

Μελέτη των σεληνιακών και ηλιακών εκλείψεων

Rosa M. Ros

*International Astronomical Union
Technical University of Catalonia, Spain*

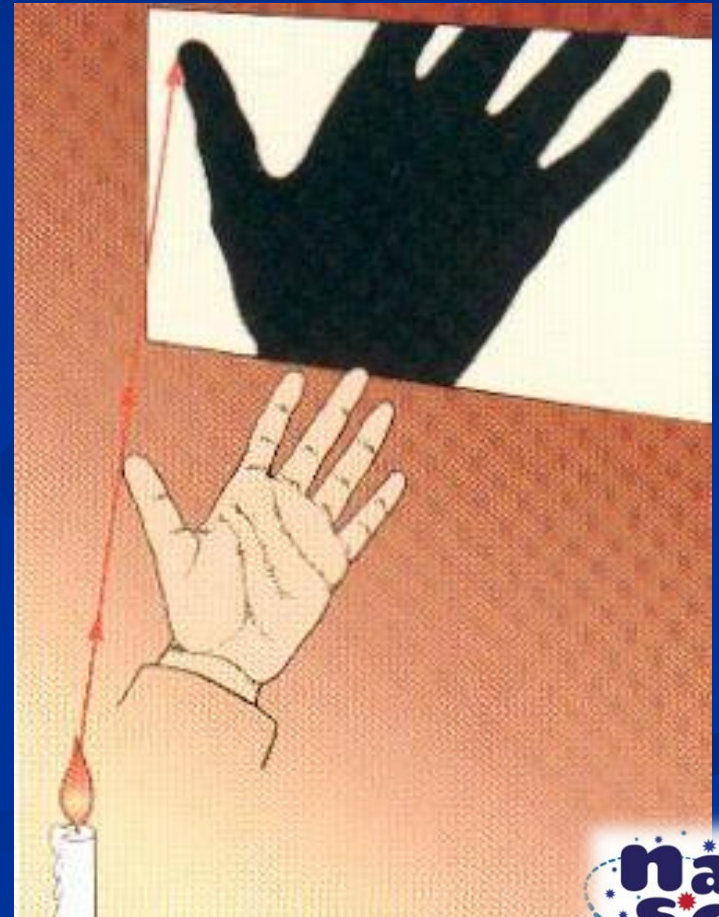


Στόχοι

- Κατανόηση των σεληνιακών φάσεων
- Κατανόηση της αιτίας των σεληνιακών εκλείψεων
- Κατανόηση της ύπαρξης ηλιακών εκλείψεων
- Προσδιορισμός των αποστάσεων και των διαμέτρων του συστήματος Γη- Σελήνη- Ήλιος

φώτα και σκιές

- Σύστημα Γη- Σελήνη- Ήλιος
Φάσεις και εκλείψεις
- Σχετικές θέσεις και σκιές



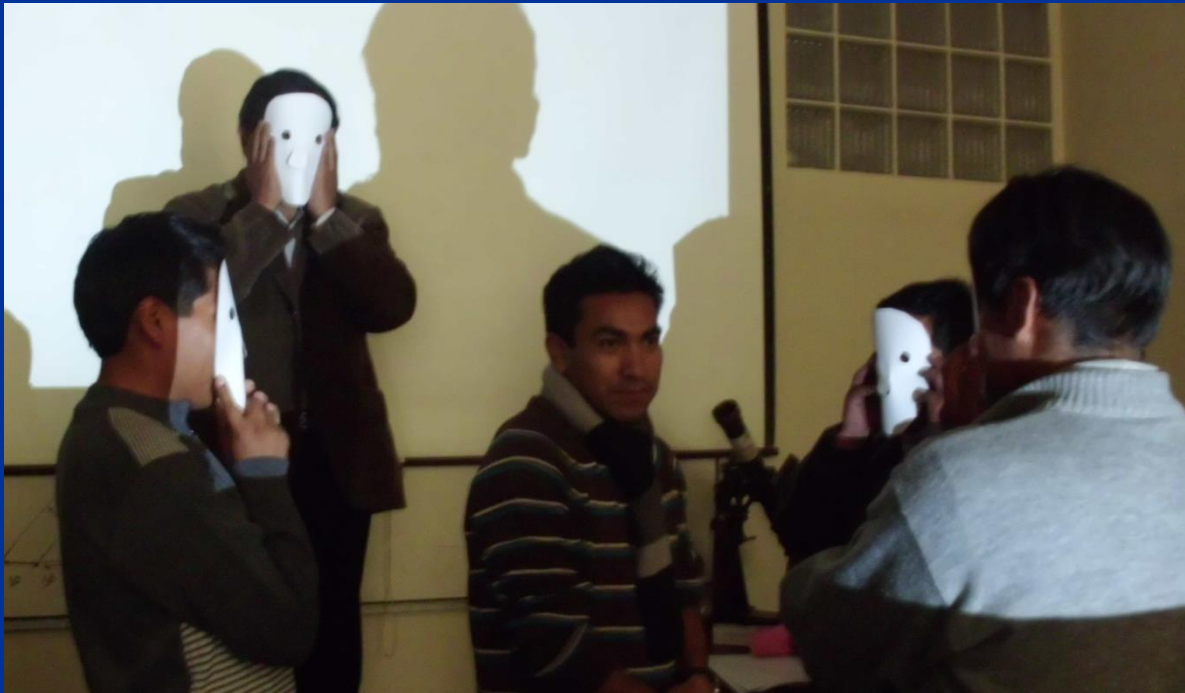
Δραστηριότητα 1: Μοντέλο της αθέατης πλευράς της Σελήνης

- 2 εθελοντές: Ο ένας στο κέντρο (η Γη) και ο άλλος περιστρέφεται γύρω του (η Σελήνη)
- Τοποθετήστε τη Σελήνη στραμμένη προς τη Γη και αφήστε τη να περιστρέφεται γύρω από τη Γη κατά 90° καθώς και γύρω από τον εαυτό της κατά 90° , έως ότου να καταλήξει εκεί που ξεκίνησε.



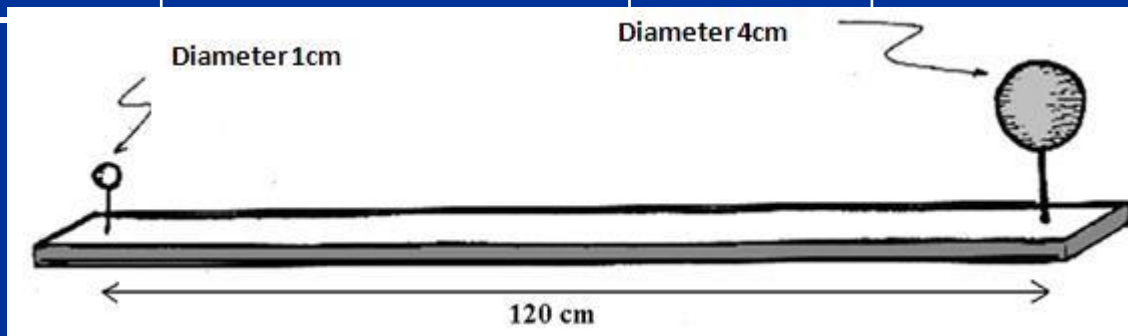
Δραστηριότητα 2: Μοντέλο με φακό (Ήλιος) για την εξήγηση των φάσεων της Σελήνης

- 5 εθελοντές: ένας στο κέντρο (η Γη) και οι άλλοι 4 για να προσομοιώσουν τις 4 φάσεις της Σελήνης με μάσκες (ένας τελείως φωτισμένος, δύο μερικώς φωτισμένοι και ένας καθόλου).



