

*Η γεωμετρία των εκλείψεων*  
*Γιώργος Δ. Σπιθούρης*

# Οι εκλείψεις στην αρχαιότητα

- Οι εκλείψεις αποτελούσαν φόβητρο για τους αρχαίους πολιτισμούς και λογίζονταν ως οιωνοί κακών γεγονότων.
- Πολλοί λαοί ερμήνευαν τις εκλείψεις ως την «καταβρόχθιση» του Ήλιου ή της Σελήνης από δράκους, λύκους, φίδια ή τέρατα γενικότερα, τα οποία – με το τέλος του φαινομένου – «απέβαλαν» πάλι πίσω στον ουρανό ό,τι είχαν καταβροχθίσει νωρίτερα.
- Μοναδική εξαίρεση οι Αβορίγινες της Αυστραλίας και οι ιθαγενείς της Ταϊτής που θεωρούσαν τις εκλείψεις ερωτικές συνευρέσεις του Ήλιου με τη Σελήνη.
- Την ώρα της έκλειψης, οι άνθρωποι προσπαθούσαν να δημιουργήσουν κάθε είδους αντιπερισπασμό ώστε να αποτρέψουν το φαινόμενο. Οι Κινέζοι άναβαν φωτιές ή εκτόξευαν αναμμένα βέλη προς τον Ήλιο ώστε να ξαναπάρει φωτιά. Στην Ευρώπη και στην Ινδία δημιουργούσαν θόρυβο με τύμπανα ή μεταλλικά αντικείμενα ώστε να τρομάξουν το «τέρας» που ήταν έτοιμο να καταβροχθίσει τον Ήλιο.

# Οι εκλείψεις στην αρχαιότητα



Η απόγνωση των Ίνκας κατά τη διάρκεια μίας έκλειψης σελήνης.  
Giulio Ferrario's *Costumes Antique and Modern of All Peoples*, Florence, 1842

# «Ερμηνεύοντας»...

- Θάνατοι ιστορικών ή θρησκευτικών προσώπων που συνέπεσαν ή «συνέπεσαν» με εκλείψεις, τροφοδότησαν τις δεισιδαιμονίες ανά τους αιώνες:
  - Σταύρωση του Ιησού – Τρεις από τους τέσσερις ευαγγελιστές αναφέρουν 3ωρο σκοτάδι.  
24 Νοεμβρίου 29 μ.Χ., ολική έκλειψη ηλίου.
  - Ιμπραήμ, γιος του προφήτη Μωάμεθ – 27 Ιανουαρίου 632, δακτυλιοειδής έκλειψη ηλίου.
  - Λουδοβίκος ο Ευσεβής, γιος του Καρλομάγνου (20 Ιουνίου 840)  
5 Μαΐου 840, ολική έκλειψη ηλίου.
  - Ερρίκος ο Α΄ της Αγγλίας ( 1 Δεκεμβρίου 1135)  
2 Αυγούστου 1133, ολική έκλειψη ηλίου.

# Χειραγωγώντας...

Εκλείψεις που μπορούσαν να προβλεφθούν χρησιμοποιούνταν «κατά το δοκούν»:

- Βαβυλώνιοι – Ο θάνατος του βασιλιά
- Ολική έκλειψη σελήνης 1 Μαρτίου 1504 – Κολόμβος - Τζαμάικα

# Χειραγωγώντας...



*Ο Κολόμβος «εκπαιδεύει» τους ιθαγενείς της Τζαμάικα*

# Οι εκλείψεις στην ελληνική αρχαιότητα

Μερική έκλειψη Ηλίου (Θουκυδίδης, Ιστορία, Β'28, Γκοβόστης, μετάφραση Δ.Ν. Μαρωνίτης)

«Το ίδιο καλοκαίρι, την πρώτη μέρα του καινούργιου φεγγαριού – όταν μονάχα, όπως φαίνεται, μπορεί να συμβεί αυτό – σημειώθηκε έκλειψη Ηλίου, ύστερα από το μεσημέρι, κι αφού τούτος έγινε σαν μισοφέγγαρο και φάνηκαν μερικά άστρα, ξαναγέμισε πάλι.»

# Οι εκλείψεις στην ελληνική αρχαιότητα

Ολική έκλειψη ηλίου (Ηρόδοτος, Ιστορίες, Ι', 74, Κάκτος, μετάφραση Αναστ. Γεωργοπαπαδάκος)

«...άναψε πόλεμος ανάμεσα στους Λυδούς και τους Μήδους που κράτησε πέντε χρόνια, και μέσα σ'αυτά πολλές φορές νίκησαν οι Μήδοι τους Λυδούς, και πολλές φορές οι Λυδοί τους Μήδους....και ενώ εξακολουθούσαν τον πόλεμο ισόπαλοι, τον έκτο χρόνο, σε μία συμπλοκή, συνέβη πάνω στη μάχη ξαφνικά η μέρα να γίνει νύχτα. Αυτή την αλλαγή της μέρας σε νύχτα, την είχε πει ο **Θαλής ο Μιλήσιος από πριν** στους Ίωνες πως θα γίνει, προκαθορίζοντας και τον χρόνο αυτόν, μέσα στον οποίο πραγματικά έγινε η μεταβολή. Οι Λυδοί και οι Μήδοι, όταν είδαν τη μέρα να γίνεται νύχτα, σταμάτησαν τη μάχη και πρόθυμα έσπευσαν και οι δύο να κλείσουν μεταξύ τους ειρήνη.»

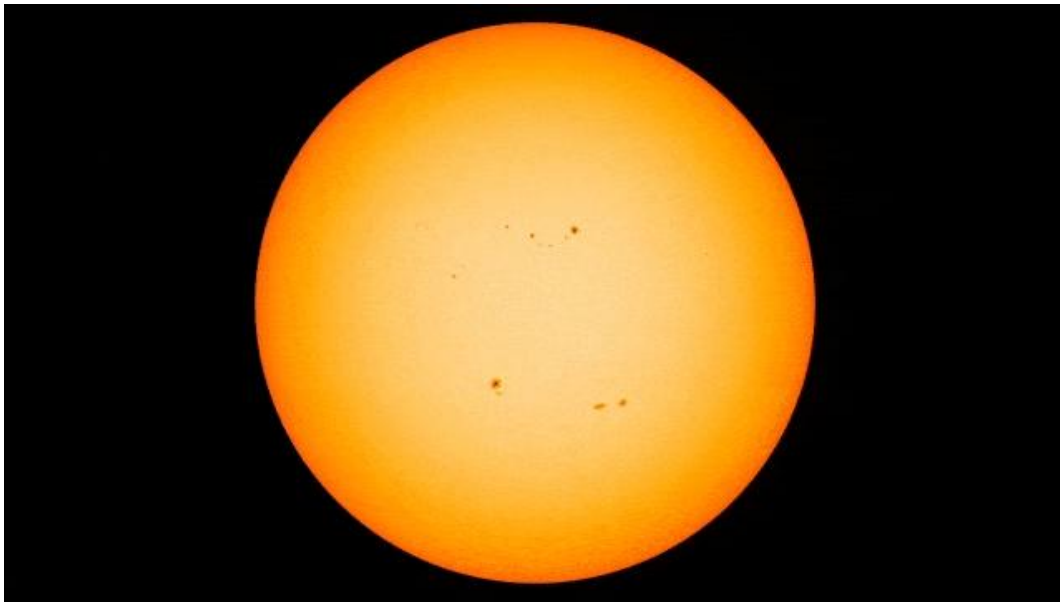


# Η έκλειψη του Θαλή

- Ο μεγάλος Isaac Asimov χαρακτήρισε την πρόβλεψη του Θαλή του Μιλήσιου ως την «αρχή της επιστήμης».
- Είναι η πρώτη τεκμηριωμένη πρόβλεψη έκλειψης.
- Ολική έκλειψη Ηλίου 28 Μαΐου 585 π.Χ.
- Η τελική μάχη στον Άλυ ποταμό μεταξύ των Λυδών και των Μήδων θεωρείται το πρώτο ακριβώς χρονολογημένο ιστορικό γεγονός.
- Πώς ο Θαλής πρόβλεψε την έκλειψη;

# Διάβαση

Διάβαση είναι το αστρονομικό γεγονός που συμβαίνει όταν ένα ουράνιο σώμα περνάει μπροστά από ένα άλλο και το εγγύτερο στον παρατηρητή από τα δύο εμφανίζεται (είναι) μικρότερο από το πιο μακρινό.



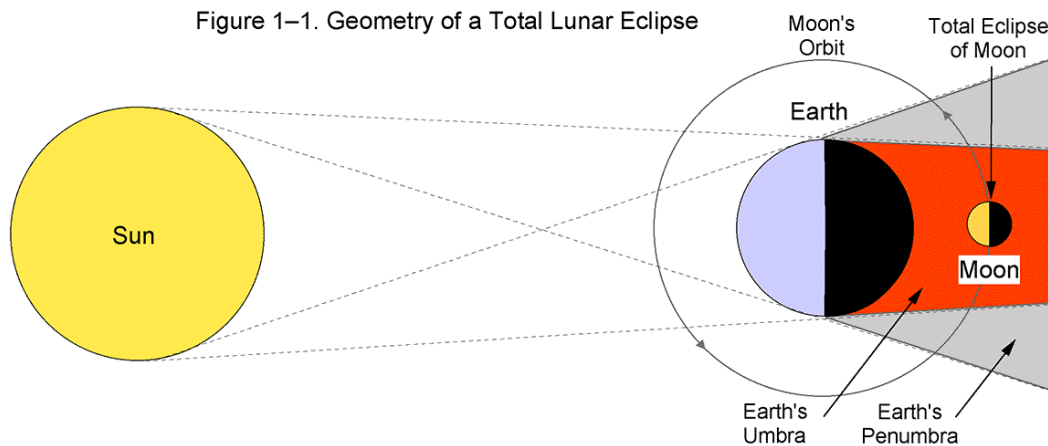
# Απόκρυψη (επιπρόσθηση)

Απόκρυψη είναι το αστρονομικό γεγονός που συμβαίνει όταν ένα ουράνιο σώμα περνάει μπροστά από ένα άλλο και το εγγύτερο προς τον παρατηρητή από τα δύο αποκρύπτει τελείως το πιο μακρινό. Το εγγύτερο σώμα δεν είναι απαραίτητα μεγαλύτερο από το πιο μακρινό.



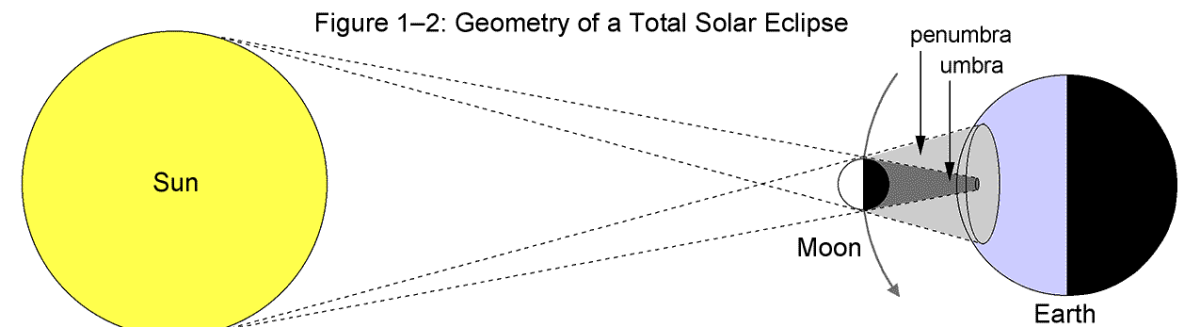
# Τι είναι έκλειψη

Έκλειψη είναι το αστρονομικό γεγονός που συμβαίνει όταν ένα ουράνιο σώμα αποκρύπτεται προσωρινά από το οπτικό πεδίο του παρατηρητή, είτε περνώντας μέσα στη **σκιά** ενός δεύτερου σώματος είτε επειδή το δεύτερο σώμα περνάει μπροστά από τον παρατηρητή.



Courtesy of "Thousand Year Canon of Lunar Eclipses: 1501 – 2500", Fred Espenak, AstroPixels Publishing, 2015.

**Ολική έκλειψη σελήνης**



Courtesy of "Thousand Year Canon of Solar Eclipses: 1501 – 2500", Fred Espenak, AstroPixels Publishing, 2015.

