

Nghiên cứu về nguyệt thực và nhật thực

Rosa M. Ros

*International Astronomical Union
Technical University of Catalonia, Spain*



Mục tiêu

- Hiểu tại sao mặt trăng có các pha
- Hiểu nguyên nhân của nguyệt thực
- Hiểu tại sao có nhật thực
- Xác định khoảng cách và đường kính của hệ trái đất - mặt trăng - mặt trời



Tâm nhìn của ánh sáng và bóng tối

- Hệ thống trái đất - mặt trăng - mặt trời: pha và nhật thực
- Vị trí tương đối và bóng tối



Hoạt động 1: Mô hình phía xa của mặt trăng

- 2 người tham gia: một người ở trung tâm (Trái đất) và người kia quay xung quanh (Mặt trăng)
- Đặt Mặt trăng đối diện với Trái đất và để Mặt trăng quay quanh Trái đất một góc 90° và cũng tự quay 90° . Lặp lại quá trình cho đến khi đi đến được vị trí bắt đầu.






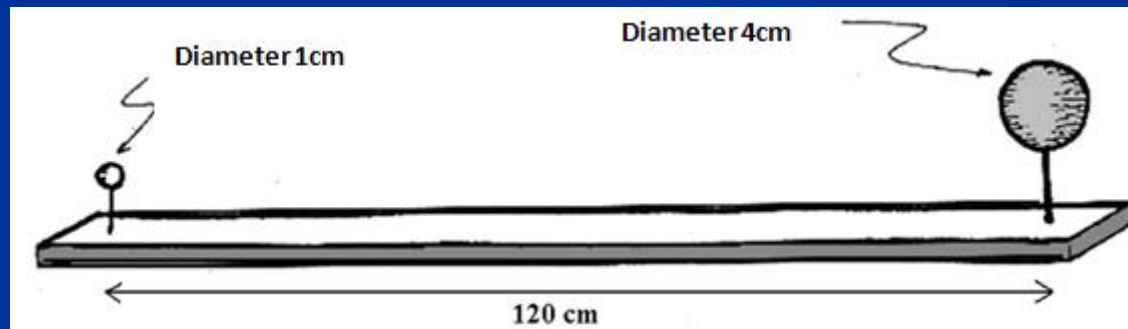
Hoạt động 2: Mô hình có đèn pin (Mặt trời) để giải thích các pha của Mặt trăng

- 5 người tham gia: một ở trung tâm (trái đất) và 4 người khác mô phỏng 4 pha của Mặt trăng với mặt nạ (1 được chiếu sáng hoàn toàn, 2 được chiếu sáng một phần và 1 hoàn toàn tối)



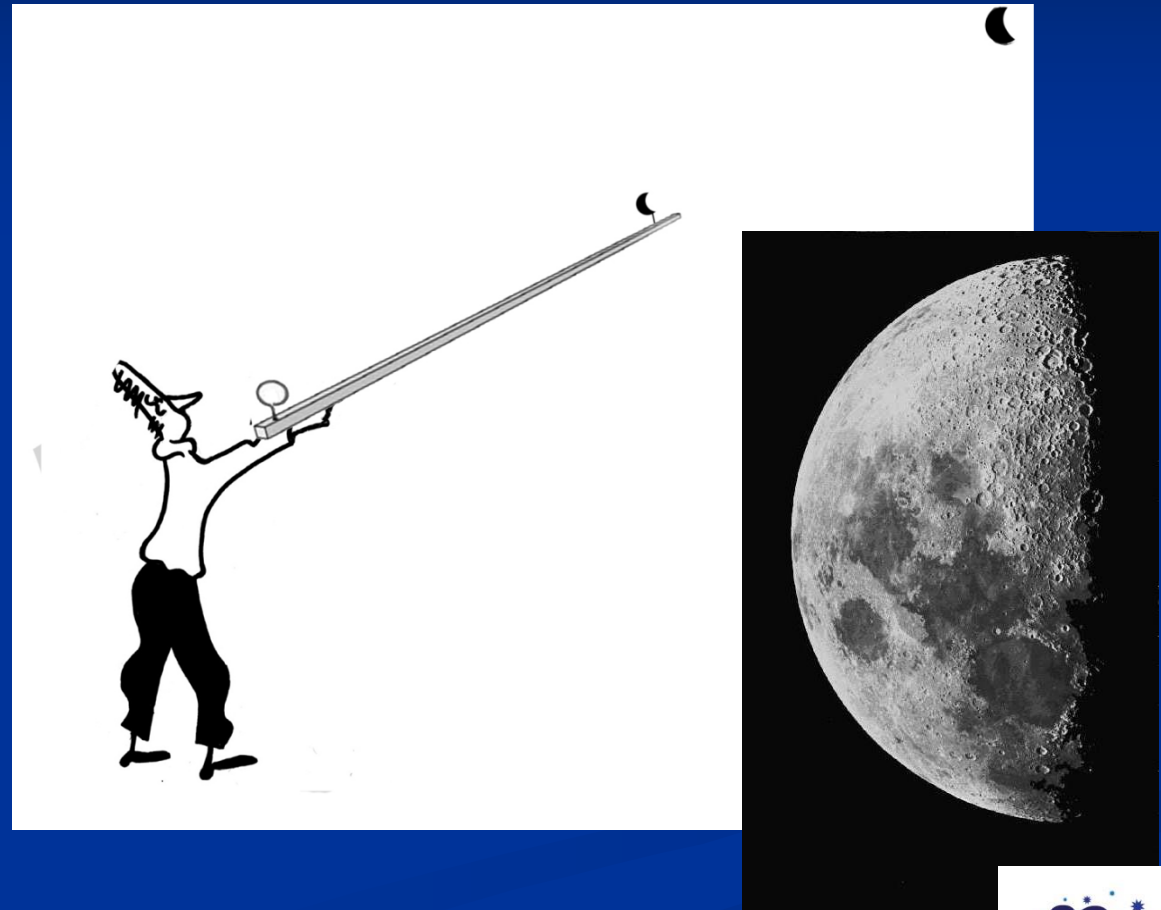
Khoảng cách và đường kính của hệ trái đất - mặt trăng - mặt trời

Đường kính Trái đất	12 800 km		4 cm
Đường kính Mặt trăng	3 500 km		1 cm
EM Khoảng cách giữa Trái đất và Mặt trăng	384 000 km		120 cm
Đường kính Mặt trời	1 400 000 km		440 cm = 4.4 m
ES Khoảng cách giữa Trái đất và Mặt trời	150 000 000 km		47 000 cm = 0.47 km