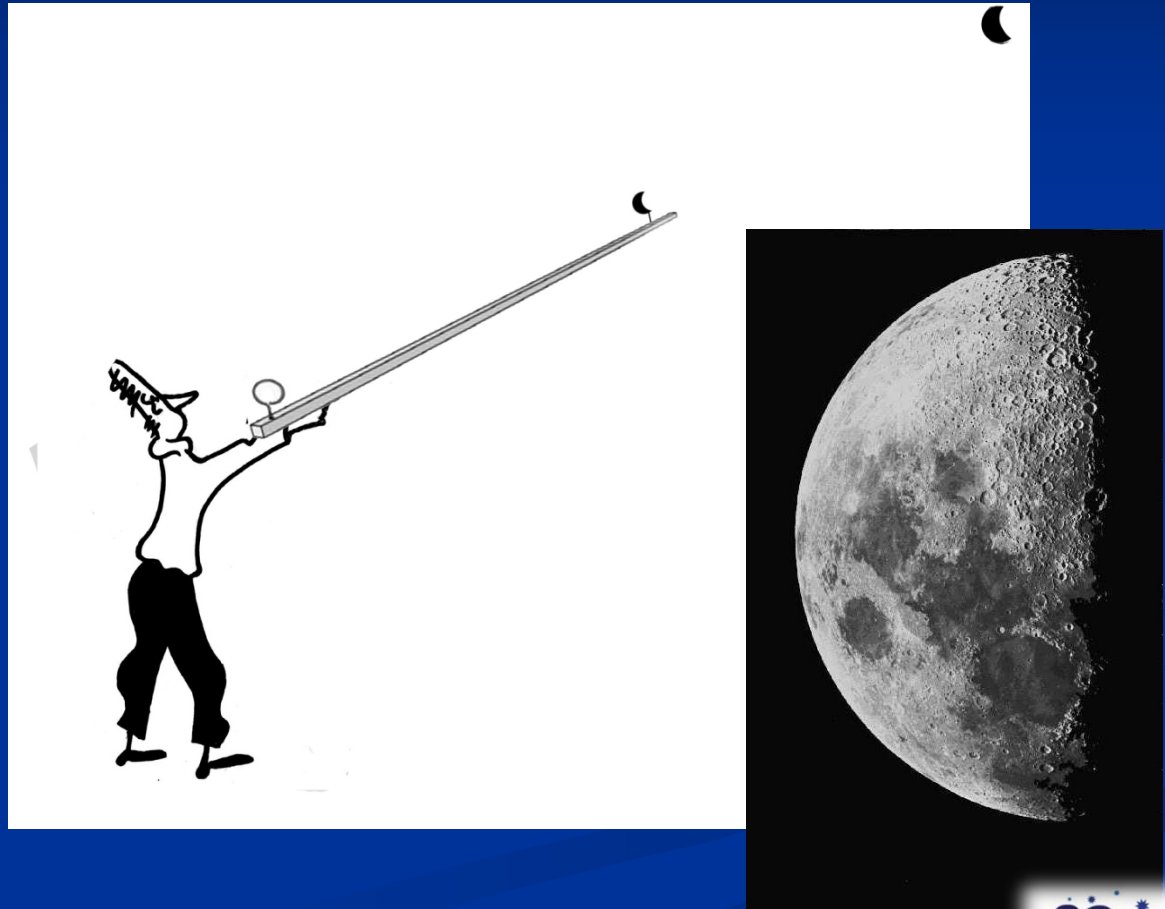
Αποστάσεις και διάμετροι του συστήματος Γη-Σελήνη-Ήλιος

Διάμετρος Γης	12 800 km		4 cm
Διάμετρος Σελήνης	3 500 km		1 cm
Απόσταση Γης-Σελήνης	384 000 km		120 cm
Διάμετρος Ήλιου	1 400 000 km		440 cm = 4.4 m
Απόσταση Γης-Ήλιου	150 000 000 km		47 000 cm = 0.47 km



Δραστηριότητα 3: Προσομοίωση των φάσεων της Σελήνης

- Κατευθύνετε τη μικρή Σελήνη του μοντέλου στη Σελήνη, ώστε να μπορέσουμε να τα δούμε και τις δύο με την ίδια φάση

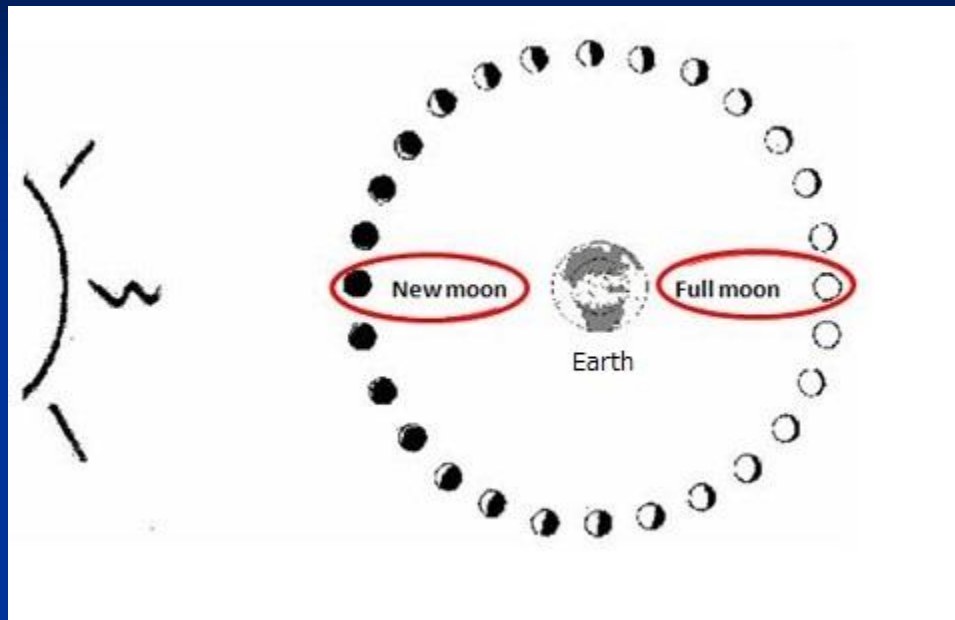


Δραστηριότητα 4: Σφάλματα εικονογράφησης



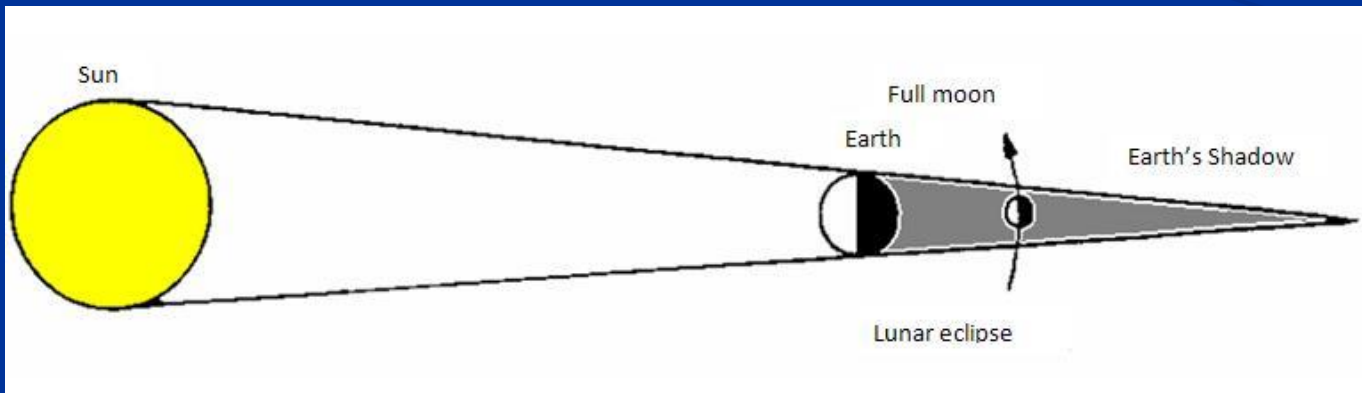
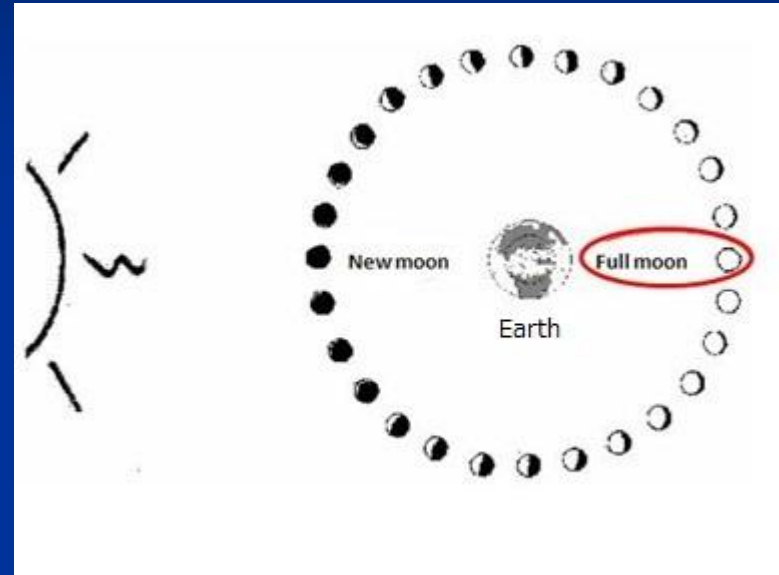
- Οι φάσεις της Σελήνης βασιζονται στην θέση του Ήλιου