**Ολική έκλειψη ηλίου**

# Μία συμπαντική συγκυρία

Διάμετρος ήλιου: 1.391.000 Km

Διάμετρος σελήνης: 3.475 Km

Λόγος διαμέτρων: ~ **400**

Μέση απόσταση Γης – Ήλιου: 149.597.871 Km

Μέση απόσταση Γης – Σελήνης: 384.400 Km

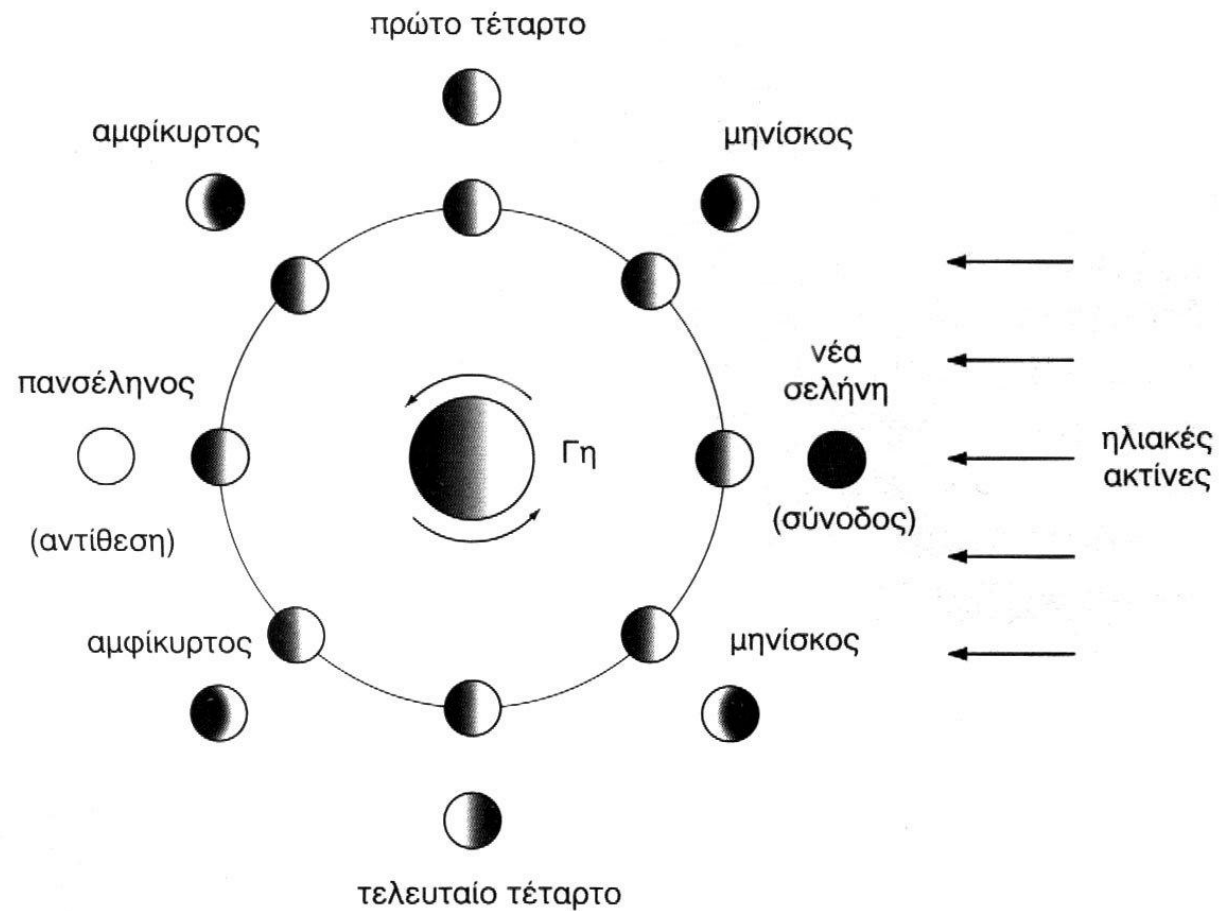
Λόγος μέσων αποστάσεων ~ **390**

**Ο ήλιος είναι 400 φορές μεγαλύτερος σε διάμετρο από τη σελήνη.**

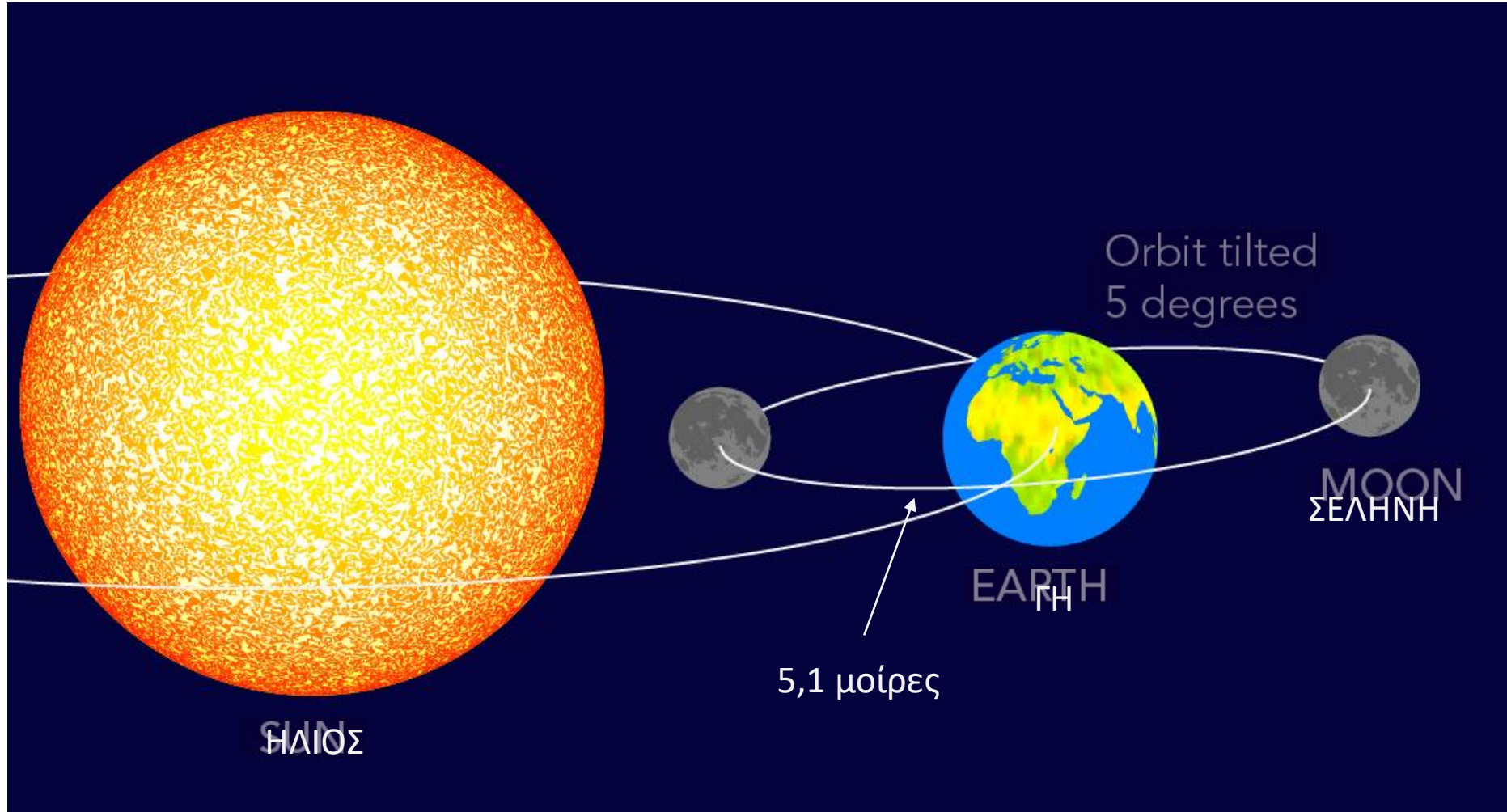
**Ο ήλιος απέχει από τη Γη περίπου 400 φορές περισσότερο από τη σελήνη.**