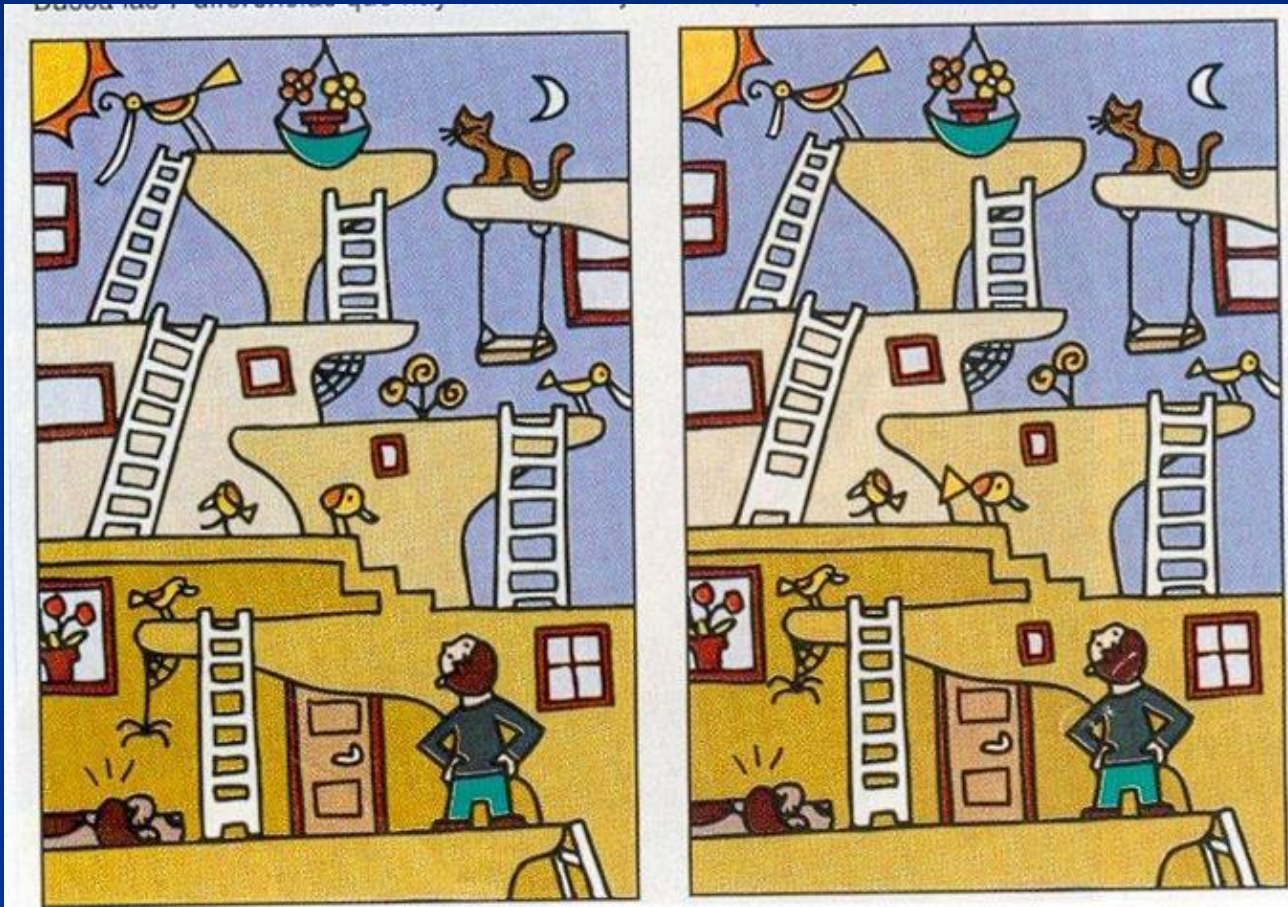


Hoạt động 3: Mô phỏng các pha của Mặt trăng

- Hướng mặt trăng nhỏ của mô hình lên Mặt trăng và chúng ta có thể nhìn thấy cả hai với cùng một pha

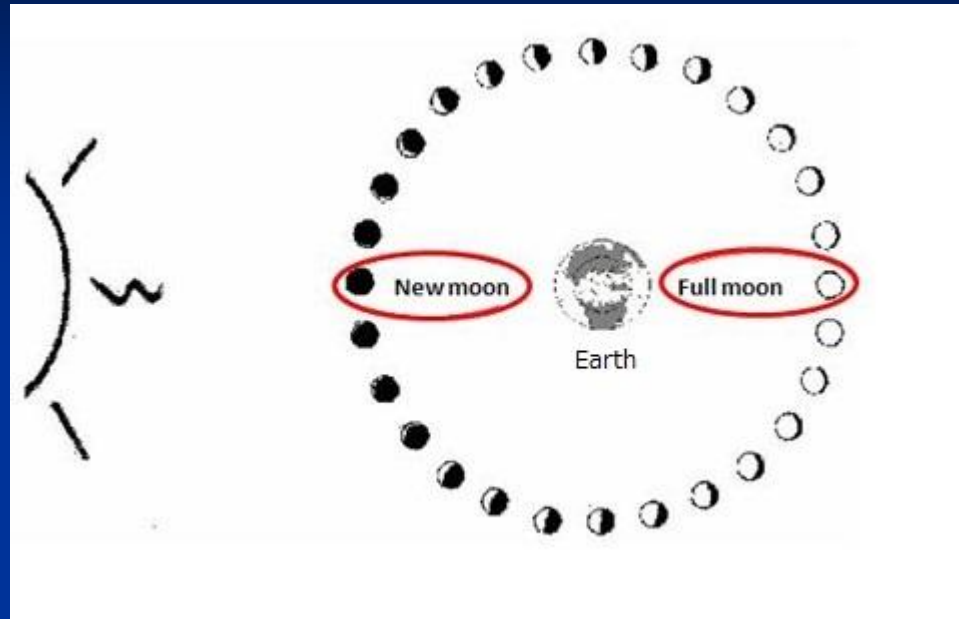


Hoạt động 4: Những lỗi minh họa



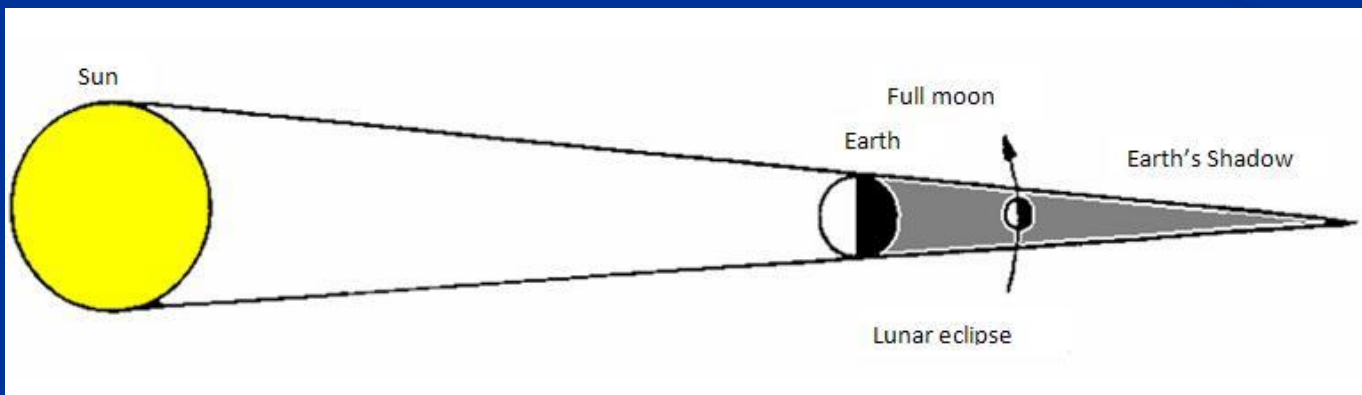
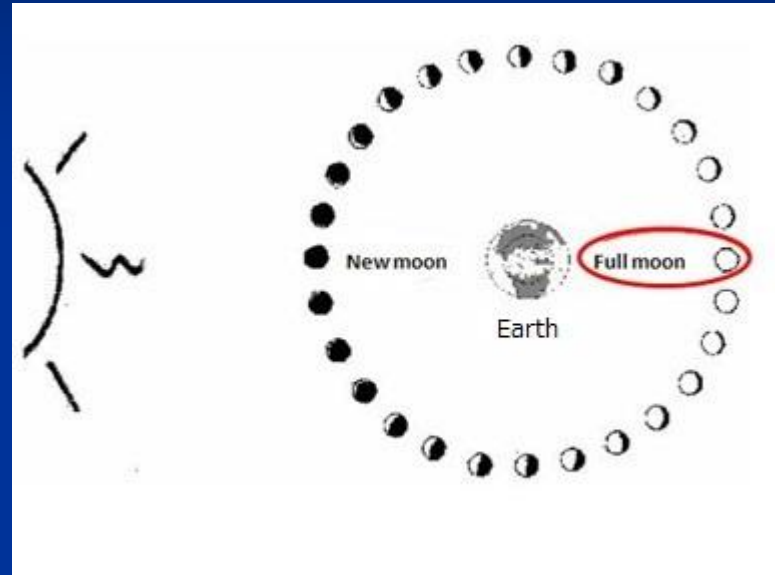
- Pha của Mặt trăng phụ thuộc vào vị trí của Mặt trời