Σεληνιακές φάσεις και εκλείψεις

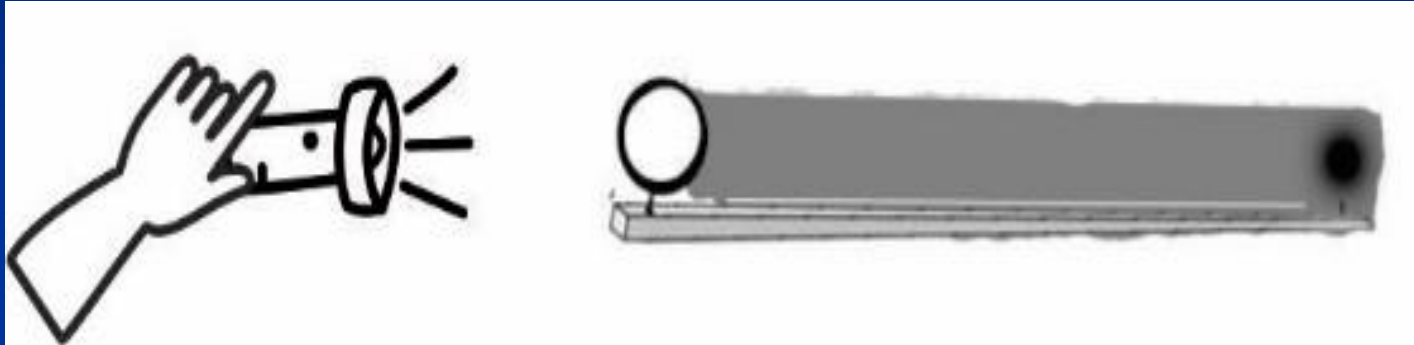


Δραστηριότητα 5: Σεληνιακή έκλειψη

- Σεληνιακές εκλείψεις συμβαίνουν μόνο όταν υπάρχει Πανσέληνος



Δραστηριότητα 5: Προσομοίωση της σεληνιακής έκλειψης



Δραστηριότητα 5: Μια σεληνιακή έκλειψη



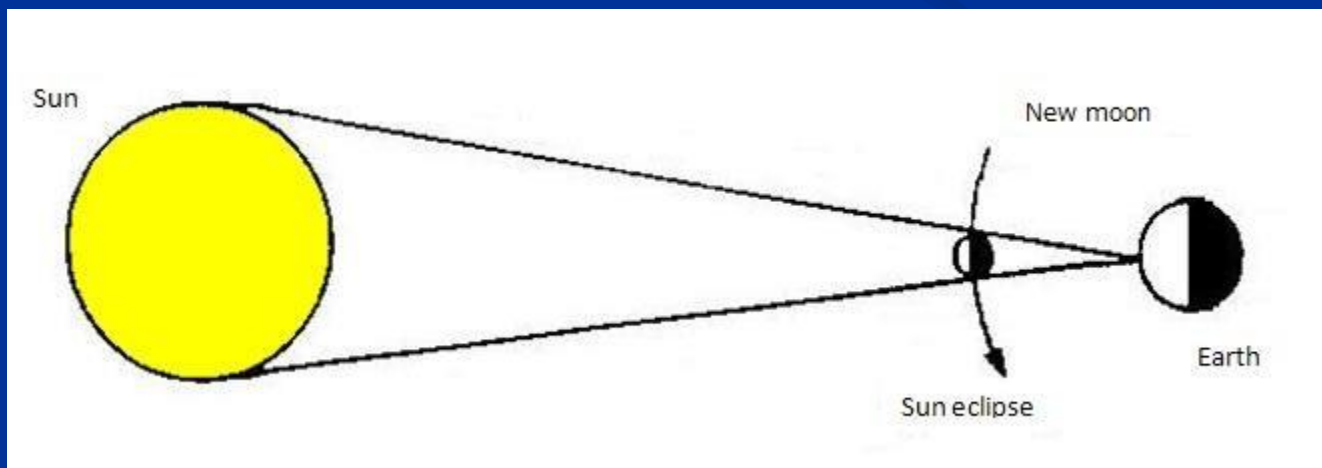
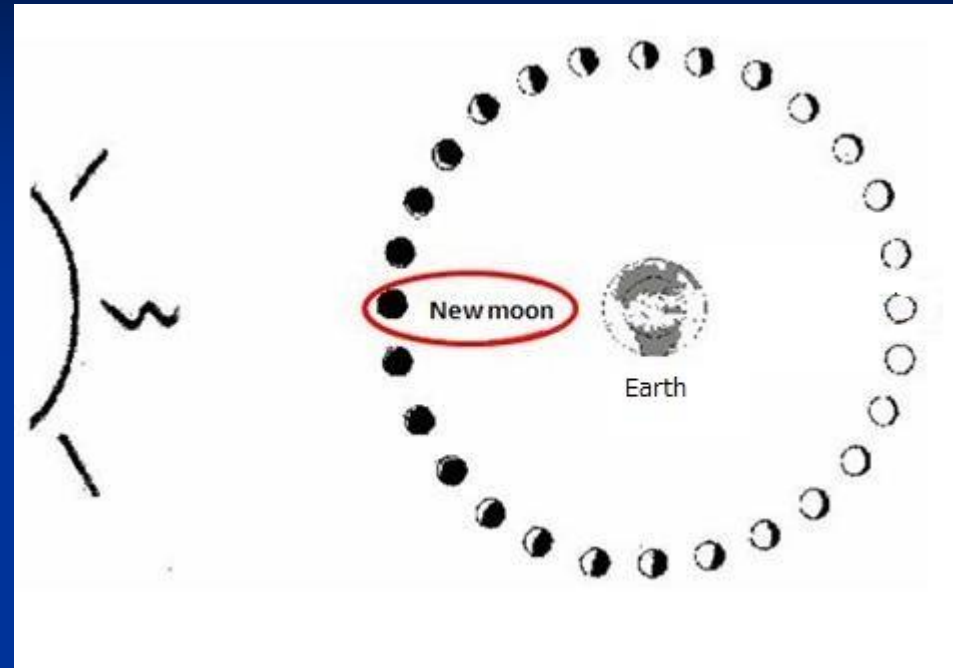
Δραστηριότητα 5: Μια σεληνιακή έκλειψη

- Οι σεληνιακές εκλείψεις είναι ορατές στο ήμισυ της Γης (όπου έχει νύχτα)