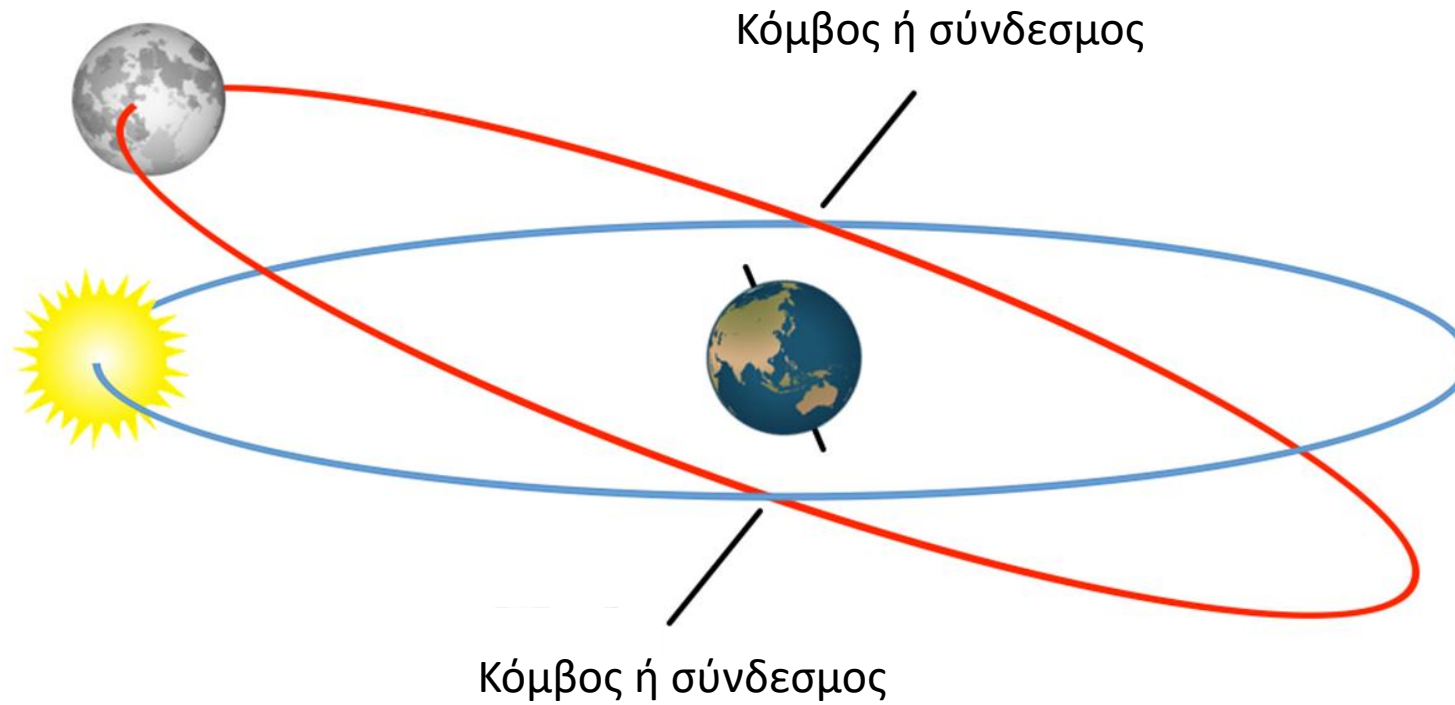
# Φάσεις της Σελήνης



# Κλίση της τροχιάς της Σελήνης



# Κλίση της τροχιάς της Σελήνης





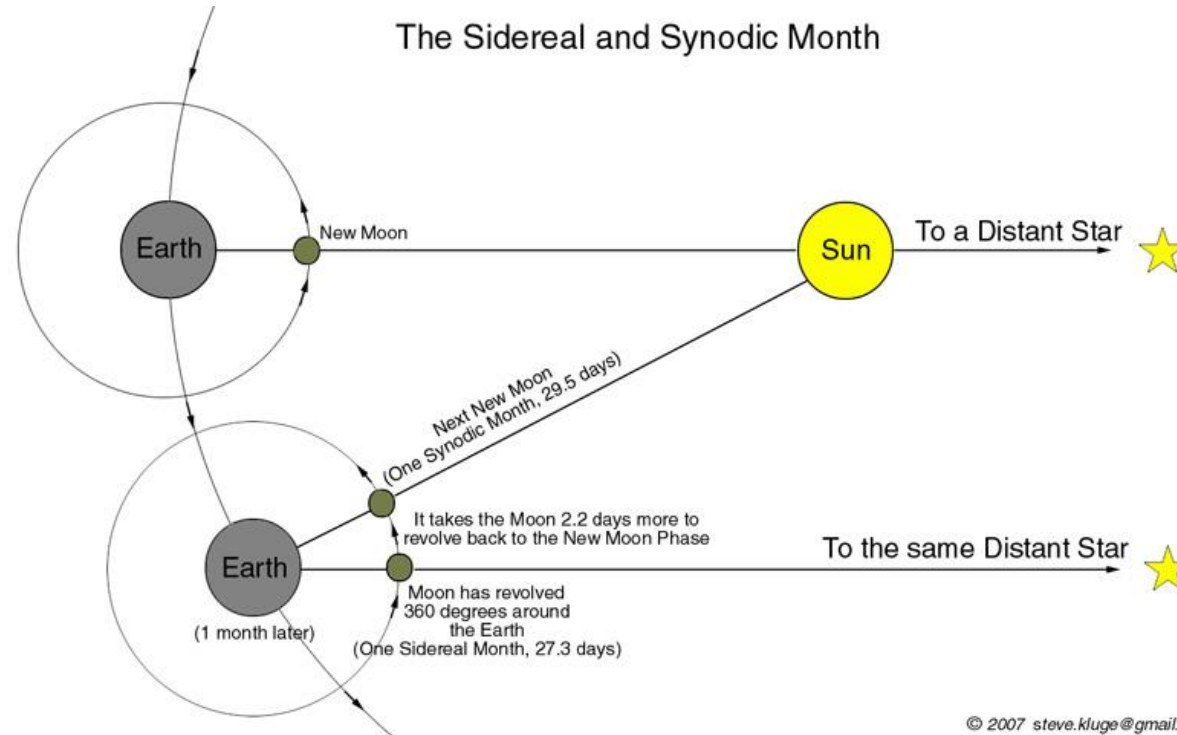
# Κινήσεις της Σελήνης - Ορισμοί

*Αστρικός μήνας (sidereal month): 27,32 ημέρες*

Το χρονικό διάστημα για μία πλήρη περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη

*Συνοδικός ή σεληνιακός μήνας (synodic month): 29,53 ημέρες*

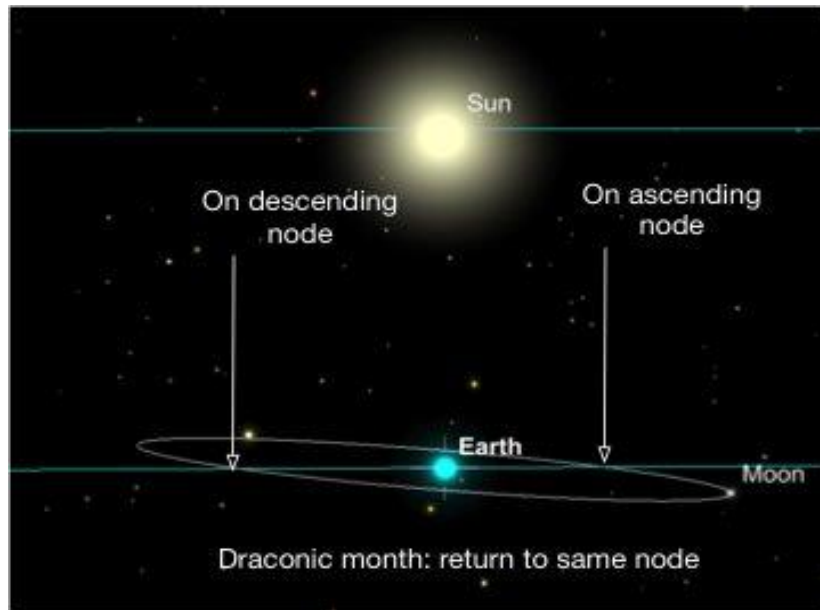
Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών **ίδιων φάσεων** της Σελήνης



# Κινήσεις της Σελήνης - Ορισμοί

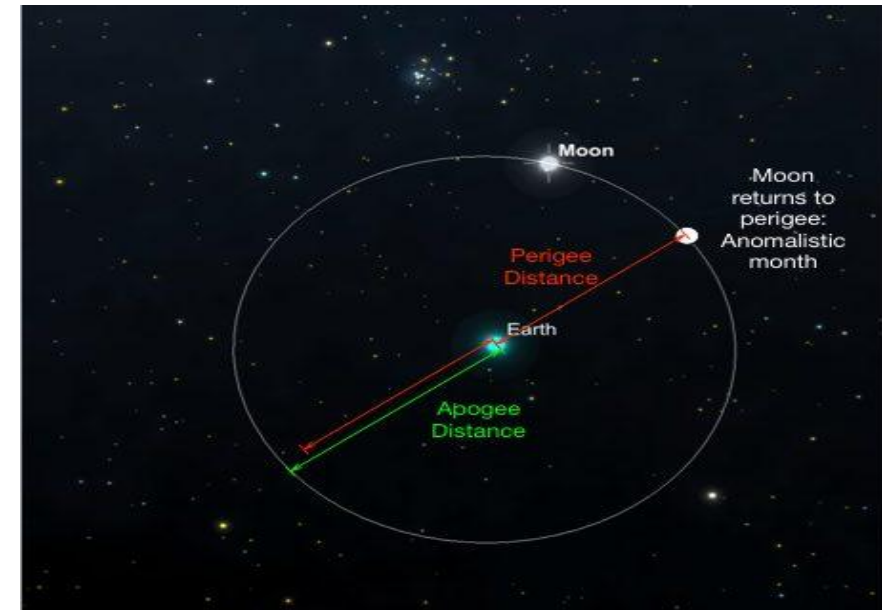
*Εκλειπτικός μήνας (draconic or ecliptic or nodal month): 27,21 ημέρες*

Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών περασμάτων της Σελήνης από τον ίδιο σύνδεσμο

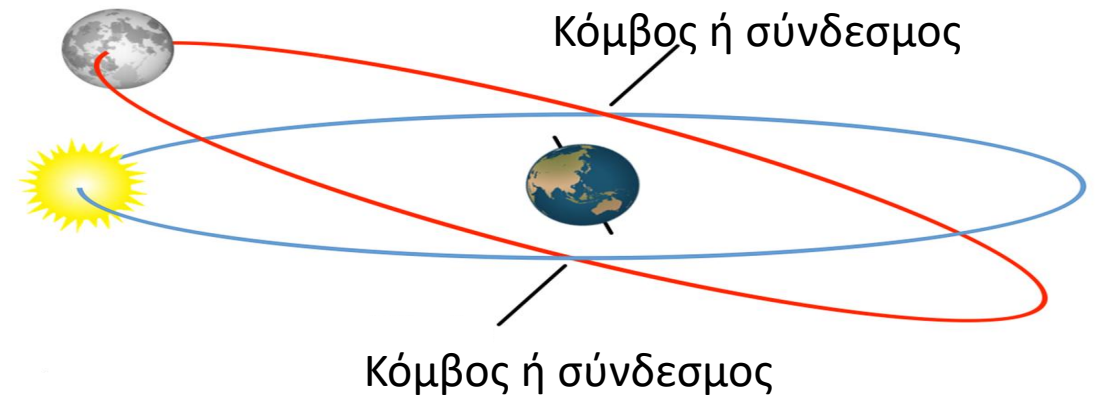
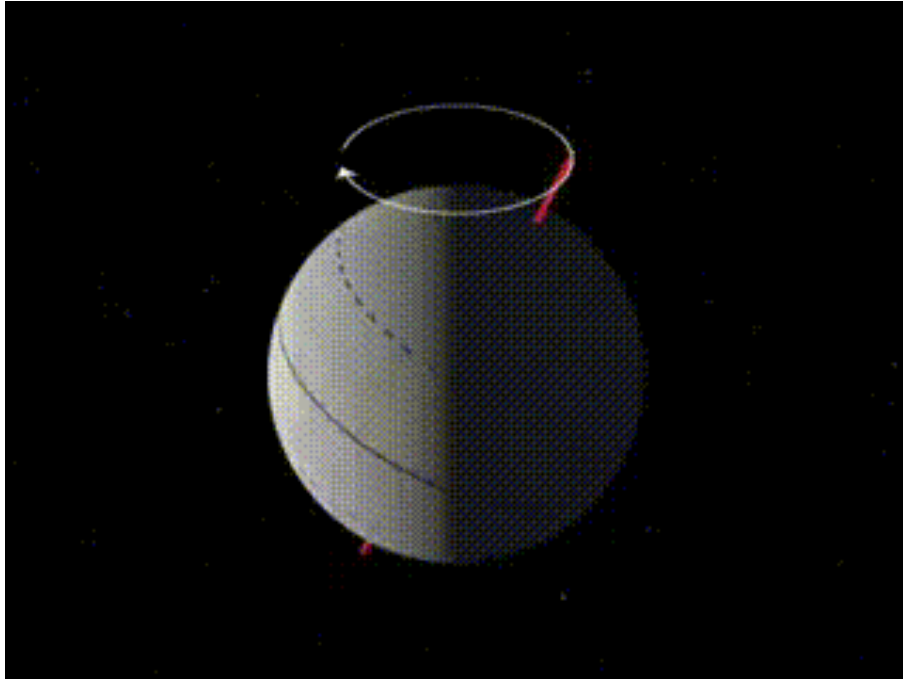


*Anomalistic μήνας (anomalistic month): 27,55 ημέρες*

Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών περιγείων

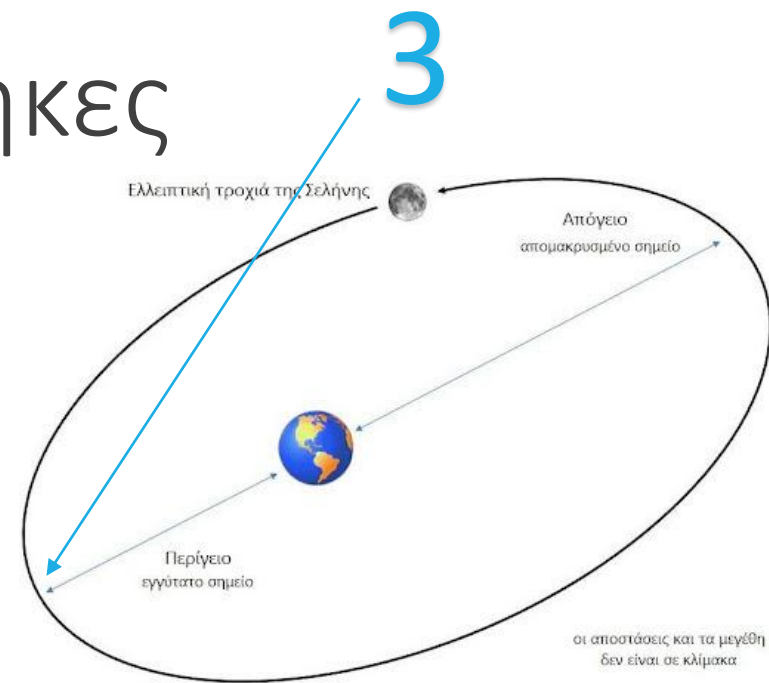
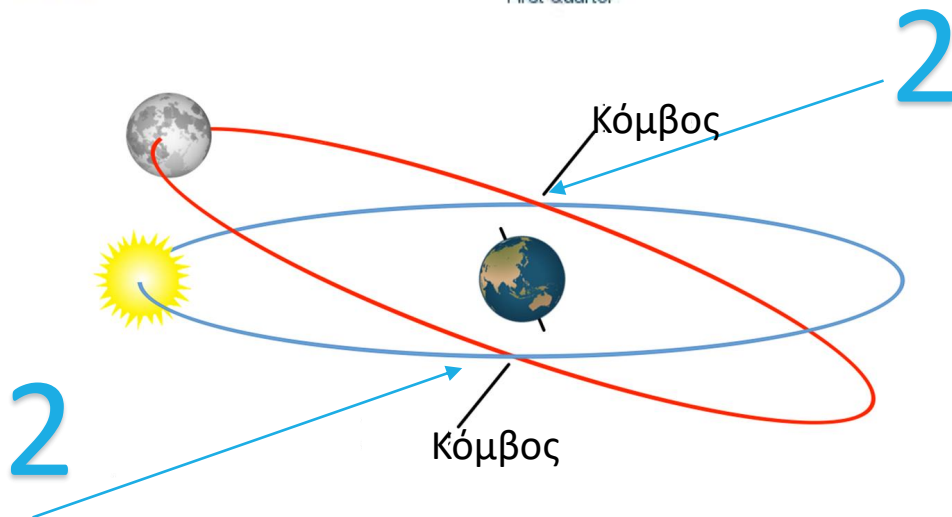
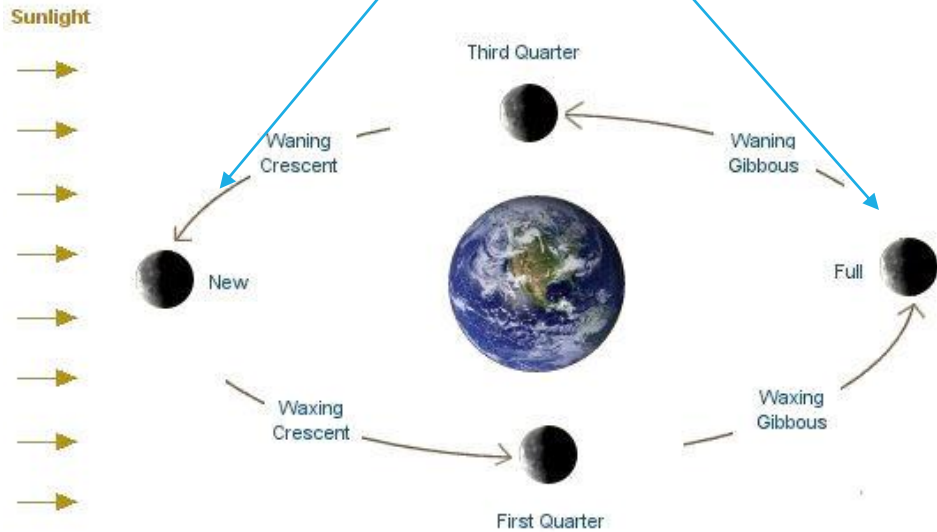