Pha của Mặt trăng và Nguyệt thực

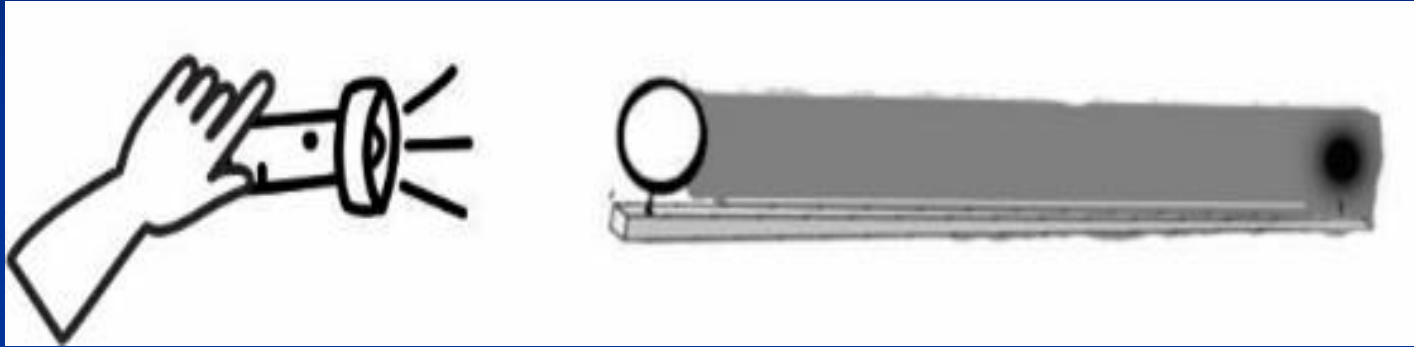


Hoạt động 5: Nguyệt thực

- Nguyệt thực chỉ xảy ra khi Mặt trăng tròn



Hoạt động 5: Mô phỏng nguyệt thực



Hoạt động 5: Nguyệt thực



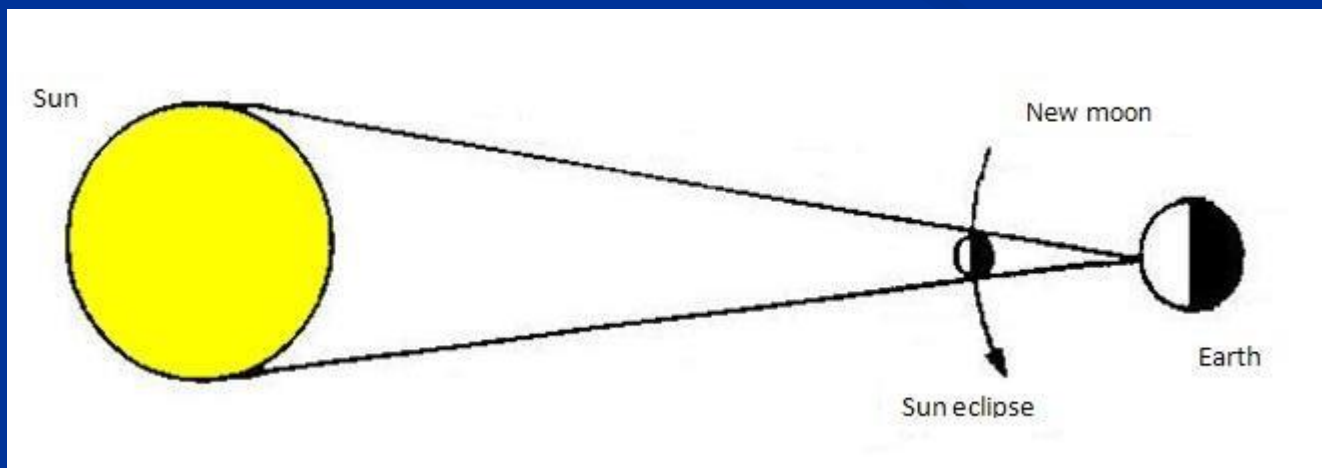
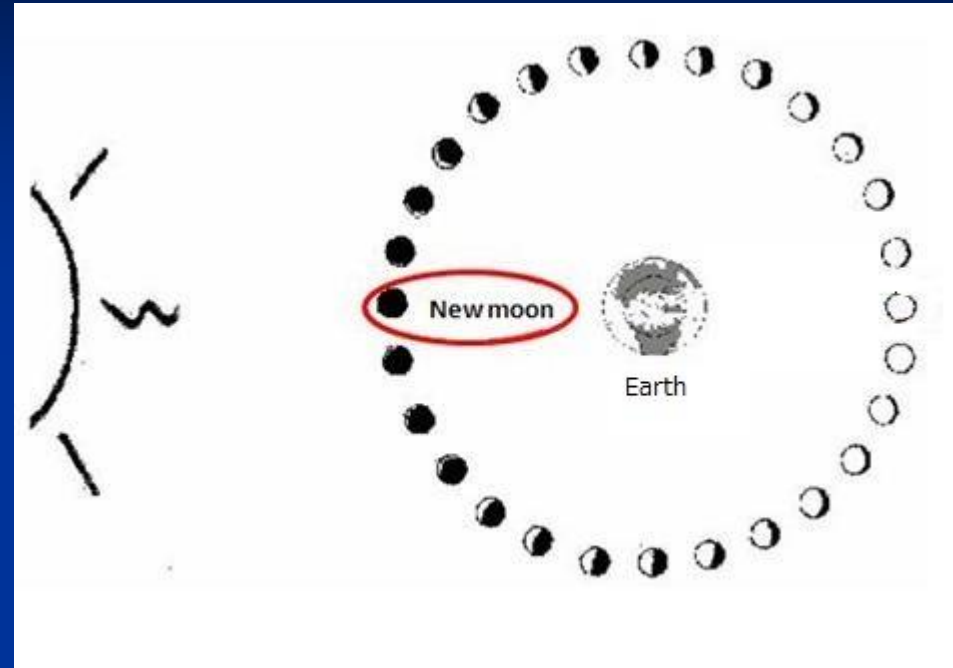
Hoạt động 5: Nguyệt thực

- Hiện tượng nguyệt thực có thể được nhìn thấy đối với một nửa Trái đất (phía ban đêm)

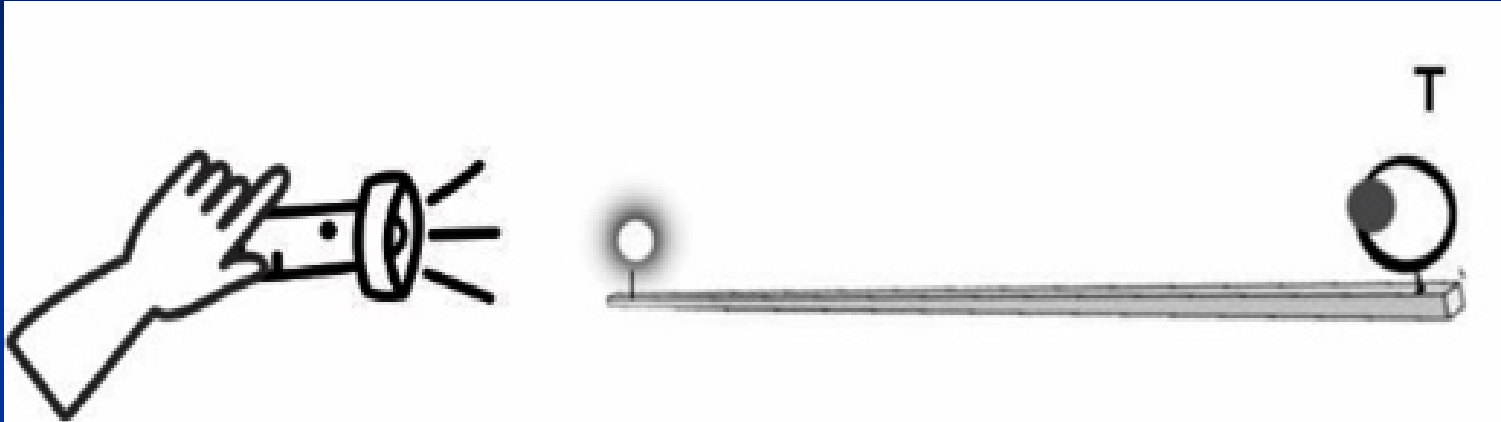


Hoạt động 6: Nhật thực

- Nhật thực chỉ xảy ra khi có Trăng non.