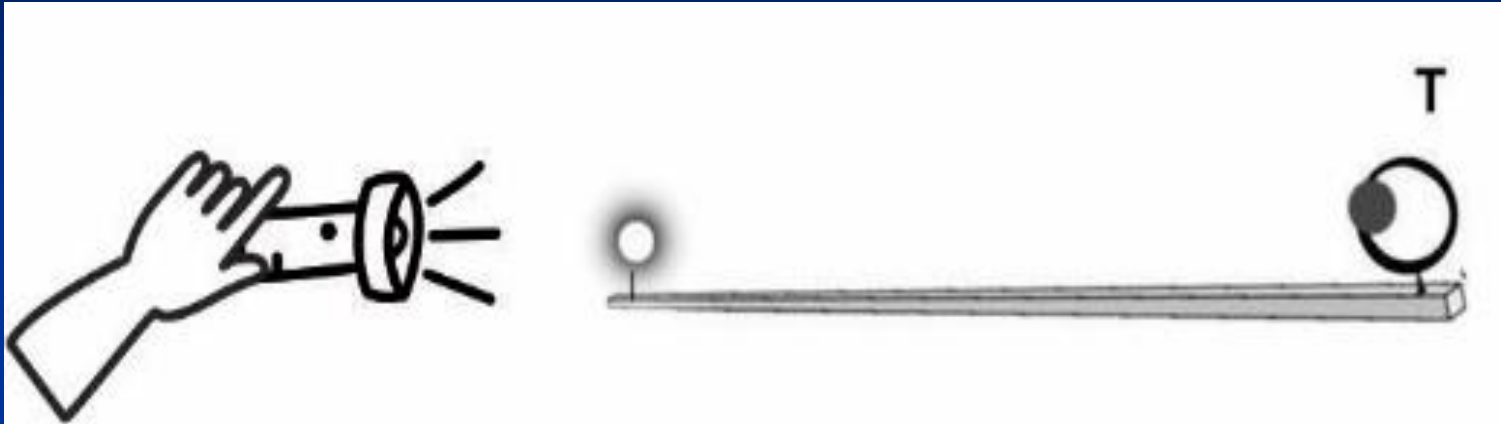


Δραστηριότητα 6: Ηλιακή έκλειψη

- Ηλιακές εκλείψεις συμβαίνουν μόνο όταν υπάρχει μια νέα Σελήνη



Δραστηριότητα 6: Προσομοίωση μιας ηλιακής έκλειψης



Λεπτομέρεια μια Ηλιακής έκλειψης

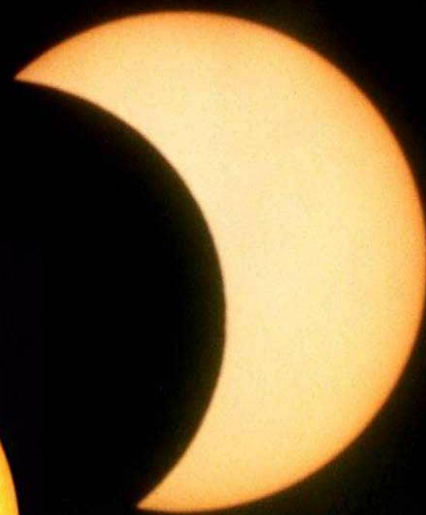
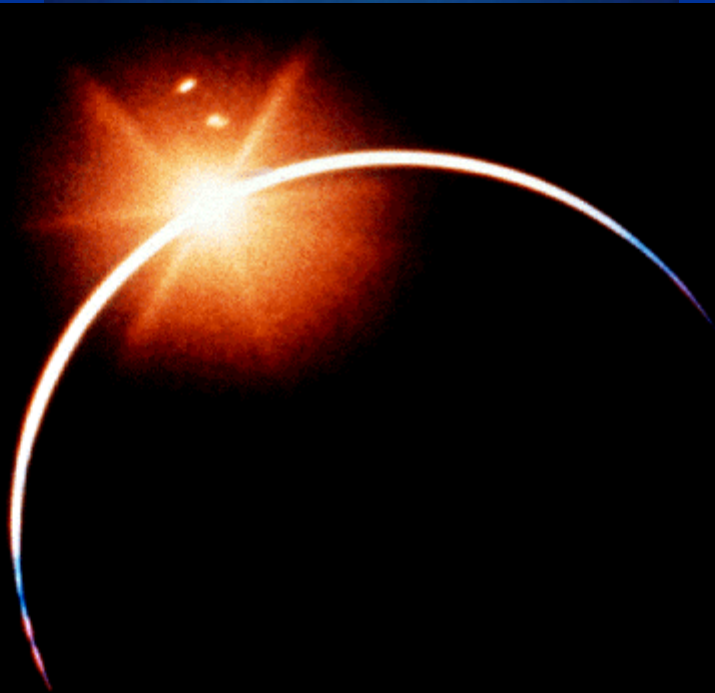




Δραστηριότητα 6: Ηλιακή έκλειψη

- Οι Ηλιακές εκλείψεις είναι ορατές μόνο σε μια μικρή περιοχή της Γης





...αισθανόμαστε συγκίνηση



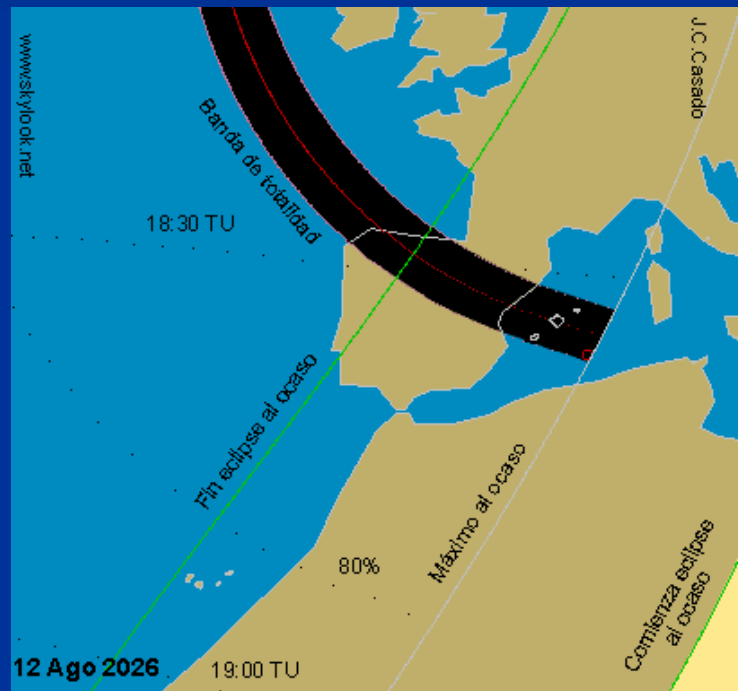
Παρατηρήσεις

- Μια **σεληνιακή έκλειψη** όταν υπάρχει **πανσέληνος** και μια **ηλιακή έκλειψη** όταν υπάρχει **νέα Σελήνη**
- Μια ηλιακή έκλειψη είναι ορατή μόνο σε μία μικρή περιοχή της Γης

Είναι πολύ δύσκολο για τη Γη, τον Ήλιο και τη Σελήνη να είναι «καλά ευθυγραμμισμένα», έτσι μια έκλειψη δεν συμβαίνει κάθε φορά που υπάρχει μια νέα Σελήνη ή Πανσέληνος

Τέλος...ως παράδειγμα...

- Επόμενη ολική ηλιακή έκλειψη στην Ισπανία:
Αύγουστος 12, 2026 (η τελευταία ηλιακή έκλειψη
έγινε το 2004 σε διαφορετική περιοχή)



- Κάθε χρόνο υπάρχουν, 0-3 Σεληνιακές εκλείψεις

Αποστάσεις και διάμετροι για να οπτικοποιήσετε και να κατανοήσετε καλύτερα τις αποστάσεις από τον Ήλιο

Διάμετρος Γης	12 800 km		2.1 cm
Διάμετρος Σελήνης	3 500 km		0.6 cm
Απόσταση Γης- Σελήνης	384 000 km		60 cm
Διάμετρος Ήλιου	1 400 000 km		220 cm
Απόσταση Ήλιου-Σελήνης	150 000 000 km		235 m

Ζωγραφίζοντας τον Ήλιο



Δραστηριότητα 7: Κάνοντας τον μεγάλο «Ήλιο» να μοιάζει με τη μικρή «Σελήνη»



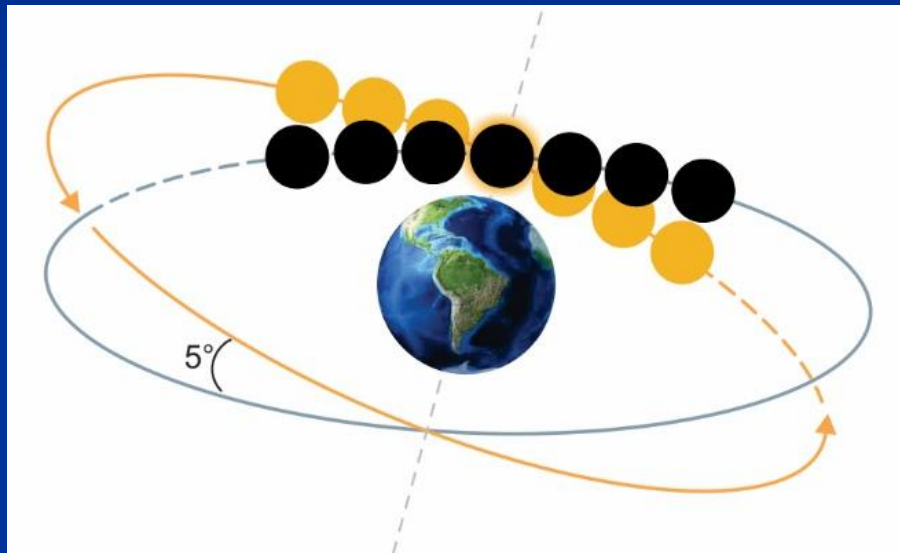
Αν κάθε μήνα υπάρχει μια νέα Σελήνη και
μια Πανσέληνος...

Γιατί δεν υπάρχει μια ηλιακή έκλειψη και
μια σεληνιακή έκλειψη κάθε μήνα;



Διότι ...

Το επίπεδο της Γης γύρω από τον Ήλιο και το επίπεδο της Σελήνης γύρω από τη Γη δεν βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.



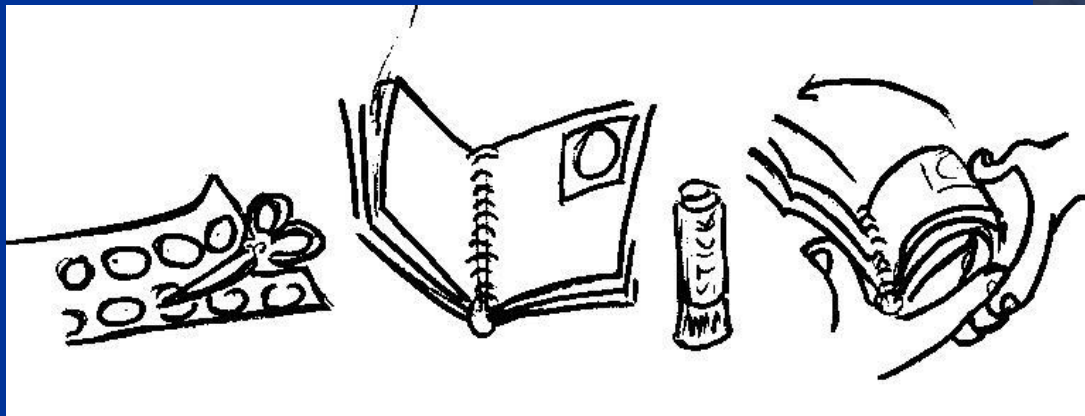
Και τα δύο επίπεδα έχουν κλίση 5° και η γωνιακή διάμετρος του Ήλιου και της Σελήνης είναι μόνο 0.5°