# Η μετάπτωση των συνδέσμων



Η μετάπτωση (οπισθοδρόμηση) των συνδέσμων πάνω στην τροχιά της Σελήνης (περίοδος 18,6 χρόνια) οφείλεται στην αλλαγή του προσανατολισμού του άξονα της Σελήνης καθώς περιφέρεται γύρω από τη γη.

# Οι τρεις συνθήκες



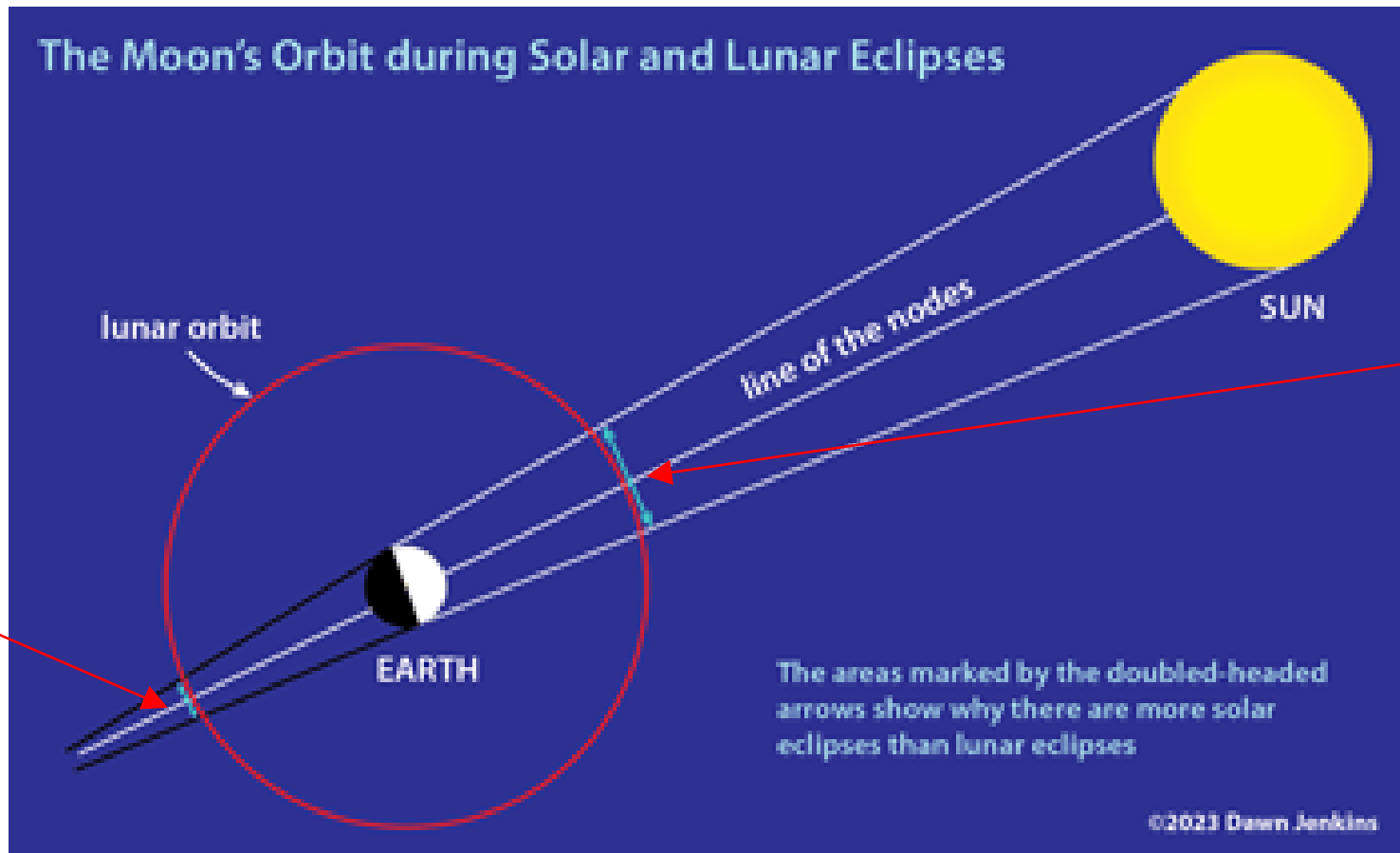
**Ηλιακή έκλειψη συμβαίνει όταν η Σελήνη είναι Νέα (σε σύνοδο με τον Ήλιο) και ταυτόχρονα βρίσκεται σε έναν από τους συνδέσμους (πάνω στην εκλειπτική). Αν ταυτόχρονα είναι και στο περίγειο, τότε η έκλειψη είναι ολική.**

**Ηλιακές εκλείψεις συμβαίνουν 2- 5 φορές τον χρόνο.**

**Σεληνιακή έκλειψη συμβαίνει όταν η Σελήνη είναι Πανσέληνος (σε αντίθεση με τον Ήλιο) και ταυτόχρονα βρίσκεται σε έναν από τους συνδέσμους (πάνω στην εκλειπτική).**