Hoạt động 6: Mô phỏng của Nhật thực



Chi tiết về Nhật thực



Rosa M. Ros

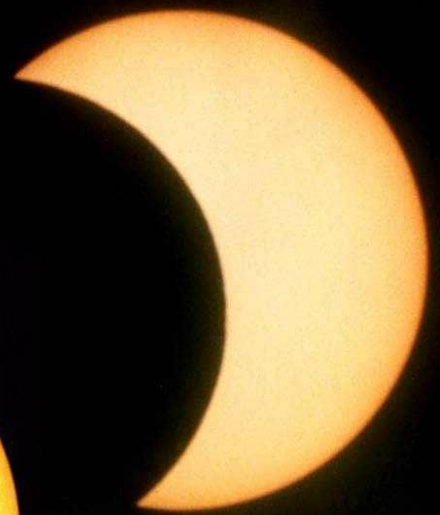
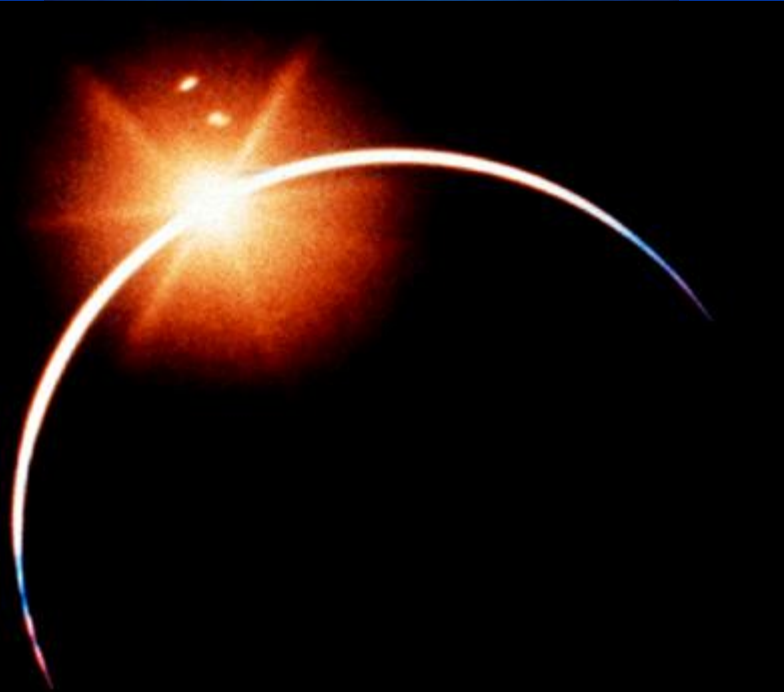




Hoạt động 6: Nhật thực

- Nhật thực chỉ có thể nhìn thấy ở một vùng nhỏ của Trái đất





... chúng ta đang cảm nhận!



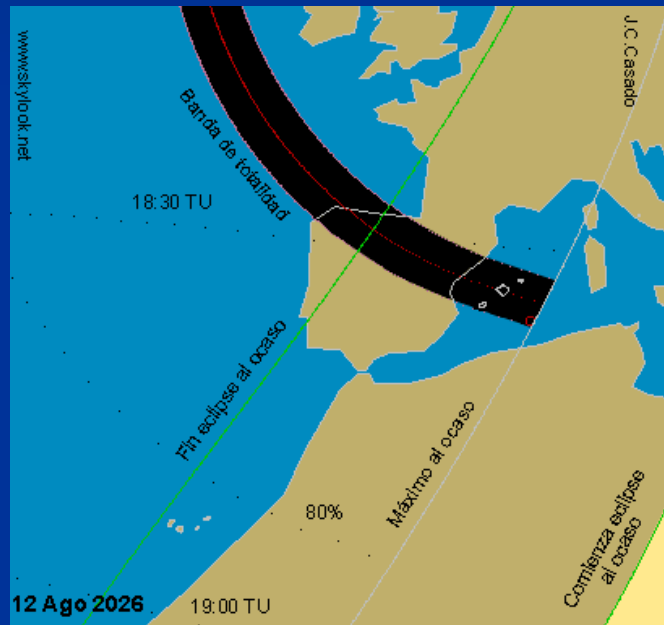
Quan sát

- ❖ Nguyệt thực khi có Trăng tròn và nhật thực khi có Trăng non
- ❖ Nhật thực chỉ được nhìn thấy ở một khu vực nhỏ của Trái đất
- ❖ Rất khó để Trái đất và Mặt trăng "thẳng hàng", do đó, nhật thực không xảy ra mỗi khi có Trăng non hoặc Trăng tròn



Cuối cùng ... như một ví dụ ...

- Nhật thực toàn phần tiếp theo ở Tây Ban Nha: ngày 12 tháng 8 năm 2026 (lần cuối cùng năm 2004 ở một khu vực khác)



- Mỗi năm có từ 0 đến 3 lần nguyệt thực



Khoảng cách và đường kính theo thứ tự để hình dung và hiểu rõ hơn về khoảng cách đến Mặt trời

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



Vẽ mặt trời



Hoạt động 7: Làm cho "Mặt trời" lớn trông giống như "Mặt trăng" nhỏ



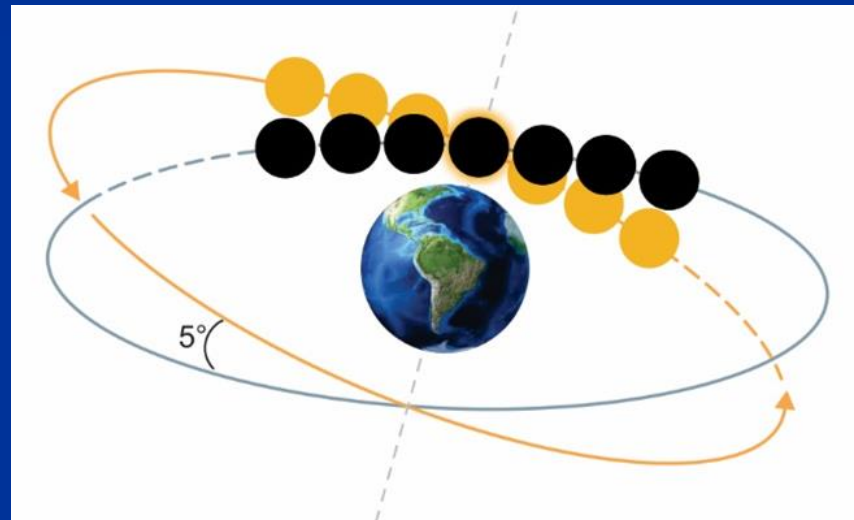
**Nếu mỗi tháng có một Trăng non và
một Trăng tròn**

**Tại sao không có nhật thực và
nguyệt thực mỗi tháng?**



Bởi vì ...

Mặt phẳng của Trái đất quay quanh Mặt trời và mặt phẳng của Mặt trăng quanh Trái đất không nằm trong cùng một mặt phẳng.