Οι εκλείψεις μπορούν να
πραγματοποιηθούν μόνο εάν ο Ήλιος
και η Σελήνη βρίσκονται κοντά στο
σημείο τομής των δύο επιπέδων



Δραστηριότητα 8: Προσομοιωτής έκλειψης «Αναστροφή σελίδας»

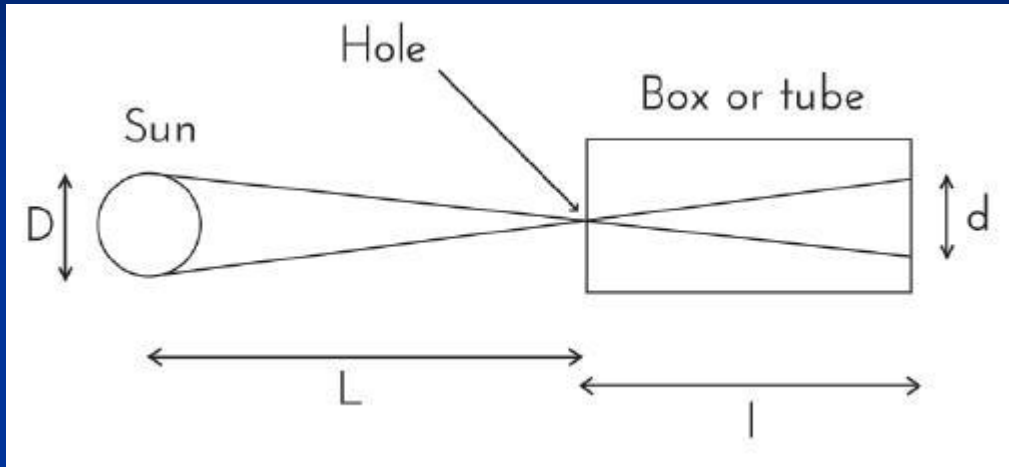
1. κόψτε και αριθμήστε τις εικόνες με τη σειρά
2. Κολλήστε κάθε εικόνα σε ένα σπιδράλ τετράδιο
3. Γυρίστε γρήγορα τις σελίδες για να δείτε την επίδειξη.



Δραστηριότητα 9: Προσδιορισμός της διαμέτρου του Ήλιου-παρατηρήσεις και μετρήσεις



Δραστηριότητα 9: Προσδιορισμός της διαμέτρου του Ήλιου



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

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

Μπορούμε να καθορίσουμε την αναλογία και να υπολογίσουμε τη διάμετρο του Ήλιου

$L = 150\,000\,000$ km Απόσταση Γη-Ήλιου, $l =$ Μήκος σωλήνα,
 $d =$ Διάμετρος του Ήλιου σε ημιδιαφανές χαρτί



Δραστηριότητα 10: Πείραμα του Αρίσταρχου 310-230π.Χ.

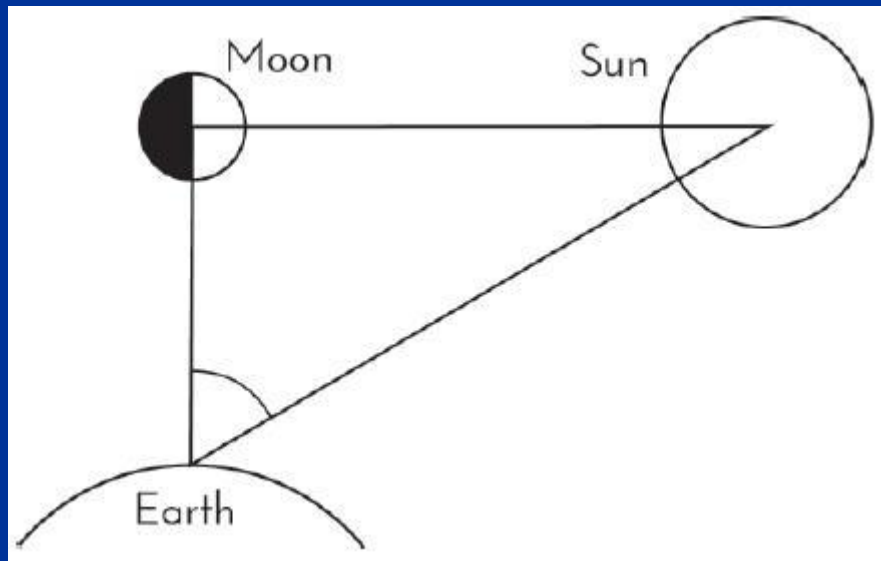
- Καθιέρωσε τις σχέσεις μεταξύ των αποστάσεων Γης-Σελήνης-Ήλιου (αλλά δεν μπόρεσε να προσδιορίσει καμία απόλυτη τιμή). Αυτό έγινε με τον Ερατοσθένη.
- 1) Απόσταση της Γης έως τη Σελήνη και της Γης έως του Ήλιου
- 2) Ακτίνα της Σελήνης και του Ήλιου
- 3) Απόσταση Γης σε Σελήνη και η ακτίνα της Σελήνης
- 4) Ο Κώνος της Επίγειας Σκιάς
- 5) Συσχέτιση όλων



1) Απόσταση Γης-Σελήνης και Γης-Ήλιου

■ $\sin \alpha = EM / ES$ επομένως

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



1) Αποστάσεις Γης-Σελήνης και Γης-Ήλιου

- Αρίσταρχος $\alpha = 87^\circ$
τότε $ES = 19 EM$
- Τώρα $\alpha = 89^\circ 51'$
επομένως

$$ES = 400 EM$$



2) Ακτίνα της Σελήνης και του Ήλιου

- Από τη Γη, οι σεληνιακές και οι ηλιακές διάμετροι παρατηρούνται να είναι ίσες με $0,5^\circ$

