

- $R_M = (401 / 1440) R_E$
  - $EM = (401 / (2 \pi)) R_E$
  - $R_S = (2005 / 18) R_E$
  - $ES = (80200 / \pi) R_E$
- 
- **Presupunând  $R_E = 6378$  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)



# Activitatea 11: Experimentul lui Eratostene (280 to 192 î.e.n.)



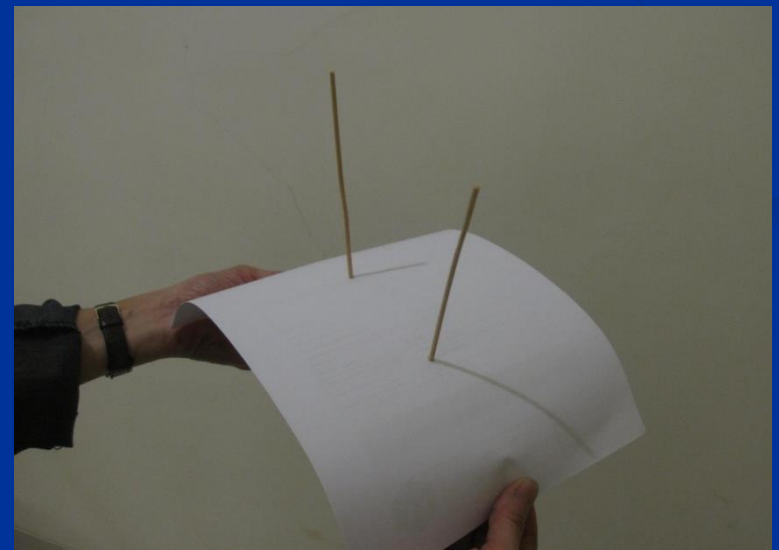
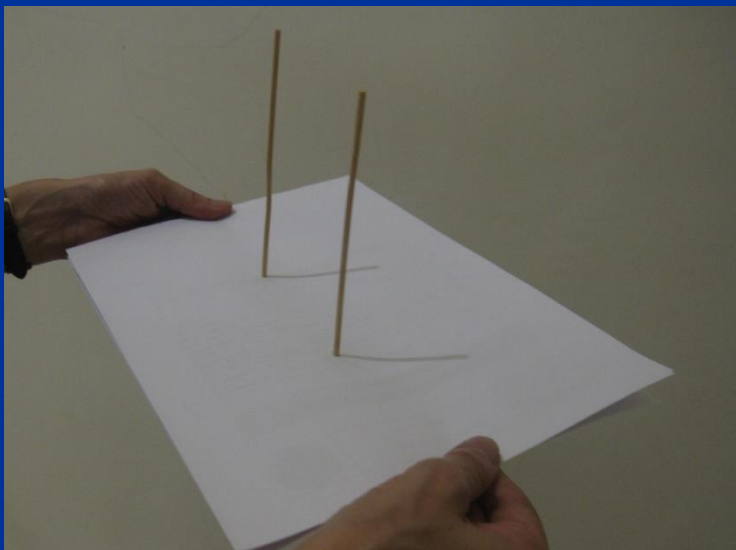
# Activitatea 11: Experimentul lui Eratostene

- Două orașe pe același meridian
- Observații simultane



# Umbre diferite ...

- Atunci Pământul este sferic!