Cả hai mặt phẳng đều nghiêng 5° và đường kính góc của Mặt trời và Mặt trăng chỉ là $0,5^\circ$

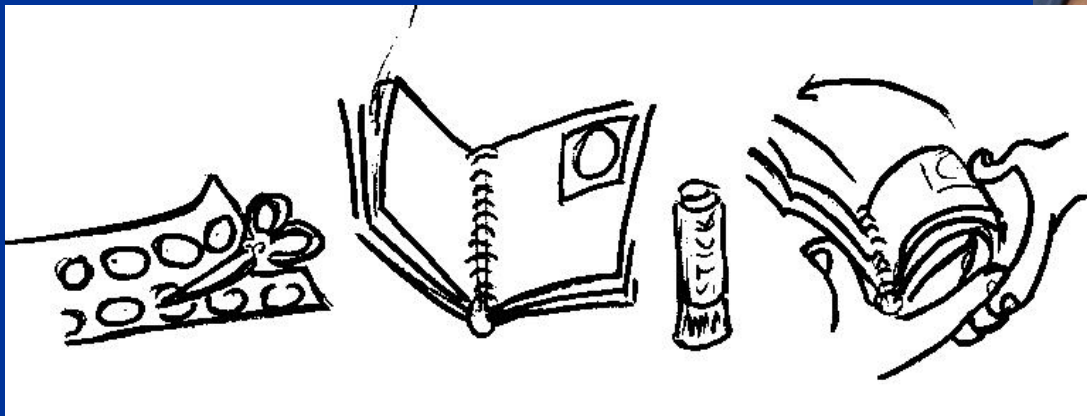


**Nhật thực chỉ có thể xảy ra nếu
Mặt trời và Mặt trăng ở gần đường
giao nhau của
hai mặt phẳng.**



Hoạt động 8: Mô phỏng Nhật thực “Lật trang”

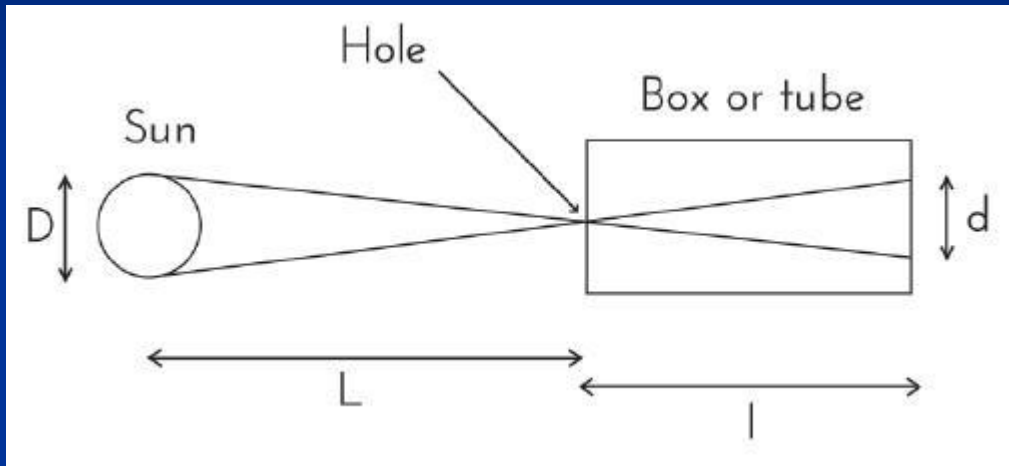
- Cắt và đánh số các hình ảnh theo thứ tự
- Dán mỗi hình ảnh vào cuốn sổ xoắn ốc
- Hãy lật nhanh các trang để xem phần trình diễn.



Hoạt động 9: Xác định đường kính Mặt trời - quan sát và đo lường



Hoạt động 9: Xác định đường kính của Mặt trời



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

Chúng ta có thể thiết lập tỷ lệ và tính toán đường kính của Mặt trời

$L = 150\,000\,000$ km khoảng cách giữa Trái đất và Mặt trời, $l =$ chiều dài ống, $d =$ đường kính của Mặt trời trên giấy bán trong suốt



Hoạt động 10: Thí nghiệm của Aristarchus từ 310 đến 230 trước Công nguyên

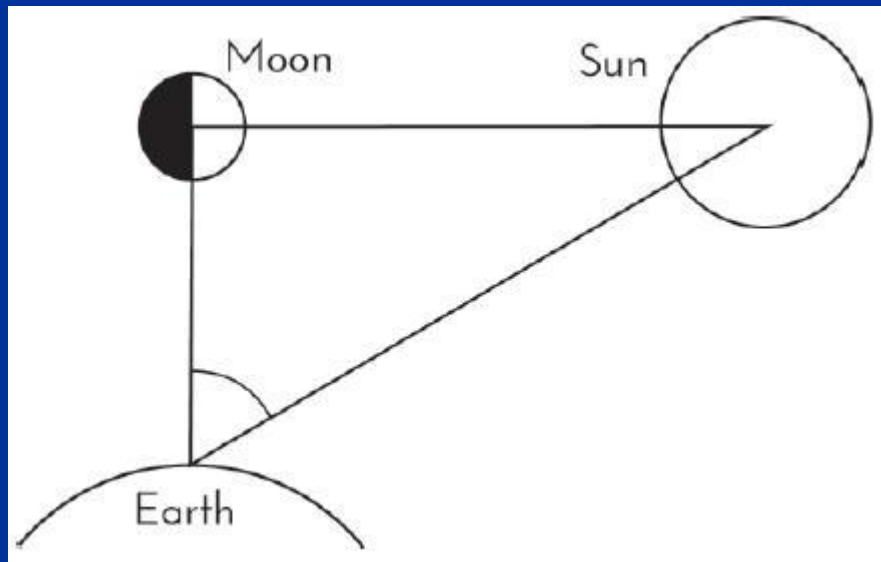
- Mỗi quan hệ được thiết lập giữa khoảng cách Trái đất-Mặt trăng-Mặt trời và đường kính của chúng (nhưng không thể xác định bất kỳ giá trị tuyệt đối nào). Điều này phải đợi đến Eratosthenes.
 - 1) Khoảng cách từ Trái đất đến Mặt trăng và Trái đất đến Mặt trời
 - 2) Bán kính của Mặt trăng và Mặt trời
 - 3) Khoảng cách Trái đất đến Mặt trăng và bán kính Mặt trăng
 - 4) Hình nón của Bóng tối
 - 5) Liên hệ tất cả chúng



1) Khoảng cách Trái đất - Mặt trăng và Trái đất - Mặt trời

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

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



1) Khoảng cách Trái đất - Mặt trăng và Trái đất - Mặt trời

- Aristarchus $\alpha = 87^\circ$
vì thế $ES = 19 EM$
- Hiện nay $\alpha = 89^\circ 51'$
vì thế $ES = 400 EM$



2) Bán kính của Mặt trăng và Mặt trời

- Từ Trái đất, đường kính mặt trăng và mặt trời được quan sát bằng $0,5^\circ$

Vì vậy, bán kính là:

- $R_s = 400 R_M$

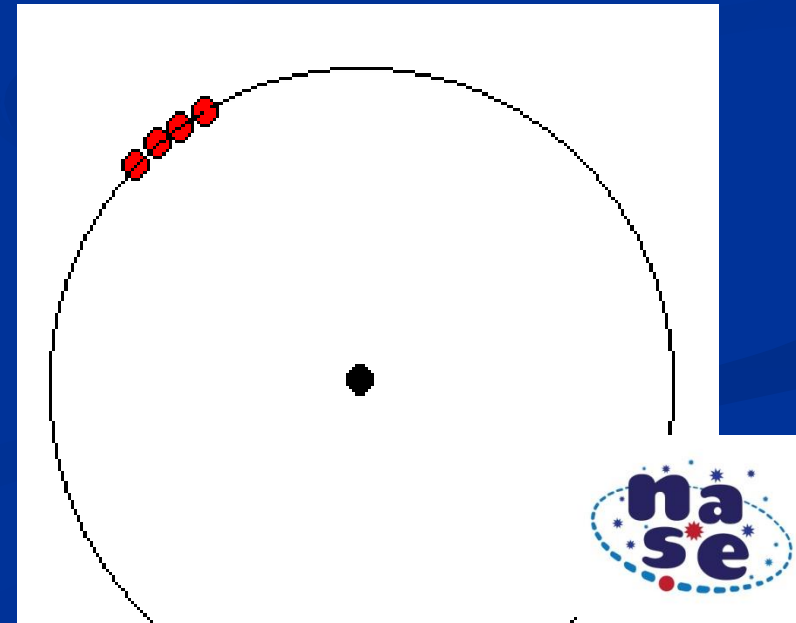


3) Khoảng cách Trái đất-Mặt trăng và Bán kính Mặt trăng

- Đường kính của Mặt trăng tính từ Trái đất là $0,5^\circ$
- Với 720 lần đường kính này, chúng ta có thể tính được quỹ đạo tròn của Mặt trăng