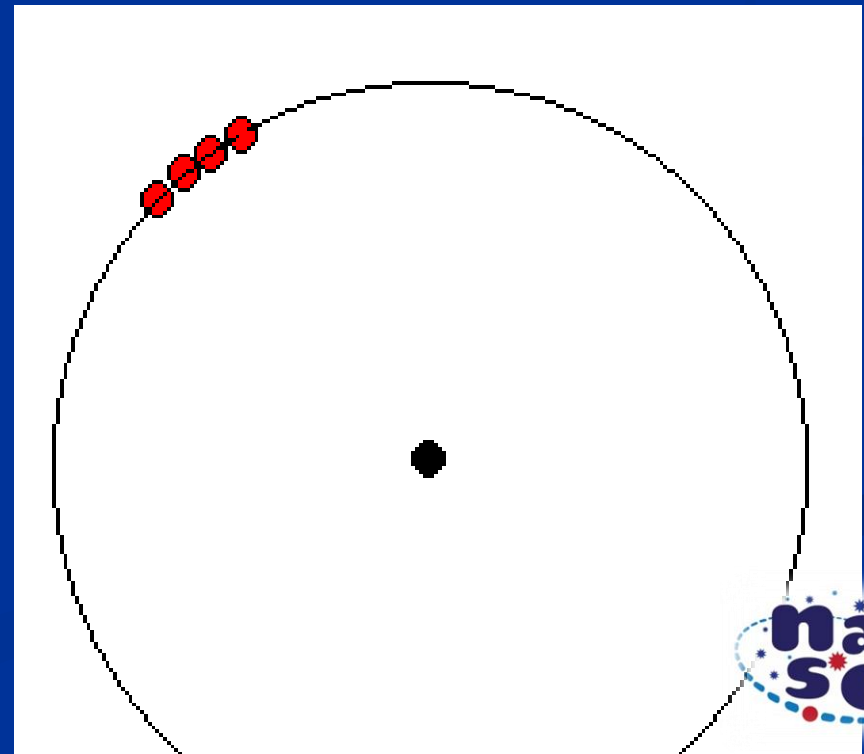
- Επομένως η ακτίνα είναι

- $R_s = 400 R_M$



3) Απόσταση Γης-Σελήνης και Ακτίνα Σελήνης

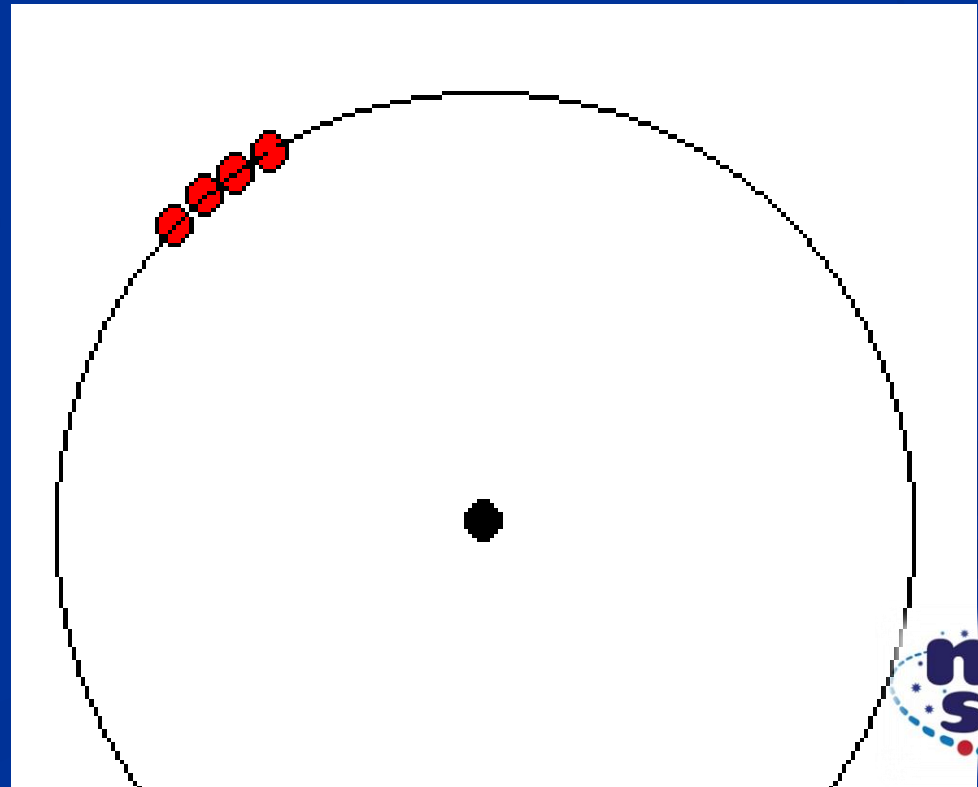
- Η διάμετρος της Σελήνης από τη Γη είναι $0,5^\circ$
- Με 720 φορές αυτή τη διάμετρο μπορούμε να υπολογίσουμε τη κυκλική τροχιά της Σελήνης
- $2 R_M 720 = 2 \pi E_M$
- $E_M = 720 R_M / \pi$



3) Απόσταση Γης-Ήλιου και Ακτίνα του Ήλιου

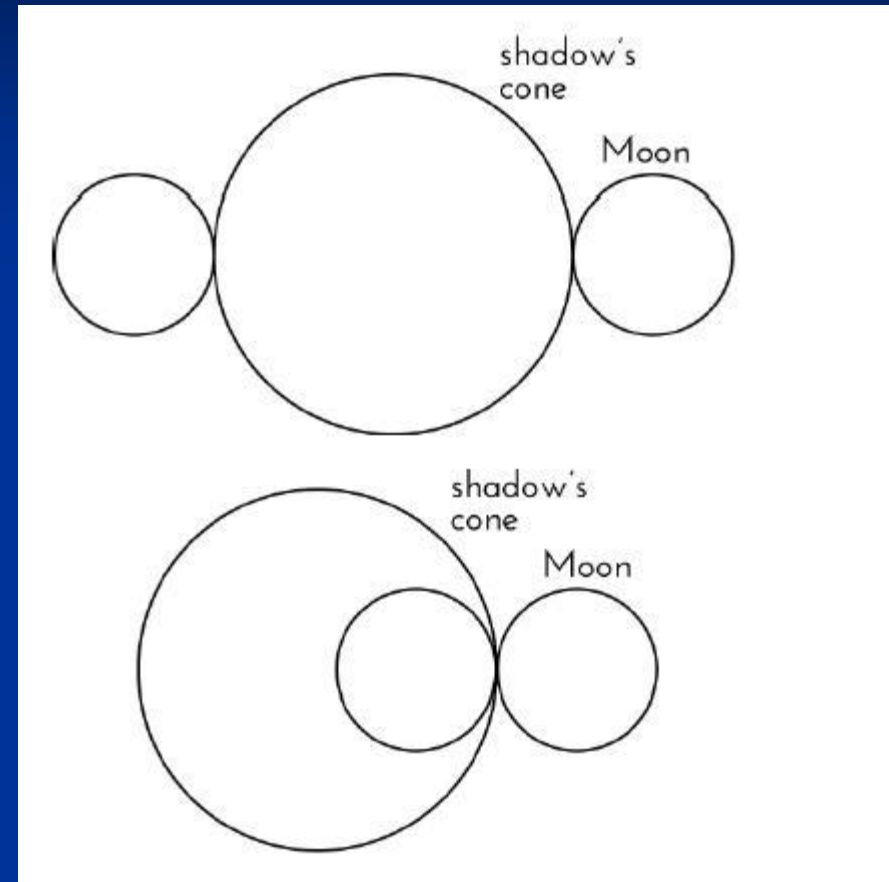
- Κατά αναλογία
- $ES = 720 R_s / \pi$

Πρώτο Ηλιοκεντρικό
μοντέλο του
Αρίσταρχου



4) Κώνος της Επίγειας Σκιάς

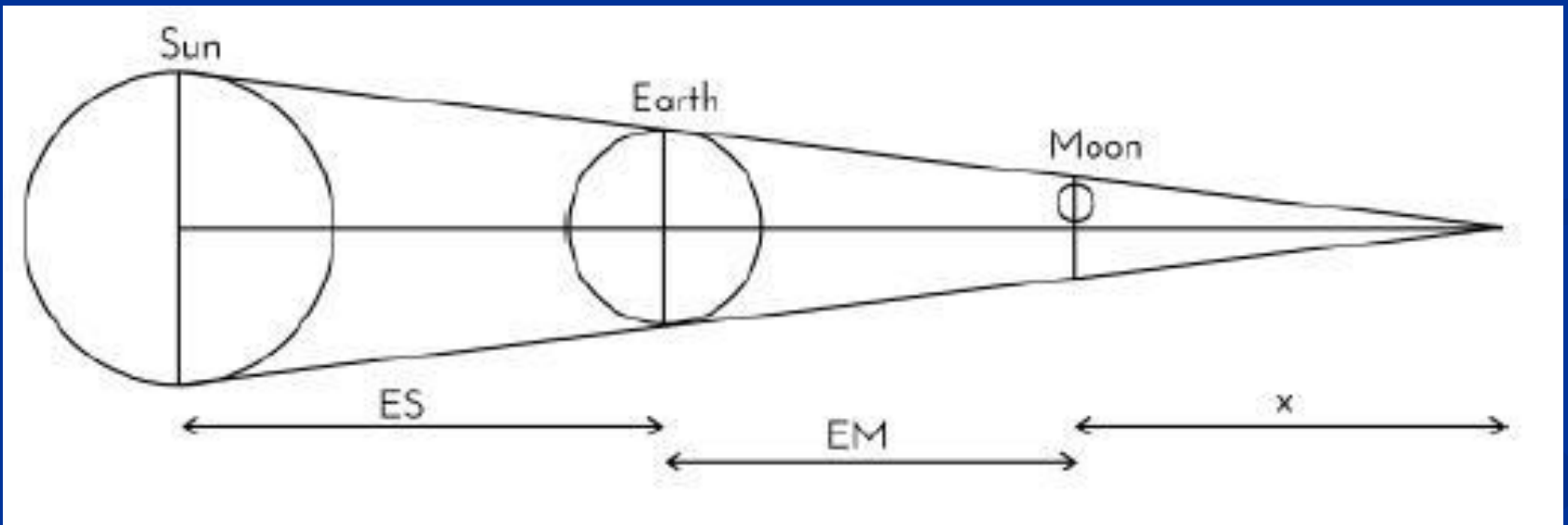
- Σε μία Σεληνιακή έκλειψη, ο Αρίσταρχος παρατήρησε ότι ο χρόνος που απαιτούνταν για τη Σελήνη να διασχίσει τον σιτώδη κώνο της Γης ήταν διπλάσιος του χρόνου που ήταν απαραίτητος για να παραμείνει καλυμμένη η επιφάνεια της Σελήνης