**Σεληνιακές εκλείψεις συμβαίνουν 0-3 φορές τον χρόνο (???!!!!)**

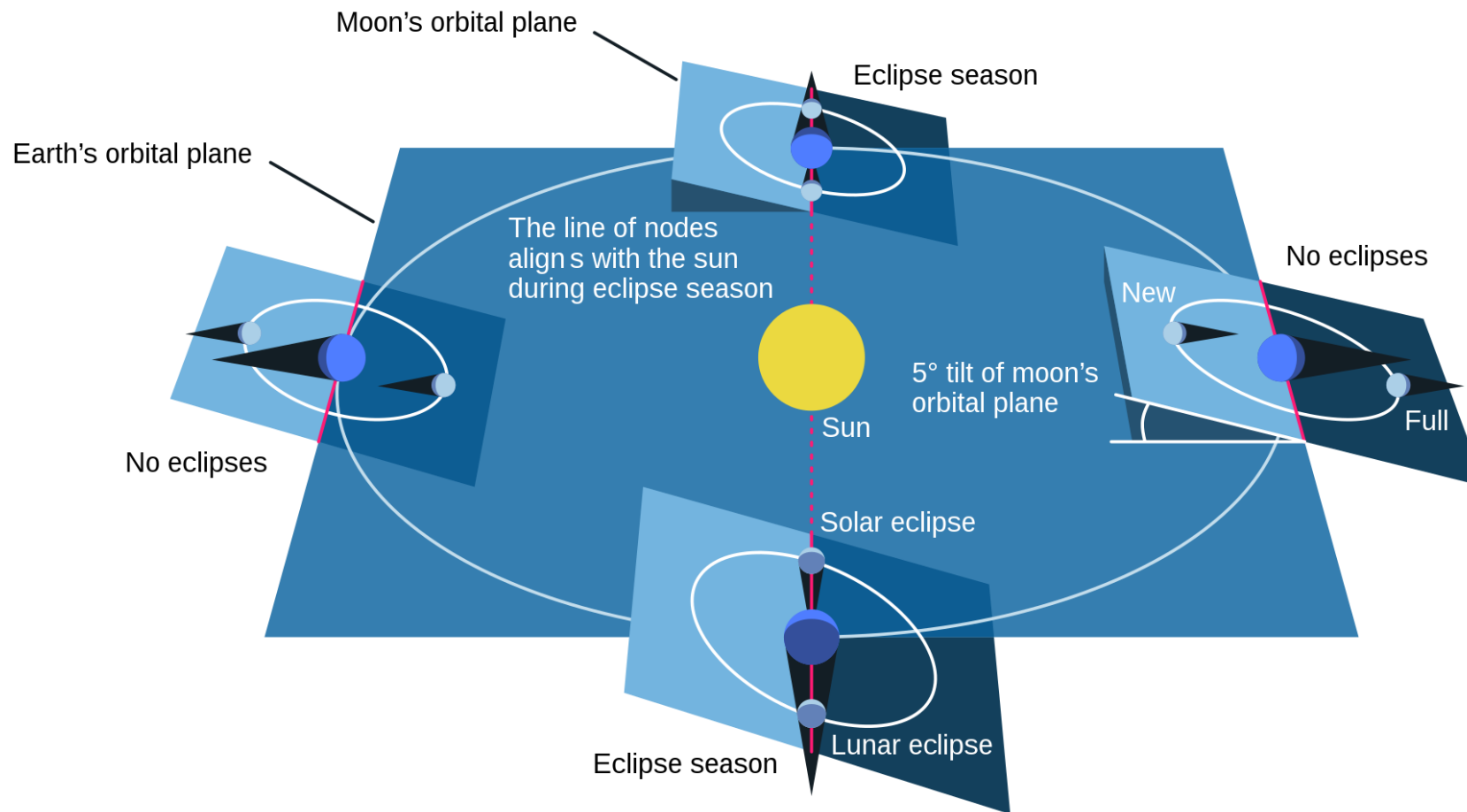
# Σχετική συχνότητα εκλείψεων



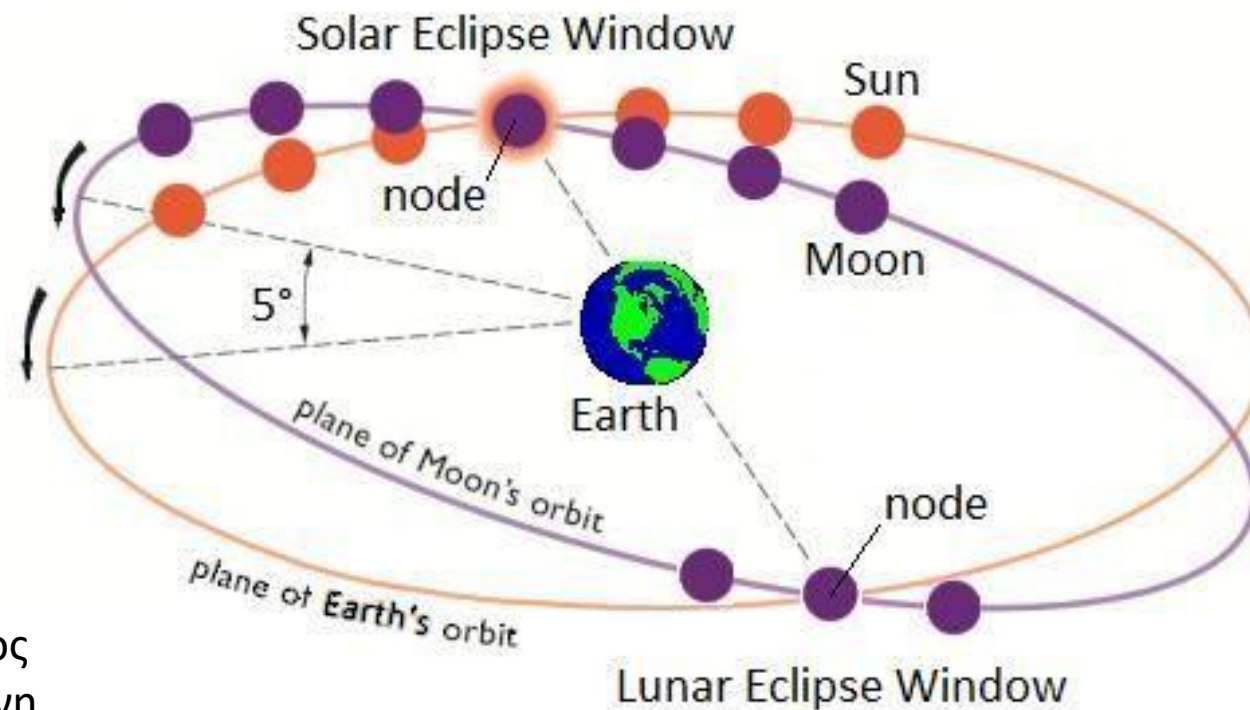
Σεληνιακές  
«Παράθυρο»  
19-24 ημερών

Ηλιακές  
«Παράθυρο»  
30-36 ημερών

# Πώς συμβαίνουν οι εκλείψεις



# Οι «εποχές» των εκλείψεων

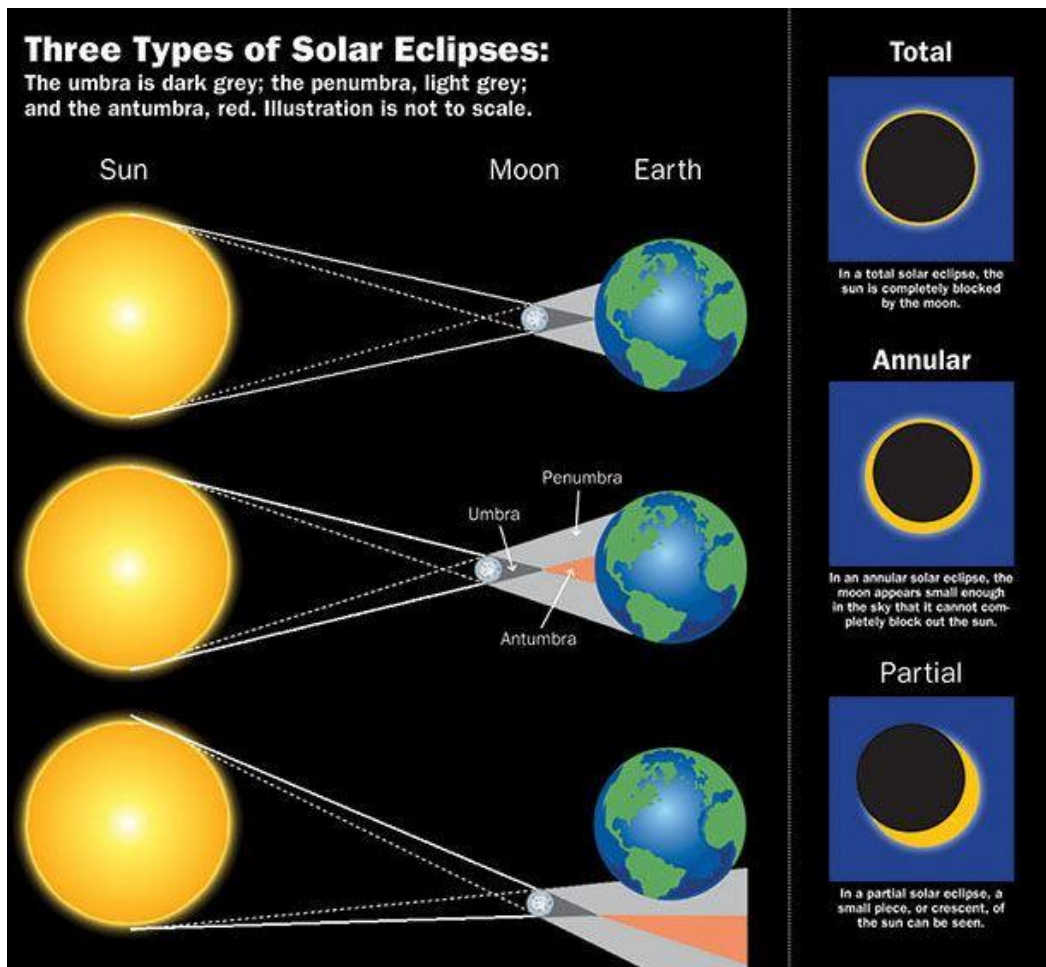


Αναβιβάτων σύνδεσμος (κόμβος) – Όταν η σελήνη διασχίζει την εκλειπτική από κάτω προς τα πάνω.

Καταβιβάτων σύνδεσμος (κόμβος) – Όταν η σελήνη διασχίσει την εκλειπτική από πάνω προς τα κάτω.

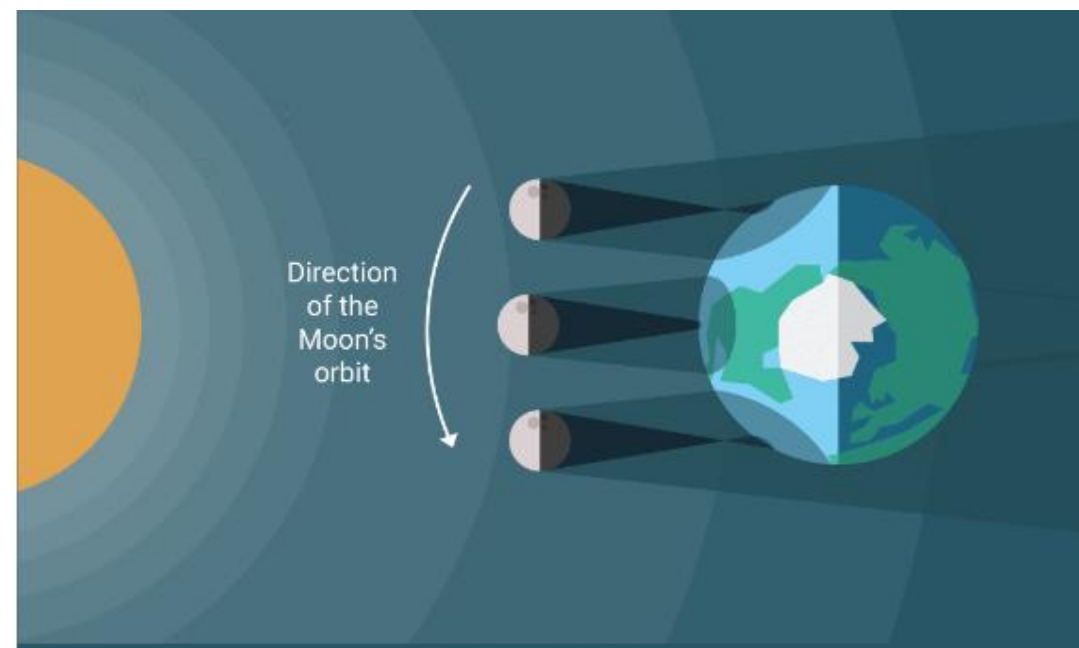
<https://astro.unl.edu/classaction/animations/lunarcycles/mooninc.html>

# Είδη ηλιακών εκλείψεων



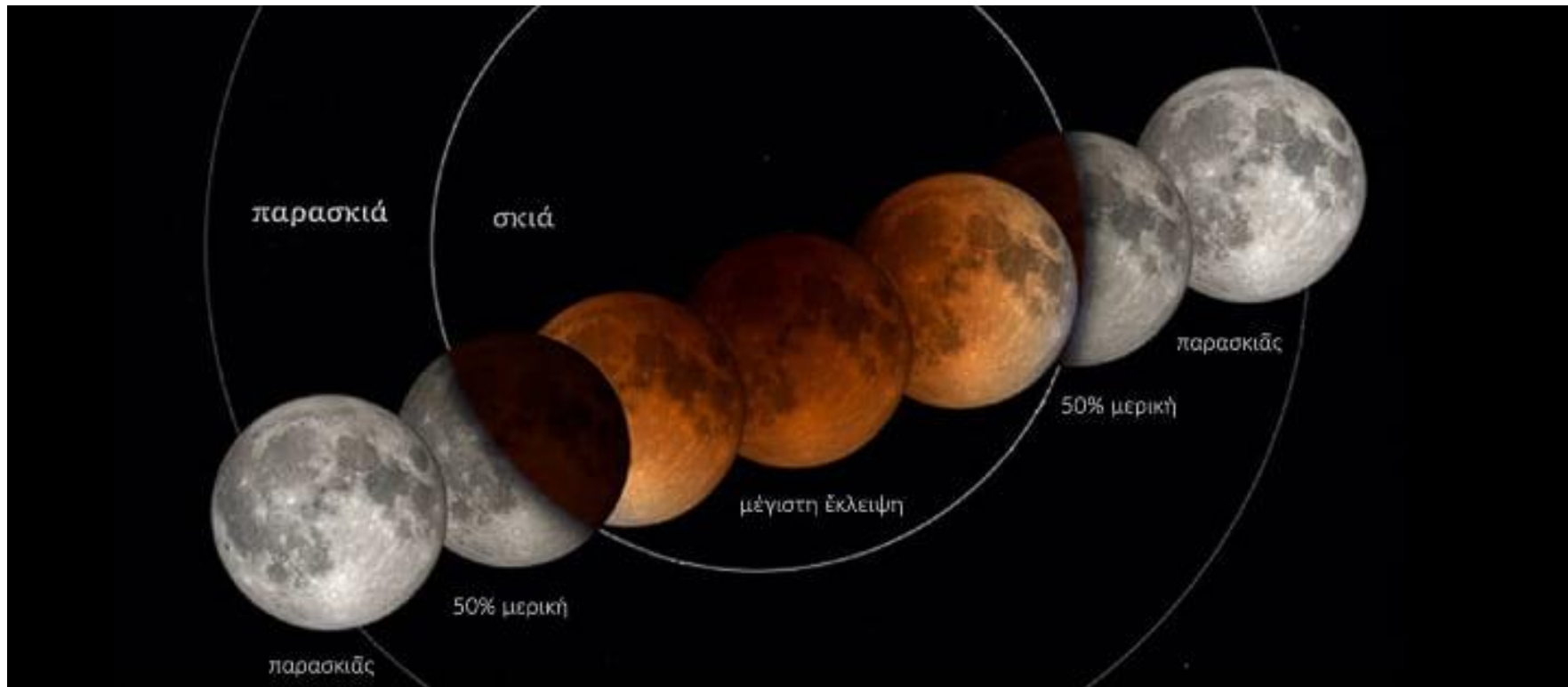
*Τρία είναι τα είδη των ηλιακών εκλείψεων, τα εξής τέσσερα!!*

Μερική  
Δακτυλιοειδής  
Ολική  
Υβριδική





# Είδη σεληνιακών εκλείψεων



# Πότε συμβαίνουν οι εκλείψεις

Συνοδικός Μήνας (Νέα Σελήνη σε Νέα Σελήνη) = 29,530589 ημέρες = 29d 12h 44m 03s  
Anomalistic Μήνας (από περίγειο σε περίγειο) = 27,554550 ημέρες = 27d 13h 18m 33s  
Εκλειπτικός Μήνας (από σύνδεσμο σε σύνδεσμο) = 27,212221 ημέρες = 27d 05h 05m 36s

223 Συνοδικοί Μήνες = **6.585,3223** ημέρες = 6585d 07h 43m  
239 Anomalistic Μήνες = 6.585,5375 ημέρες = 6585d 12h 54m  
242 Εκλειπτικοί Μήνες = 6.585,3575 ημέρες = 6585d 08h 35m

*Saros* : Μία περίοδος 223 συνοδικών μηνών ή 6585,32 ημερών ή 18,03 ετών που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη ηλιακών ή σεληνιακών εκλείψεων.