- $2 RM \cdot 720 = 2 \pi EM$

- $EM = 720 RM / \pi$

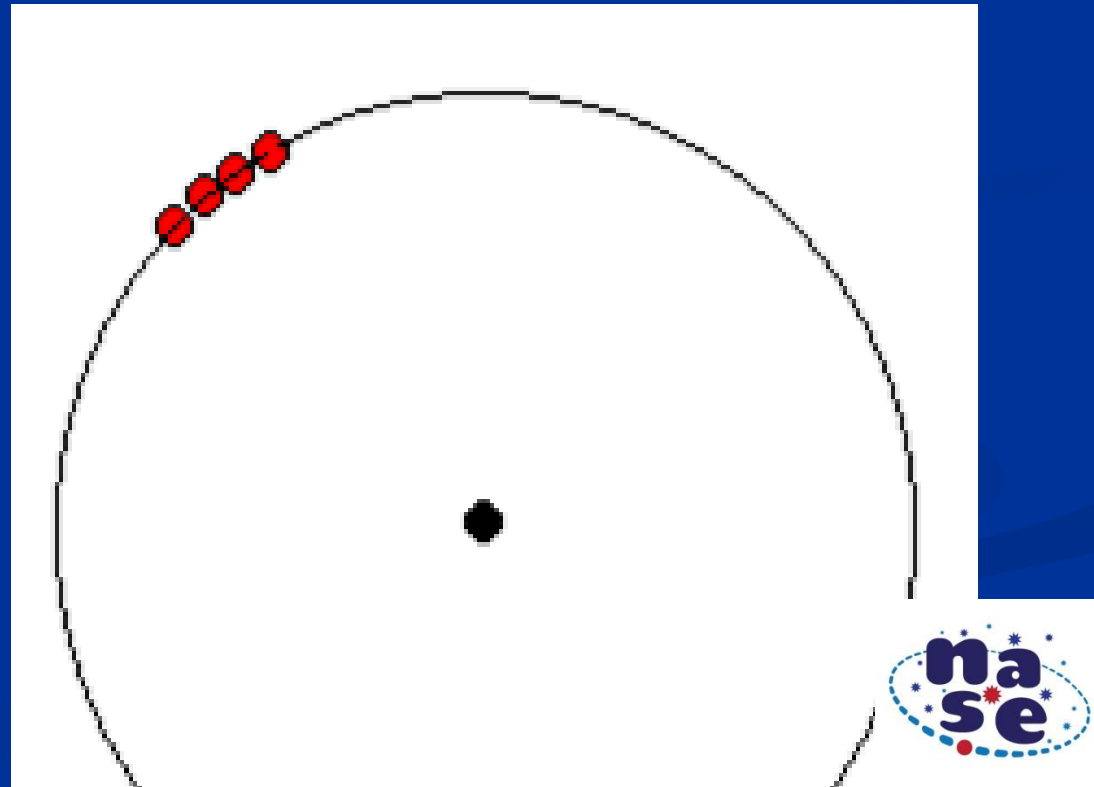


3) Khoảng cách Trái đất-Mặt trăng và Bán kính Mặt trời

- Bằng cách tương tự

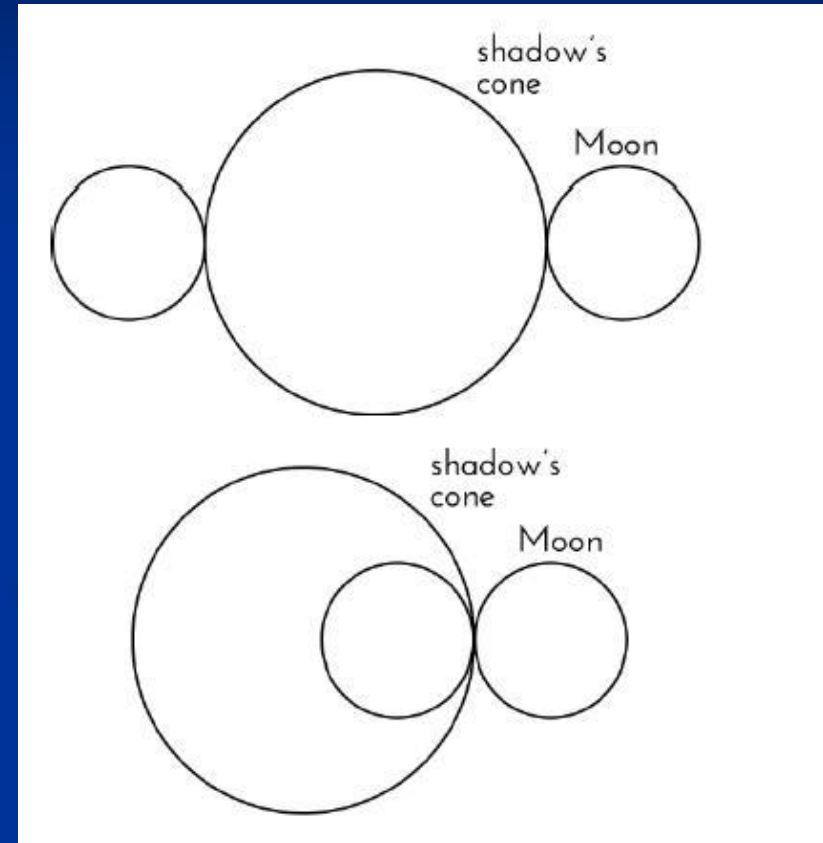
- $ES = 720 R_s / \pi$

Của Aristarchus
Mô hình nhật tâm đầu tiên
của Aristarchus



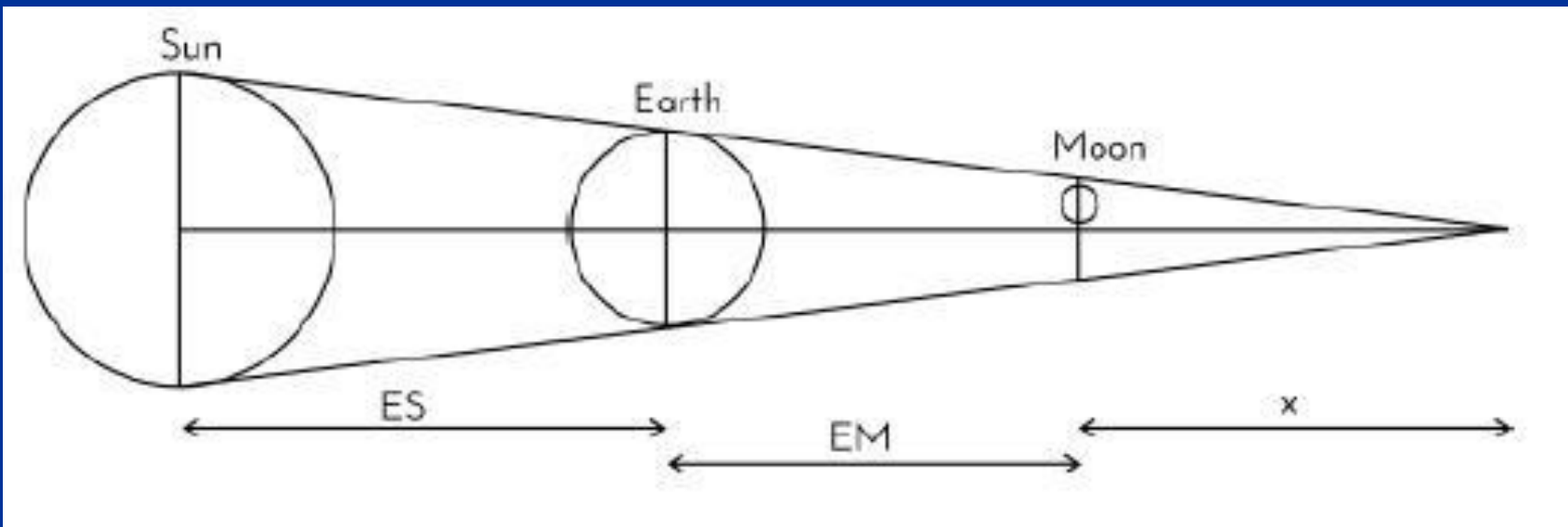
4) Hình nón của bóng

- Trong nguyệt thực, Aristarchus đã quan sát thấy rằng thời gian cần thiết để Mặt trăng vượt qua hình nón bóng của Trái đất gấp đôi thời gian cần thiết để bề mặt của Mặt trăng vẫn được bao phủ (2:1)
 - Nó thực sự là **2.6: 1**