- Στη πραγματικότητα είναι
2.6:1

5) Συσχέτιση όλων

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

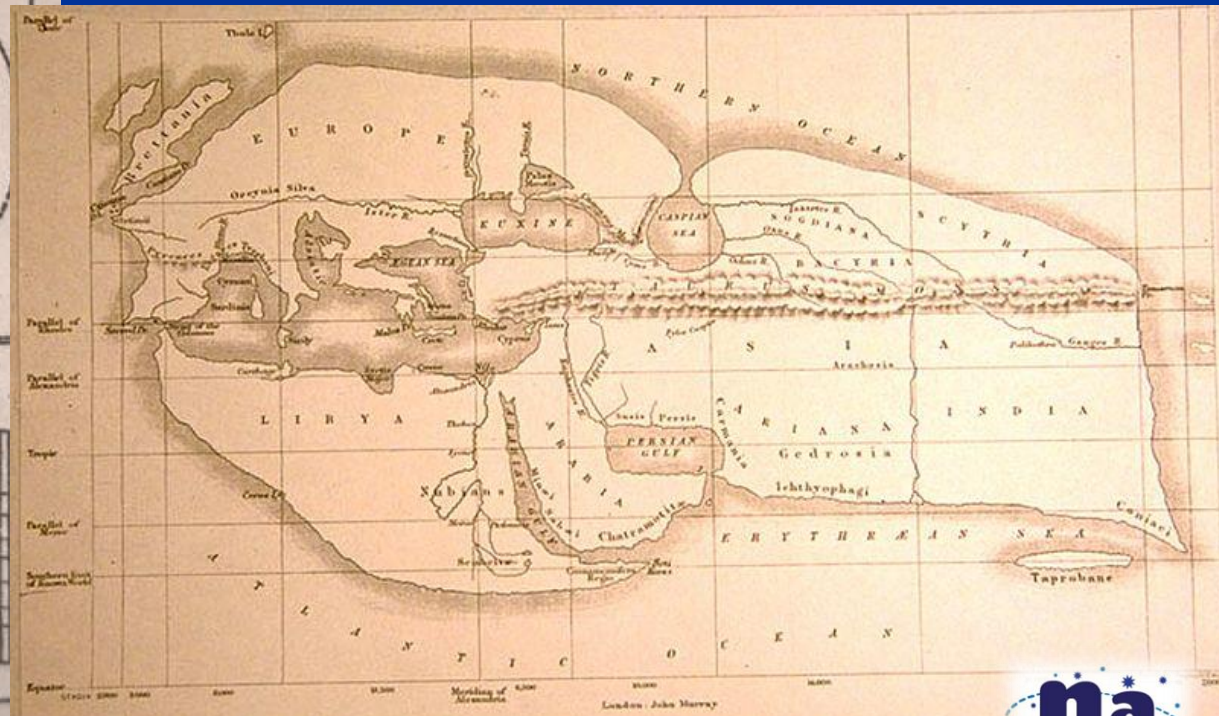
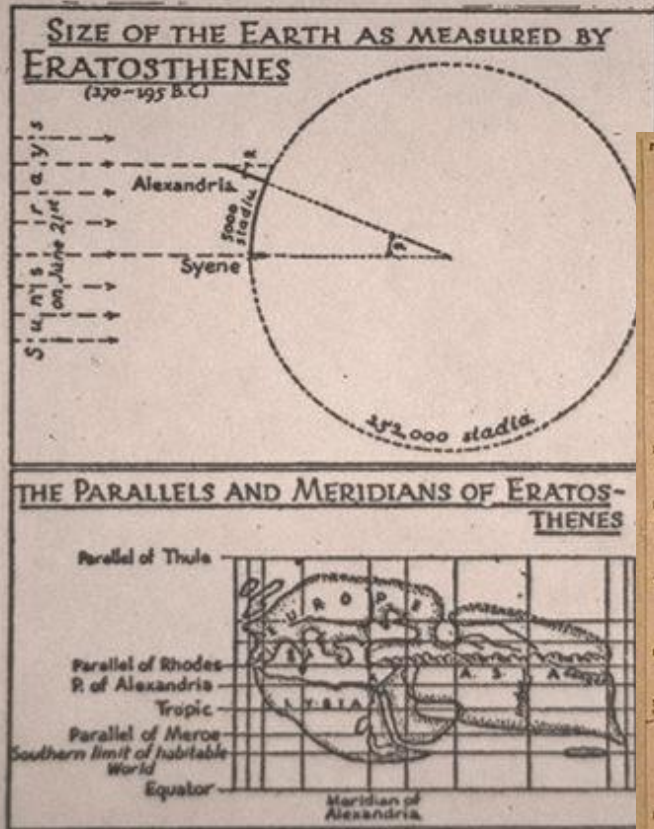


Η επίλυση του συστήματος δείχνει
(όλα σχετίζονται με την ακτίνα της Γης):

- $R_M = (401 / 1440) R_E$
- $EM = (401 / (2 \pi)) R_E$
- $R_S = (2005 / 18) R_E$
- $ES = (80200 / \pi) R_E$
- Αν υποθέσουμε ότι: $R_E = 6\,378\text{ km}$ τότε
- $R_M = 1\,776\text{ km}$ (actual $1\,738\text{ km}$)
- $EM = 408\,000\text{ km}$ (actual $384\,000\text{ km}$)
- $R_S = 740\,000\text{ km}$ (actual $696\,000\text{ km}$)
- $ES = 162\,800\,000\text{ km}$ (actual $149\,680\,000\text{ km}$)



Δραστηριότητα 11: Πείραμα Ερατοσθένη 280-192π.Χ.



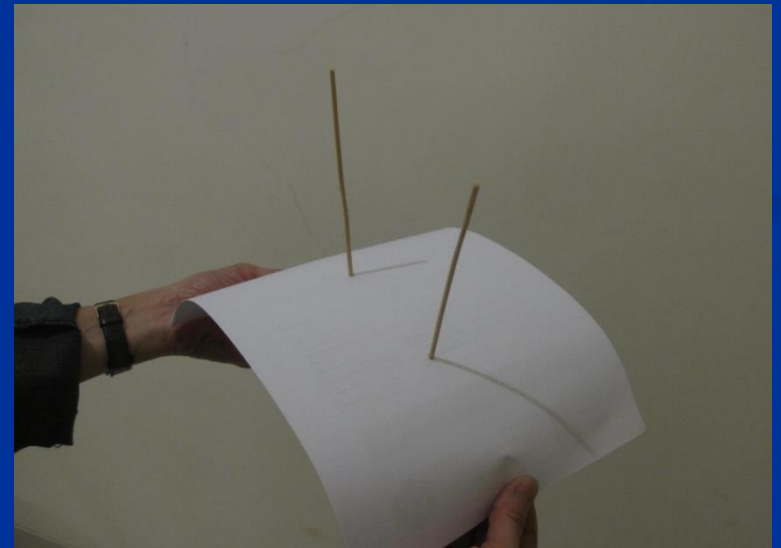
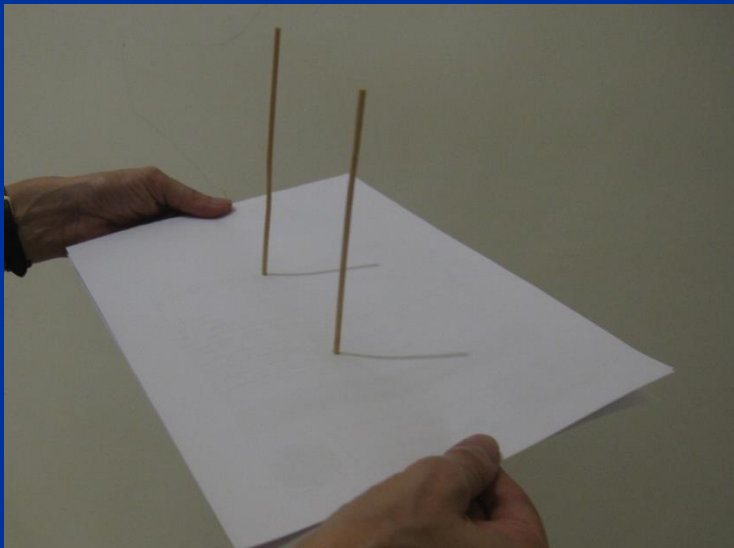
Δραστηριότητα 11: Ερατοσθένης ξανά

- Δύο πόλεις στον ίδιο Μεσημβρινό
- Ταυτόχρονες παρατηρήσεις



Διαφορετικές σκιές ...

- Τότε η Γη είναι μια σφαίρα!