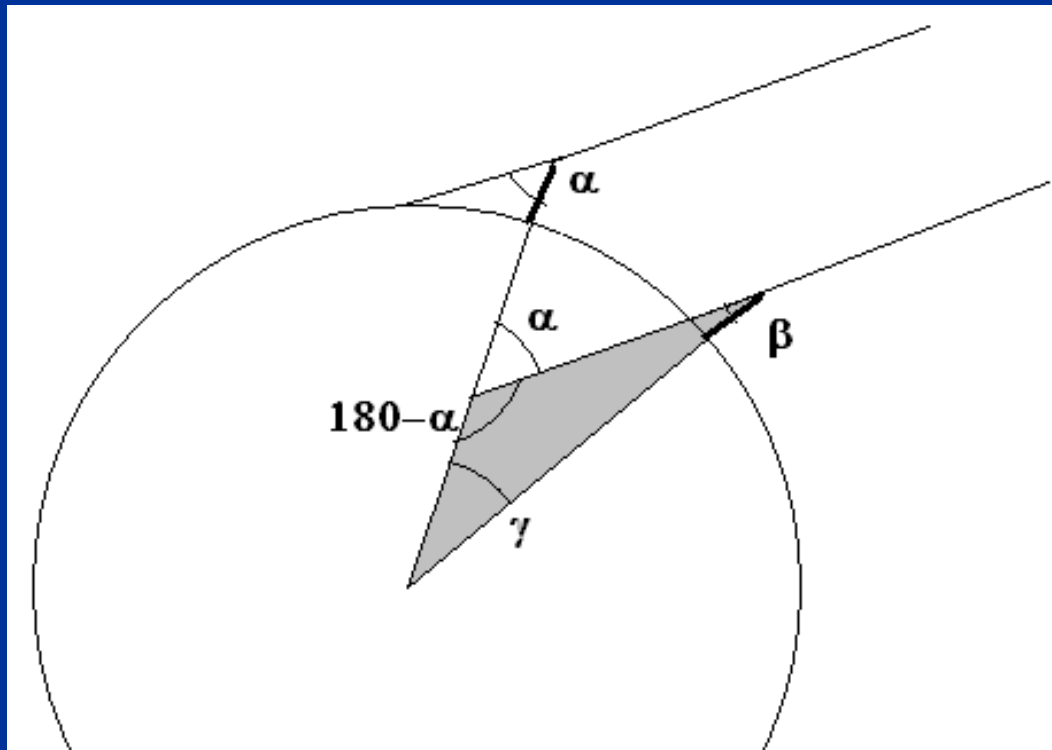


# Activitatea 11: Experimentul lui Eratostene

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

- Atunci:  $\gamma = \alpha - \beta$

unde  $\alpha$  și  $\beta$  sunt măsurate în radiani





# Activitatea 11: Experimentul lui Eratostene



- Măsurăm lungimea firului cu plumb (sau a bățului) și lungimea umbrei

$$\alpha = \arctg (\text{umbra}) / (\text{băț})$$

# Activitatea 11: Experimentul lui Eratostene

- Din proporția:

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

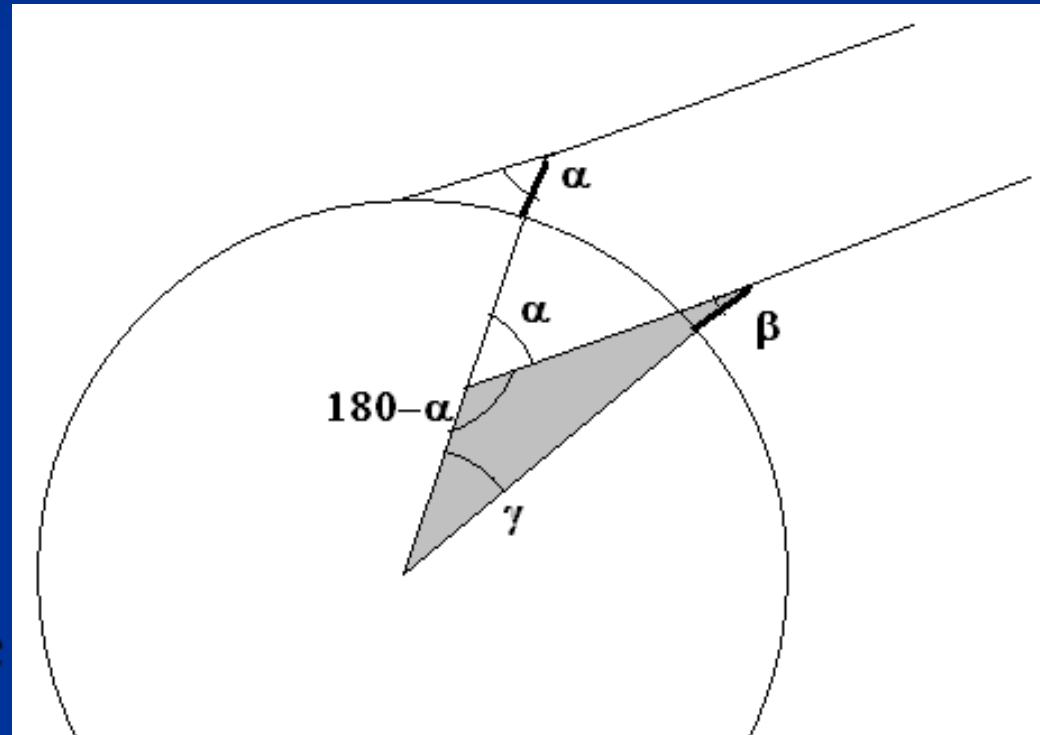
- Deducem:

$$R_E = d / \gamma$$

- Știm  $\gamma$ :

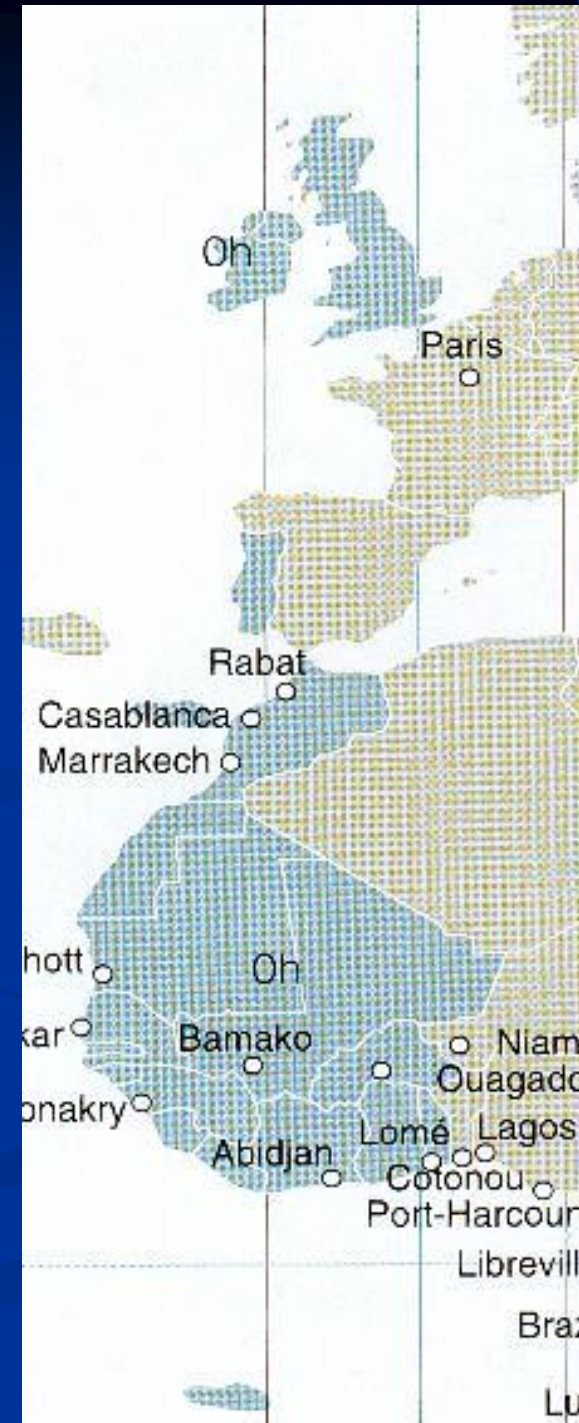
$$\gamma = \alpha - \beta$$

- $d$  este distanța dintre orașe (măsurată pe hartă)



# Rezultatele noastre cu metoda lui Eratostene

- Ripoll- Barcelona
- $\alpha = 0,5194$  radiani
- $\beta = 0,5059$  radiani
- $\gamma = 0,0135$  radiani
- $d = 89,4$  km
- $R_E = 6600$  km (real 6378 km)



# Concluzii

- Acum înțelegem eclipsele
- Am stabilit relații cantitative pentru sistemul Pământ-Lună-Soare
- Am verificat că prin observarea și utilizarea datelor obținute putem învăța mai mult despre Univers.



Mulțumesc pentru  
atenție!