5) Liên hệ tất cả chúng:

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



Giải hệ thống cho thấy (mọi thứ liên quan đến bán kính Trái đất)

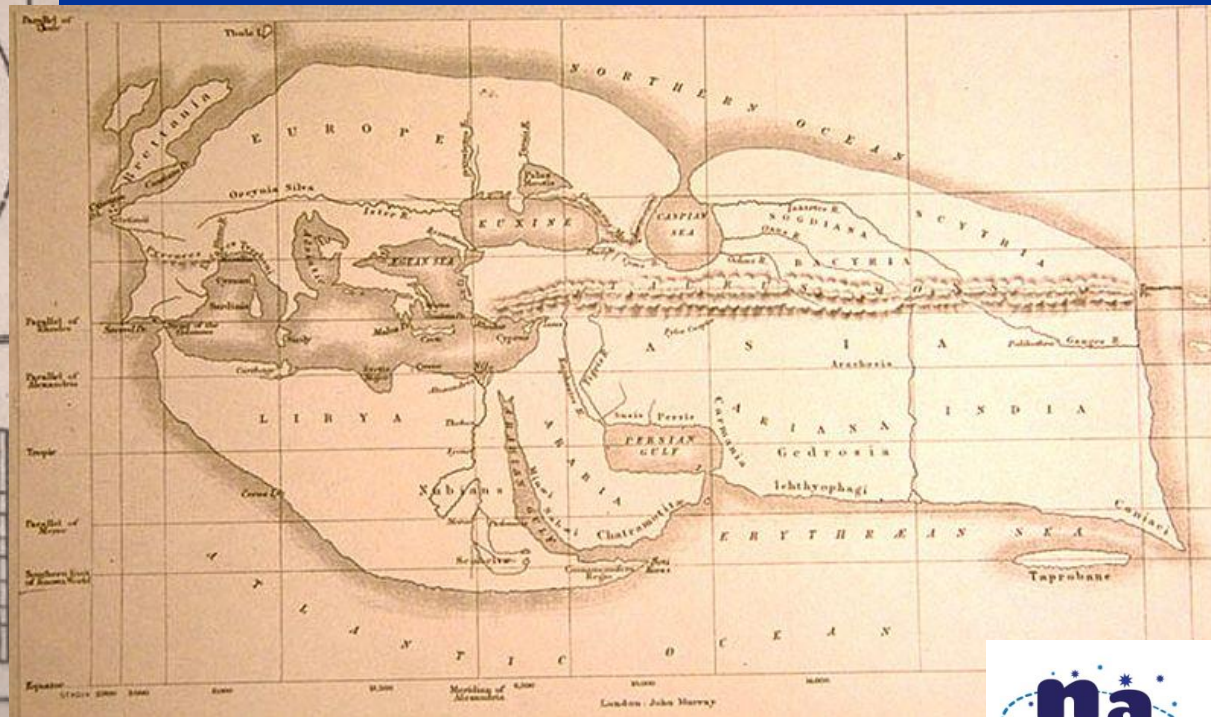
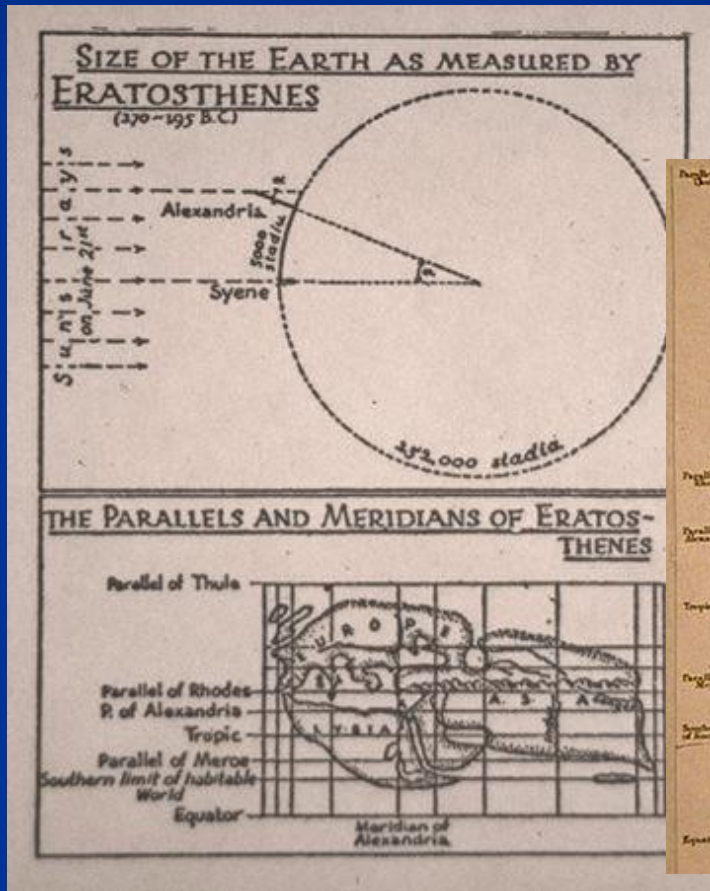
- $R_M = (401 / 1440) R_E$
- $EM = (401 / (2 \pi)) R_E$
- $R_S = (2005 / 18) R_E$
- $ES = (80200 / \pi) R_E$

$R_E = 6\,378$ km vì thế

- $R_M = 1\,776$ km (actual 1 738 km)
- $EM = 408\,000$ km (actual 384 000 km)
- $R_S = 740\,000$ km (actual 696 000 km)
- $ES = 162\,800\,000$ km (actual 149 680 000 km)