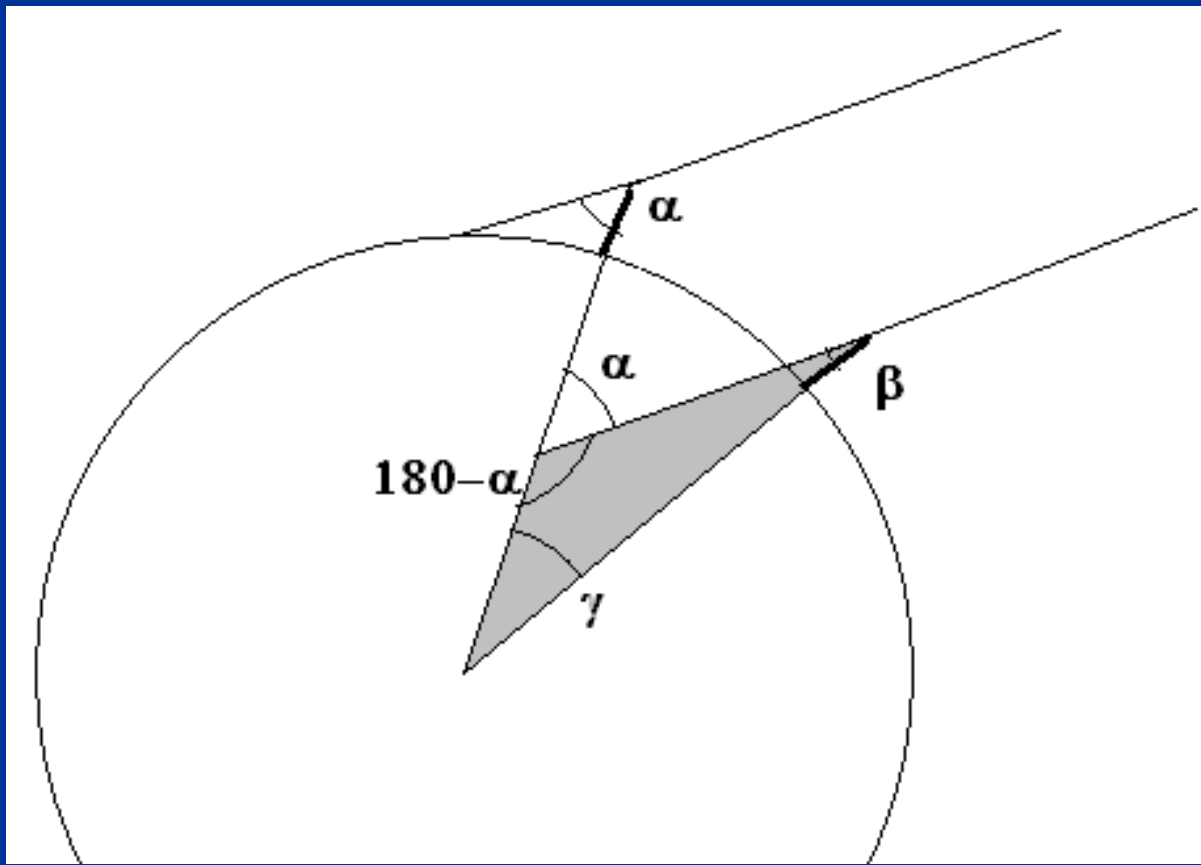


- $\pi = \pi - \alpha + \beta + \gamma$

- Επομένως $\gamma = \alpha - \beta$

όπου α και β μετριοούνται σε ακτίνα
(180 μοίρες = π ακτίνες)

Δραστηριότητα 11:
Ερατοσθένης ξανά



Δραστηριότητα 11: Ερατοσθένης ξανά

- Μετράμε το μήκος της κατακόρυφης γραμμής (ή το ραβδί) και τη σκιά της



$$\alpha = \arctan (\text{σκιά}) / (\text{ραβδί})$$

- Κατά αναλογία

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

- συνάγεται

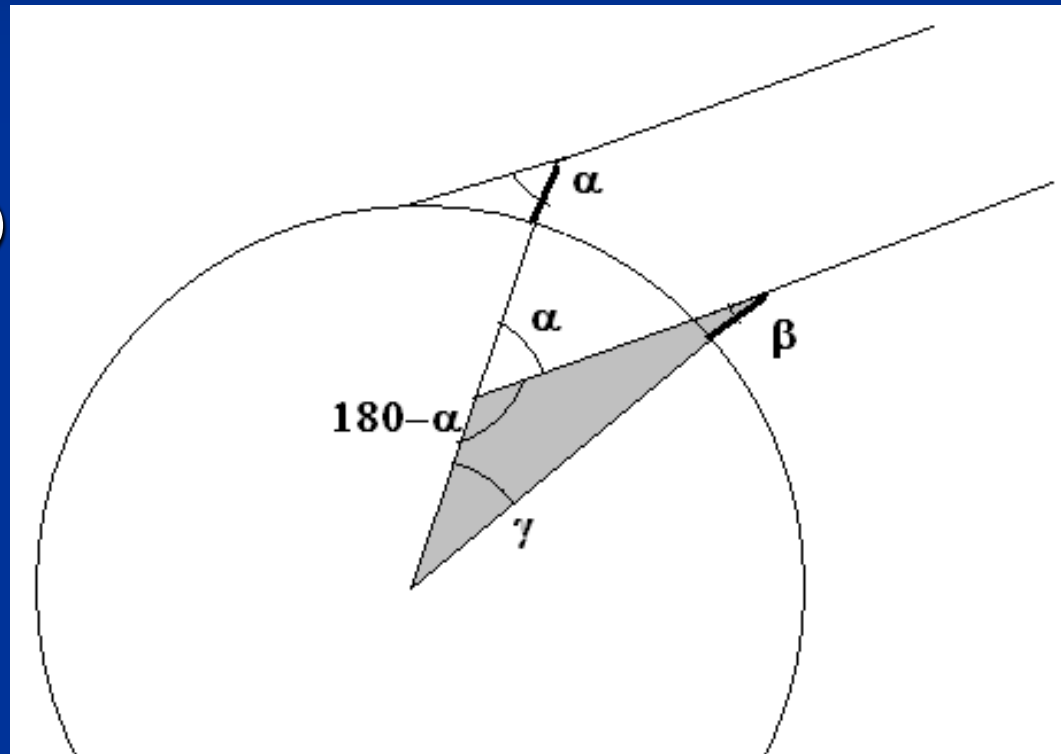
$$RE = d/\gamma$$

- γ γνωρίζουμε (σε ακτίνα)

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

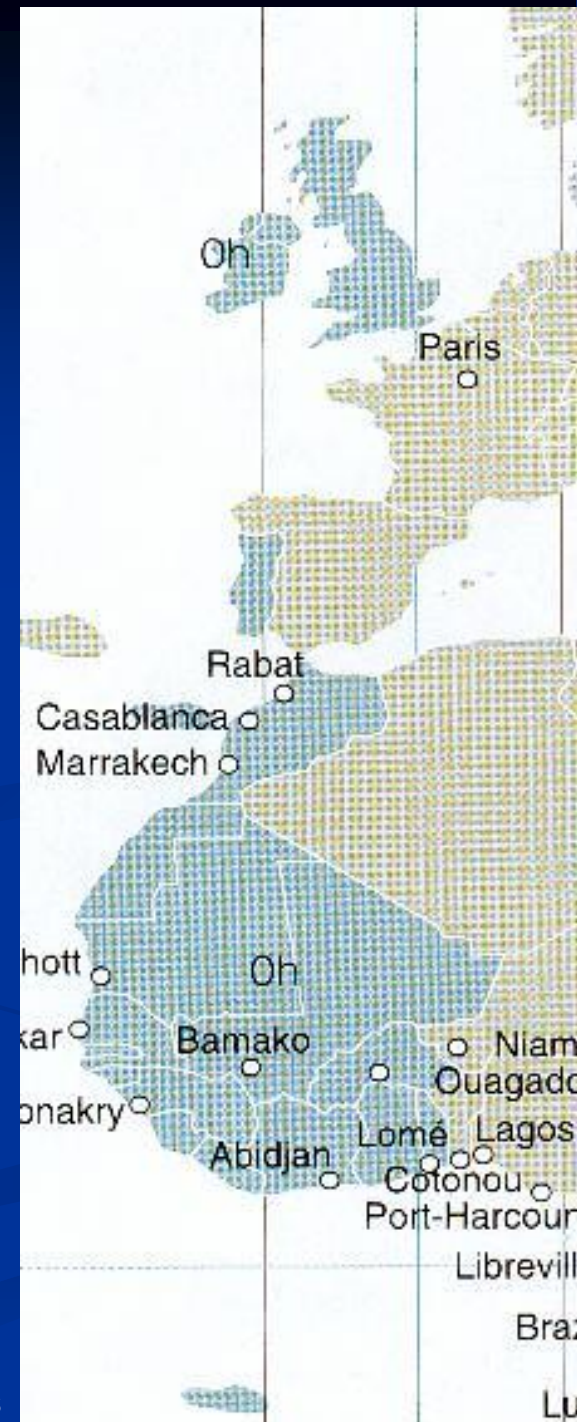
- d είναι η απόσταση ανάμεσα στις πόλεις-χρησιμοποιώντας έναν χάρτη

Δραστηριότητα 11: Ερατοσθένης ξανά



Τα αποτελέσματά μας με την μέθοδο του Ερατοσθένη

- Ripoll- Βαριελώνη
- $\alpha = 0.5194$ ακτίνα
- $\beta = 0.5059$ ακτίνα
- $\gamma = 0.0135$ ακτίνα
- $d = 89.4$ km
- $R_E = 6\,600$ km (actual 6 378 km)



Συμπεράσματα

- Τώρα καταλαβαίνουμε τις ειλείψεις.
- Έχουμε δημιουργήσει σχέσεις - μεθόδους για το σύστημα Γη-Σελήνη-Ήλιος.
- Επιβεβαιώνεται ότι με την παρατήρηση και την ανάλυση των δεδομένων που αποκτούμε, μπορούμε να μάθουμε πολλά περισσότερα για το σύμπαν.



Ευχαριστώ πολύ για
την προσοχή σας!