Μία περίοδο Saros μετά από μία έκλειψη, ο Ήλιος, η Σελήνη και η Γη ξαναβρίσκονται σχεδόν στις ίδιες σχετικές θέσεις μεταξύ τους και μία παρόμοια με την προηγούμενη έκλειψη δημιουργείται.

# Κύκλοι Saros

Η λέξη 'Saros' χρησιμοποιήθηκε από τον Edmund Halley το 1686 για να περιγράψει τον 18ετή κύκλο εκλείψεων, δανεισμένη από ένα βυζαντινό λεξικό του 11<sup>ου</sup> αιώνα, όπου γινόταν αναφορά στους Χαλδαίους (Βαβυλώνιοι, 1<sup>η</sup> χιλιετία π.Χ.) και στη χρήση της ως τρόπο καταγραφής των ηλιακών και σεληνιακών εκλείψεων.

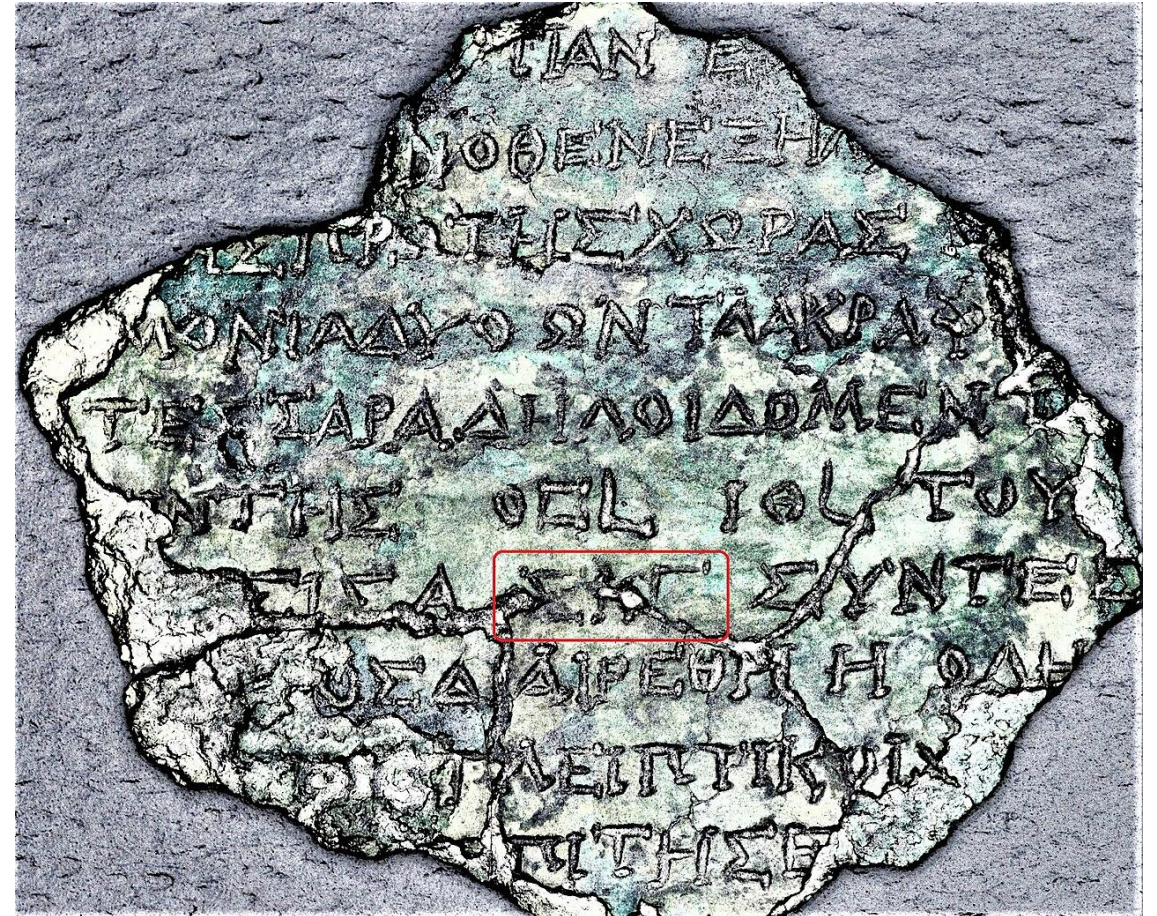
## Πρόέλευση της λέξης:

Sāru : 3600 (βαβυλωνιακά)

Σαίρω (αρχαία ελληνικά)

Σαρῶ, σαρω̄ (ελληνιστική κοινή)

Στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων (150 -100 π.Χ.) υπάρχει «γρανάζι» που προβλέπει εκλείψεις με βάση τον κύκλο Saros των 223 σεληνιακών μηνών, καθώς και σχετική επιγραφή.

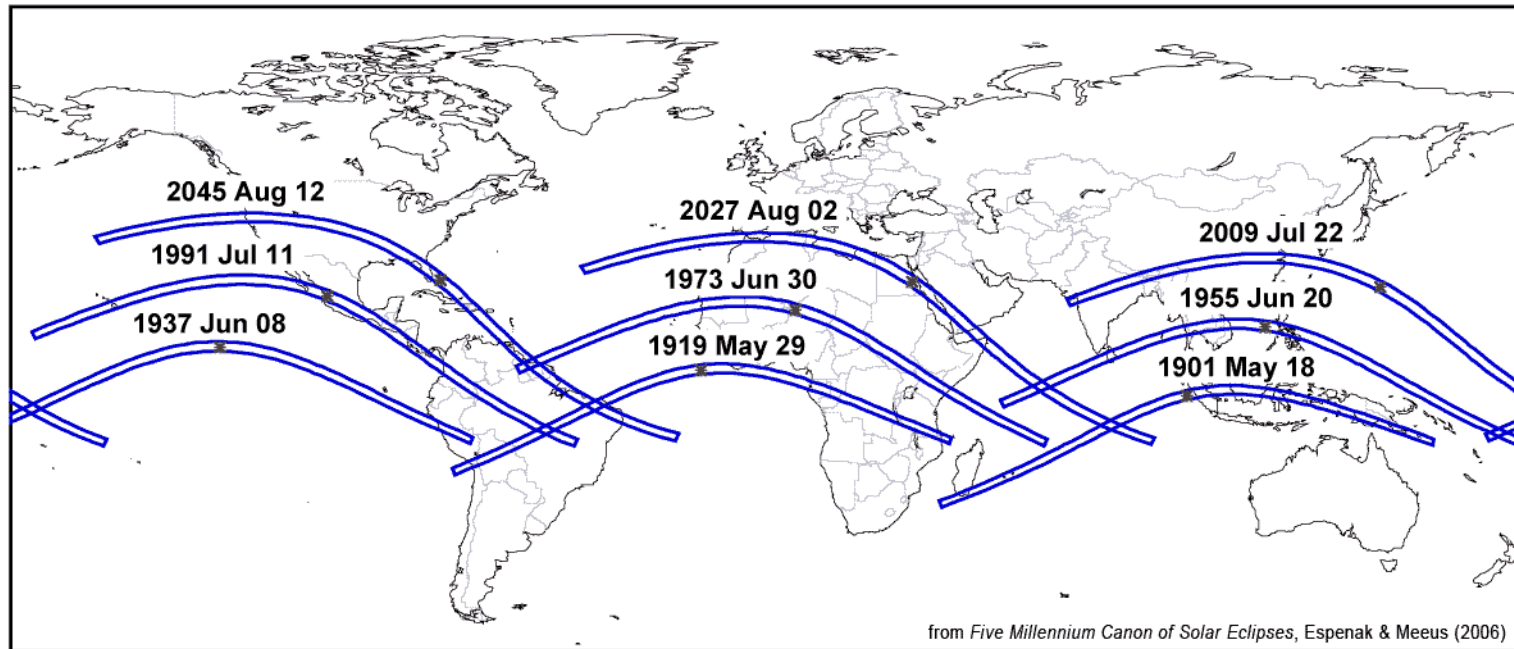


ΣΚΓ' = 223

# Κύκλοι Saros

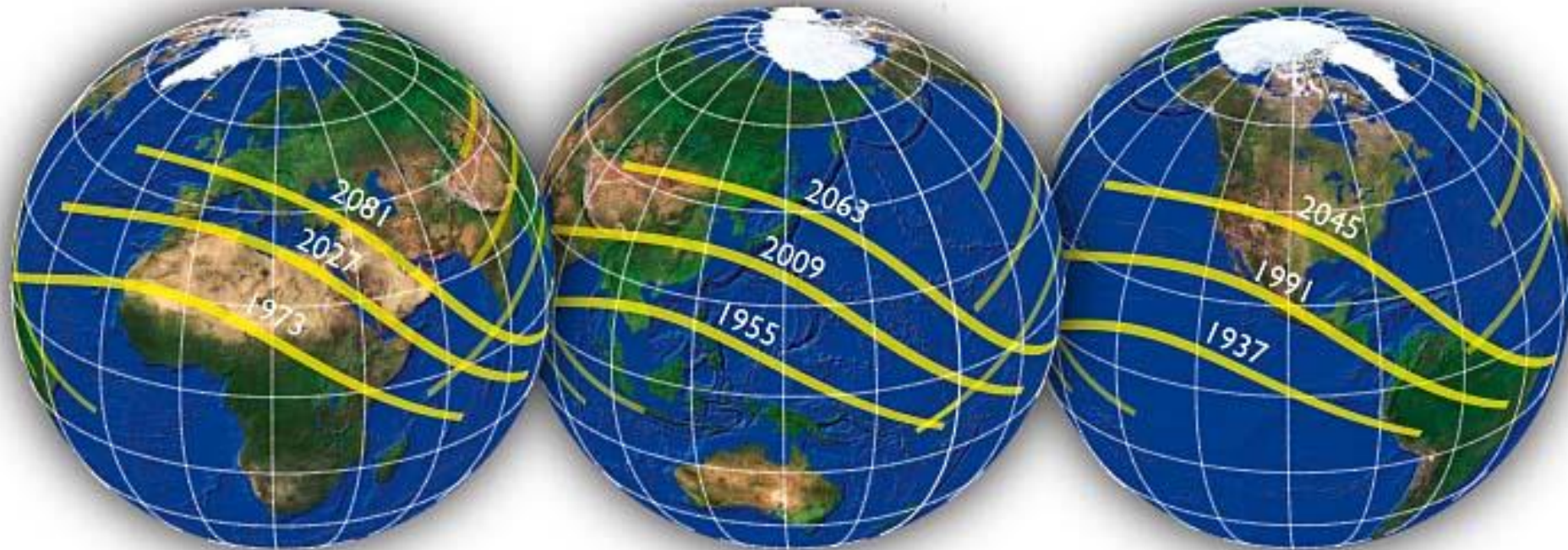
- ✓ Εκλείψεις που ανήκουν στην ίδια οικογένεια Saros έχουν διαφορά μεταξύ τους 18 χρόνια και 11 ημέρες περίπου, ανάλογα τα δίσεκτα χρόνια που έχουν μεσολαβήσει.
- ✓ Έχουν παρόμοια γεωμετρία και συμβαίνουν στον ίδιο σύνδεσμο.
- ✓ Η επιπλέον 1/3 μέρα (~8 ώρες) έχει ως αποτέλεσμα να εμφανίζονται 120° δυτικότερα από την προηγούμενη.

**Figure 1 — Eclipses from Saros 136: 1901 to 2045**



# Κύκλοι Saros

Saros 136



← Each eclipse path shifts  $\sim 120^\circ$  west of the previous one.