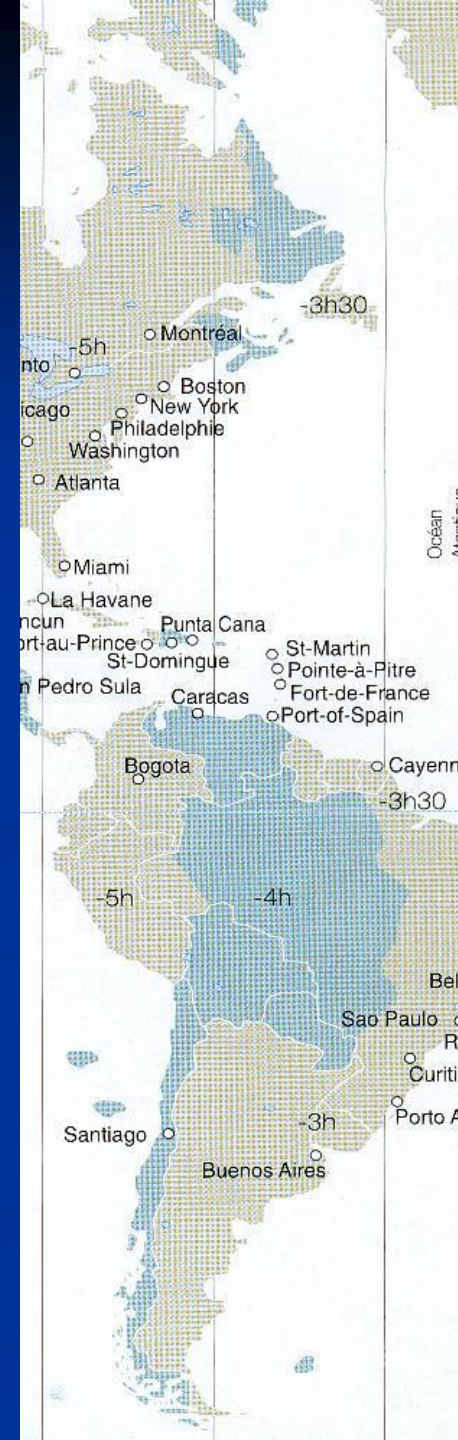


Hoạt động 11: Thí nghiệm của Eratosthenes 280 đến 192 trước Công nguyên



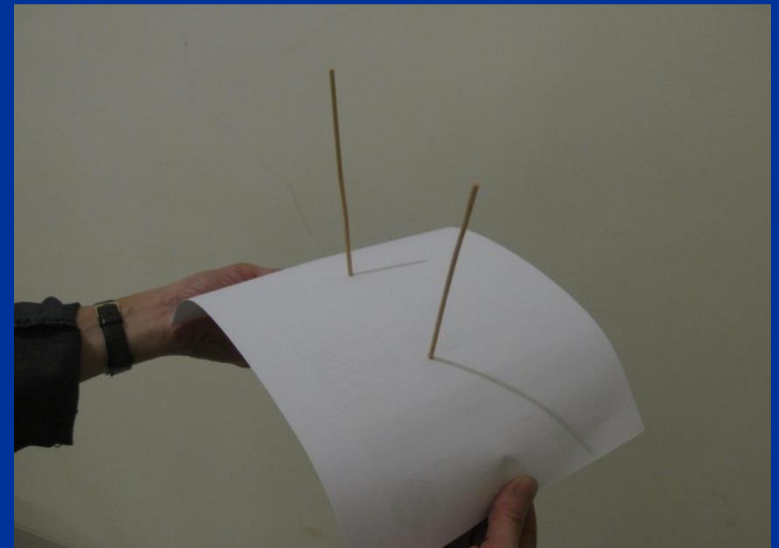
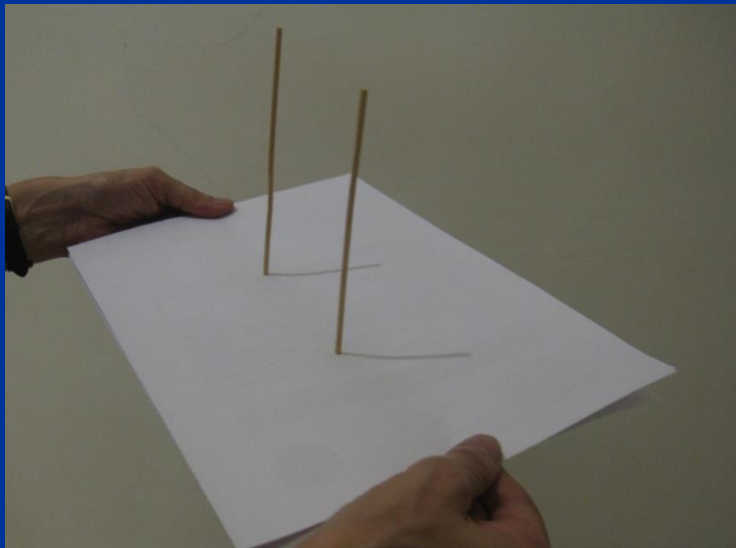
Hoạt động 11: Thí nghiệm Eratosthenes

- Hai thành phố trên cùng một kinh tuyến
- Quan sát đồng thời



Các bóng khác ...

- Khi đó Trái đất là một hình cầu!

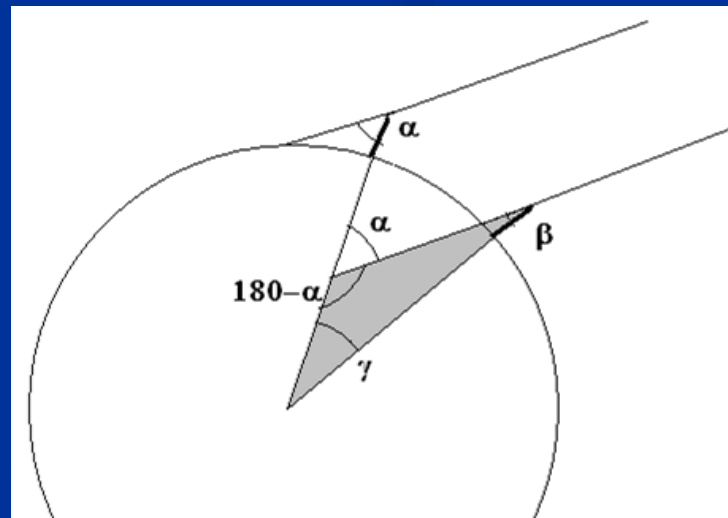


Hoạt động 11: Thí nghiệm Eratosthenes

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

- vì thế $\gamma = \alpha - \beta$

trong đó α và β được đo bằng radian
(180 độ = π radian)



Hoạt động 11: Thí nghiệm Eratosthenes

- Chúng tôi đo chiều dài của dây dọi (hoặc thanh) và bóng của nó



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

Hoạt động 11:

Thí nghiệm Eratosthenes

- theo tỷ lệ

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

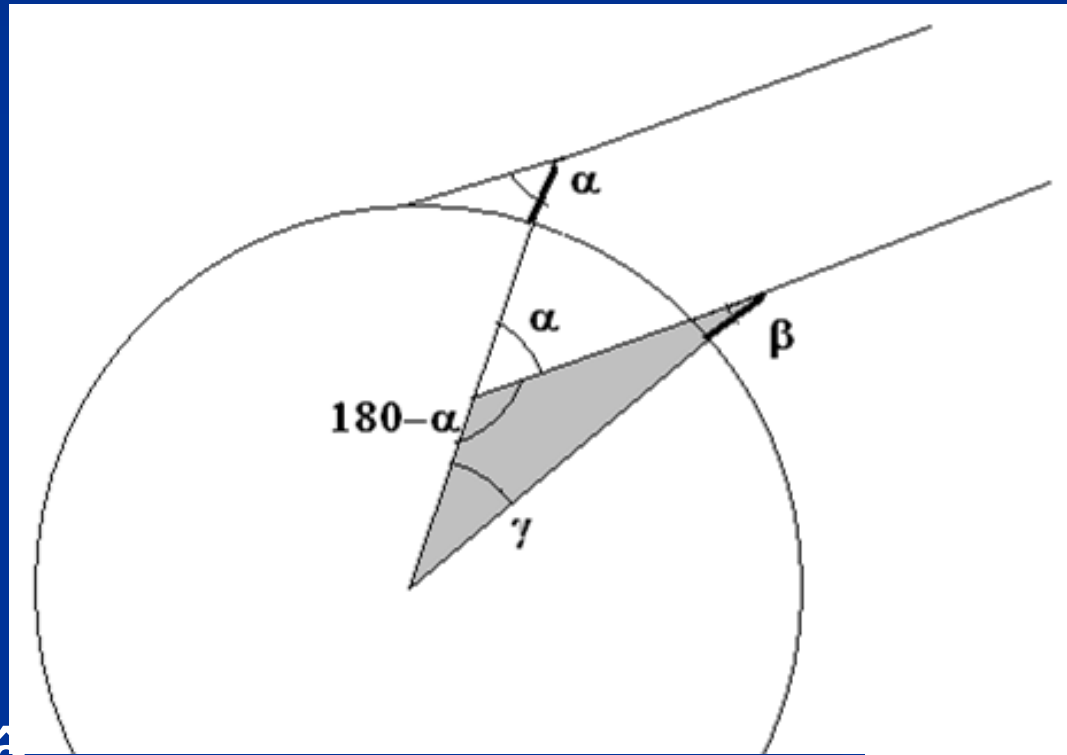
- vì thế

- $R_E = d / \gamma$

- γ chúng tôi biết (radians)

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

- d là khoảng cách giữa các thành phố - sử dụng bản đồ



Kết quả của chúng tôi với phương pháp Eratosthenes

- Ripoll- Barcelona
- $\alpha = 0.5194$ radians
- $\beta = 0.5059$ radians
- $\gamma = 0.0135$ radians
- $d = 89.4$ km
- **RE = 6 600 km** (Hiện nay 6 378 km)



Tổng kết

- Bây giờ chúng ta đã hiểu về các thiên thực
- Đã thiết lập mối quan hệ kích thước cho hệ thống Trái đất-Mặt trăng-Mặt trời
- Người ta xác minh rằng bằng cách quan sát và phân tích dữ liệu thu được, chúng ta có thể tìm hiểu thêm nhiều điều về vũ trụ



Cảm ơn các bạn đã
lắng nghe!