Orthographic projection centered  
at  $26^\circ$  North,  $22^\circ$  East

Map illustration by Michael Zeiler

Orthographic projection centered  
at  $26^\circ$  North,  $142^\circ$  East

Eclipse predictions by Fred Espenak, NASA Goddard Space Flight Center

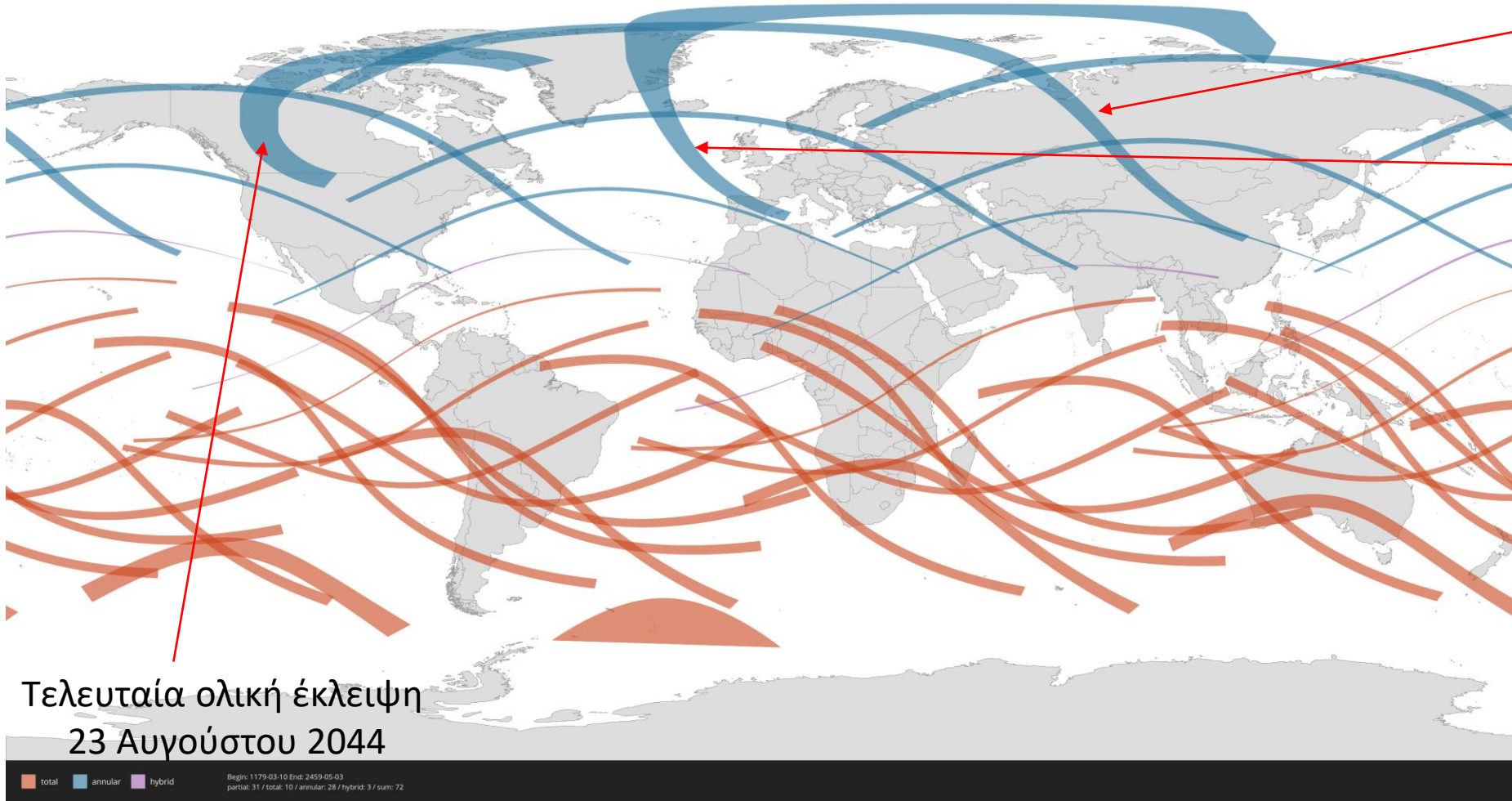
Orthographic projection centered  
at  $26^\circ$  North,  $98^\circ$  West

Paths of totality from eclipse calculator by Xavier Jubier

# Saros 126

SOLAR ECLIPSE.INFO

Solar eclipses of saros cycle 126



Novosibirsk  
1<sup>η</sup> Αυγούστου 2008

Ισλανδία/Β. Ισπανία  
12 Αυγούστου 2026

Solar Eclipses of Saros 126			
Eclipse Type	Symbol	Number	Percent
All Eclipses	-	72	100.0%
Partial	P	31	43.1%
Annular	A	28	38.9%
<b>Total</b>	T	<b>10</b>	13.9%
Hybrid <sup>[3]</sup>	H	3	4.2%

1<sup>η</sup> έκλειψη: 10 Μαρτίου 1179  
Τελευταία έκλειψη: 3 Μαΐου 2459  
Διάρκεια: 1280 χρόνια

# Κύκλοι Saros

- ✓ Ένας κύκλος Saros δεν διαρκεί για πάντα. Αιτία είναι η μη απόλυτη αναλογικότητα των τριών κινήσεων της Σελήνης μεταξύ τους.
- ✓ Ένας τυπικός κύκλος Saros ηλιακών εκλείψεων ξεκινάει όταν η Σελήνη είναι ~ 18 μοίρες ανατολικά ενός συνδέσμου.
- ✓ Αν ο σύνδεσμος είναι καταβιβάζων, η **σκιά** της Σελήνης θα περάσει ~ 3.500 Km κάτω από τη Γη και η **παρασκιά** θα δώσει μερική έκλειψη Ηλίου στη νότια πολική περιοχή. Ο κύκλος Saros σε αυτή την περίπτωση θα έχει άρτια αρίθμηση.
- ✓ Για τα επόμενα 200 χρόνια και κάθε 18,03 χρόνια, η σκιά της Σελήνης θα περνάει ~300 Km πιο κοντά στη Γη δίνοντας μερικές εκλείψεις, μέχρι να δώσει την πρώτη κεντρική έκλειψη (συνήθως υβριδική).

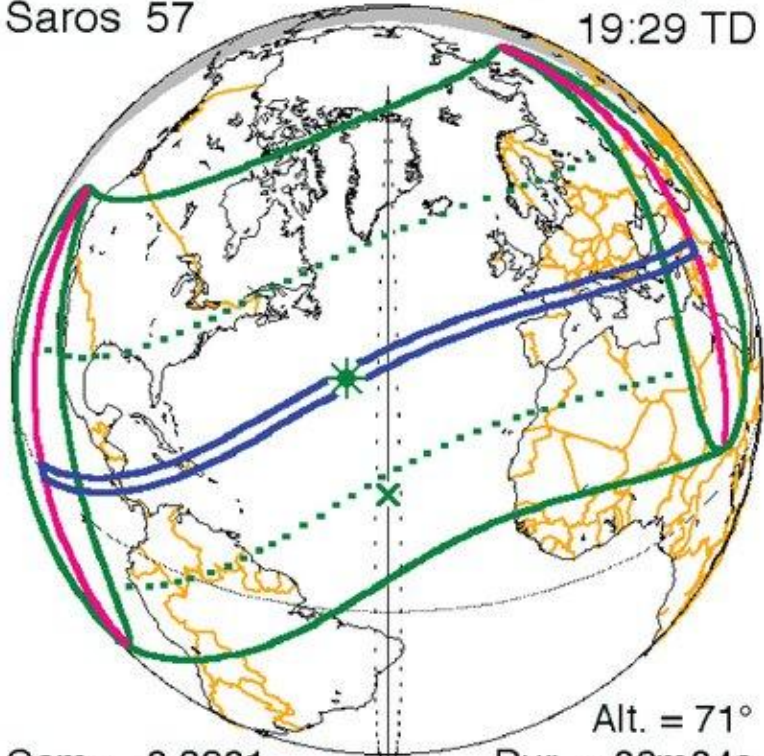
# Κύκλοι Saros

- ✓ Η περίοδος των κεντρικών εκλείψεων διαρκεί περίπου 950 χρόνια και δίνει υβριδικές και ολικές εκλείψεις. Στη συνέχεια οι εκλείψεις γίνονται πάλι μερικές και «σβήνουν» στη βόρεια πολική περιοχή.
- ✓ Η συνολική διάρκεια ενός κύκλου Saros ηλιακών εκλείψεων κυμαίνεται από 1226 έως 1550 χρόνια και μπορεί να δώσει από 69 έως 87 εκλείψεις.
- ✓ **Η μετάπτωση (οπισθοδρόμηση) των συνδέσμων** πάνω στην τροχιά της Σελήνης (περίοδος 18,6 χρόνια) συμβάλλει στην ταυτόχρονη ύπαρξη πολλών κύκλων Saros (περίπου 40) την ίδια περίοδο.



# Η έκλειψη του Θαλή

**Total**  
Saros 57  
**-0584 May 28**  
19:29 TD

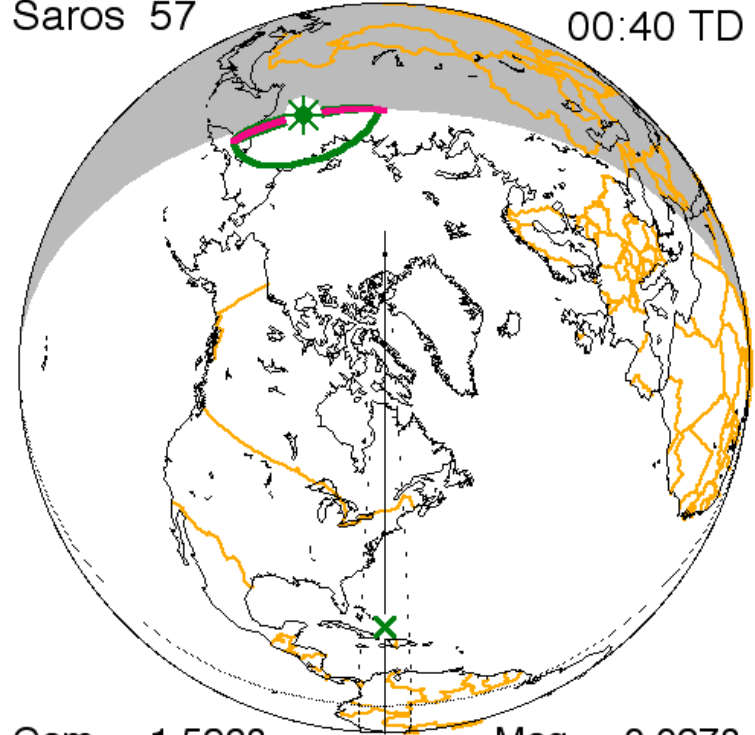


Gam. = 0.3201

Dur. = 06m04s

Five Millennium Canon of Solar Eclipses (Espenak & Meeus)

**Partial**  
Saros 57  
**-1161 Jun 17**  
00:40 TD



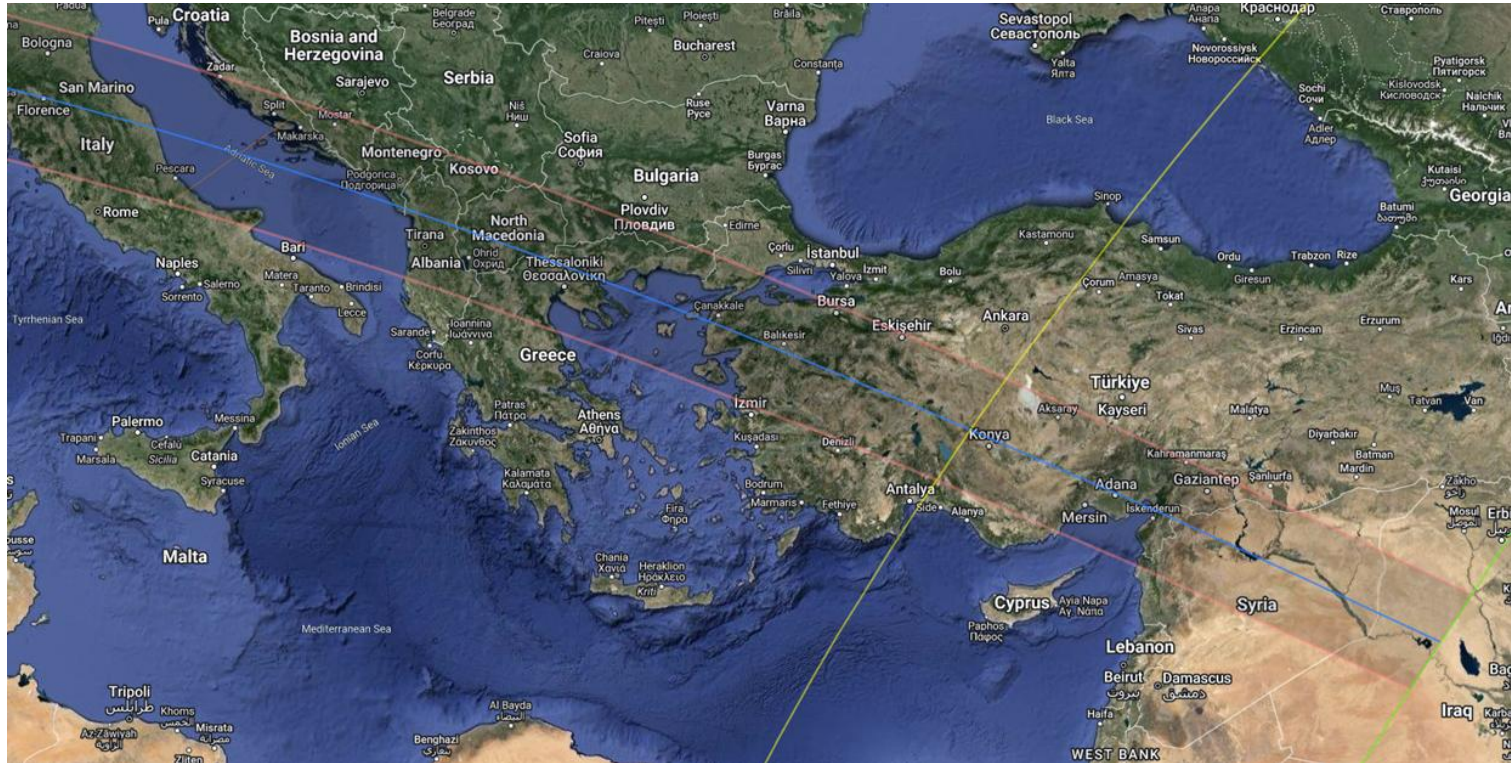
Gam. = 1.5268

Mag. = 0.0278

Five Millennium Canon of Solar Eclipses (Espenak & Meeus, 2006)

Animation by Dan McGlaun, 2007

# Η έκλειψη του Θαλή

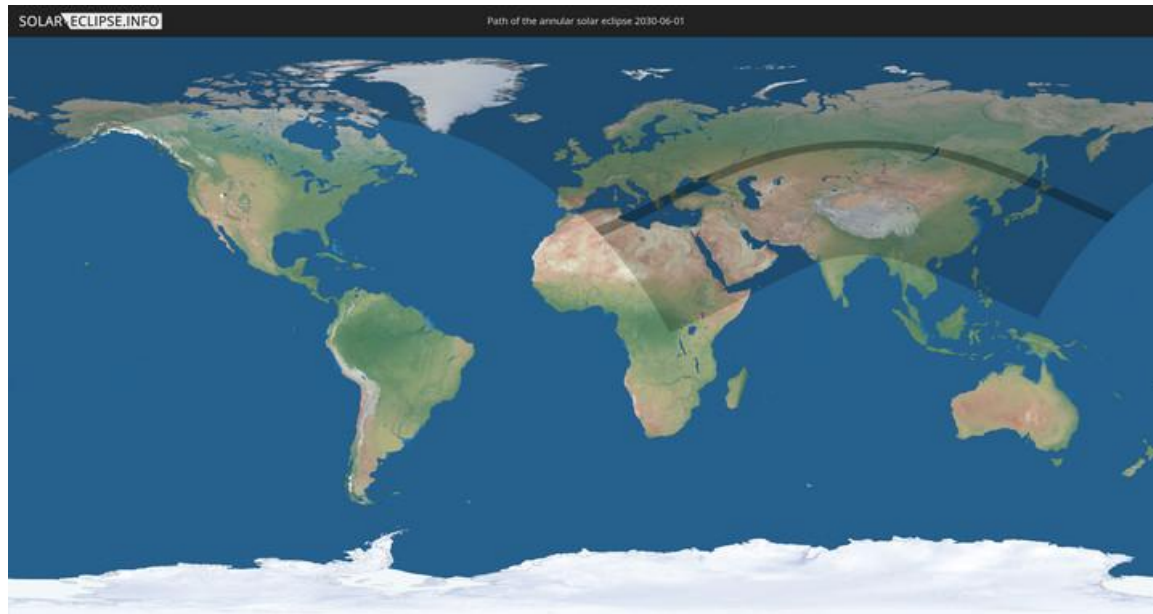


- Ο Θαλής είναι πιθανό να χρησιμοποίησε τα δεδομένα που κατέγραφαν οι Βαβυλώνιοι και οι Αιγύπτιοι επί αιώνες.
- Αν και δεν μπορούσαν να βλέπουν διαδοχικές ηλιακές εκλείψεις του ίδιου κύκλου Saros, είχαν τη δυνατότητα να παρακολουθούν τις σεληνιακές εκλείψεις.
- Μπορούσαν επίσης να καταγράψουν τις εκλείψεις της ίδιας οικογένειας Saros που συνέβαιναν ανά 54 χρόνια.

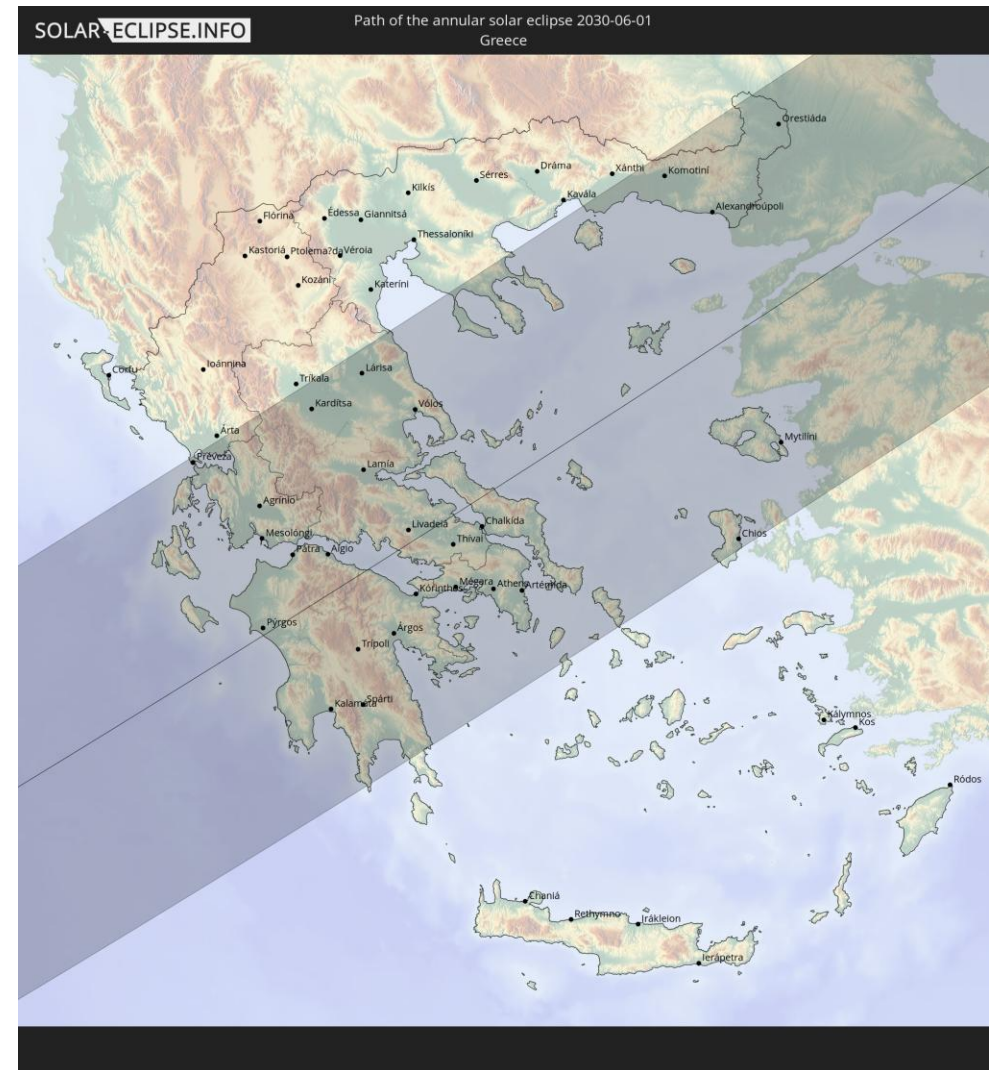
# Βιβλιογραφία

1. Οικονομίδης Σίμος, «Έκλειψη για όλους», Πλανητάριο Θεσσαλονίκης, 2006
2. Littmann Mark, Espenak Fred and Willcox Ken, “Totality – Eclipses of the Sun”, 3<sup>rd</sup> edition, Oxford University Press, 2008
3. Mobberley Martin, “Total Solar Eclipses and How to Observe them”, Springer, 2007
4. Chambers George F., “The Story of Eclipses”, S.S. McLure Co, 1909
5. Espenak Fred, [www.eclipsewise.com](http://www.eclipsewise.com)
6. <https://science.nasa.gov/eclipses/>
7. Wikipedia
8. [www.lazarobservatory.com](http://www.lazarobservatory.com)
9. [www.sciencephysics4all.com](http://www.sciencephysics4all.com)
10. [www.solar-eclipse.info](http://www.solar-eclipse.info)
11. <https://kaiserscience.wordpress.com/>

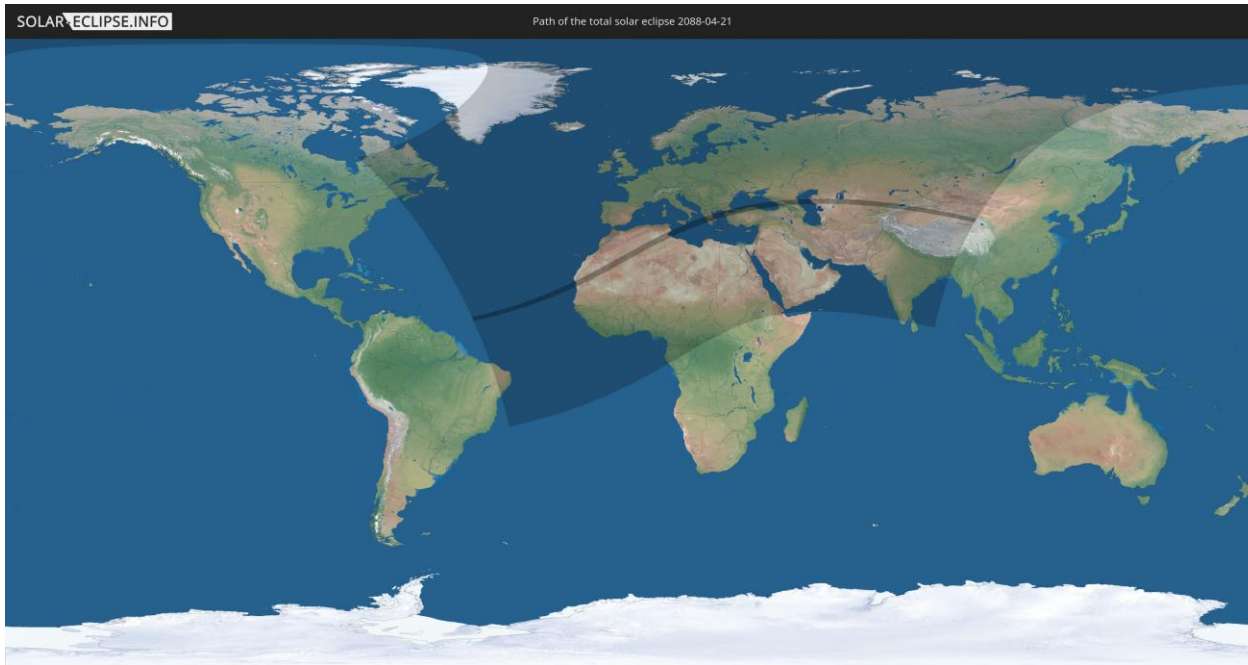
# Ετοιμαστείτε...



**Saros 128**  
**1 Ιουνίου 2030**  
**Δακτυλιοειδής**



# Ετοιμαστείτε...



**Saros 130**  
**21 Απριλίου 2088**  
**Ολική**

