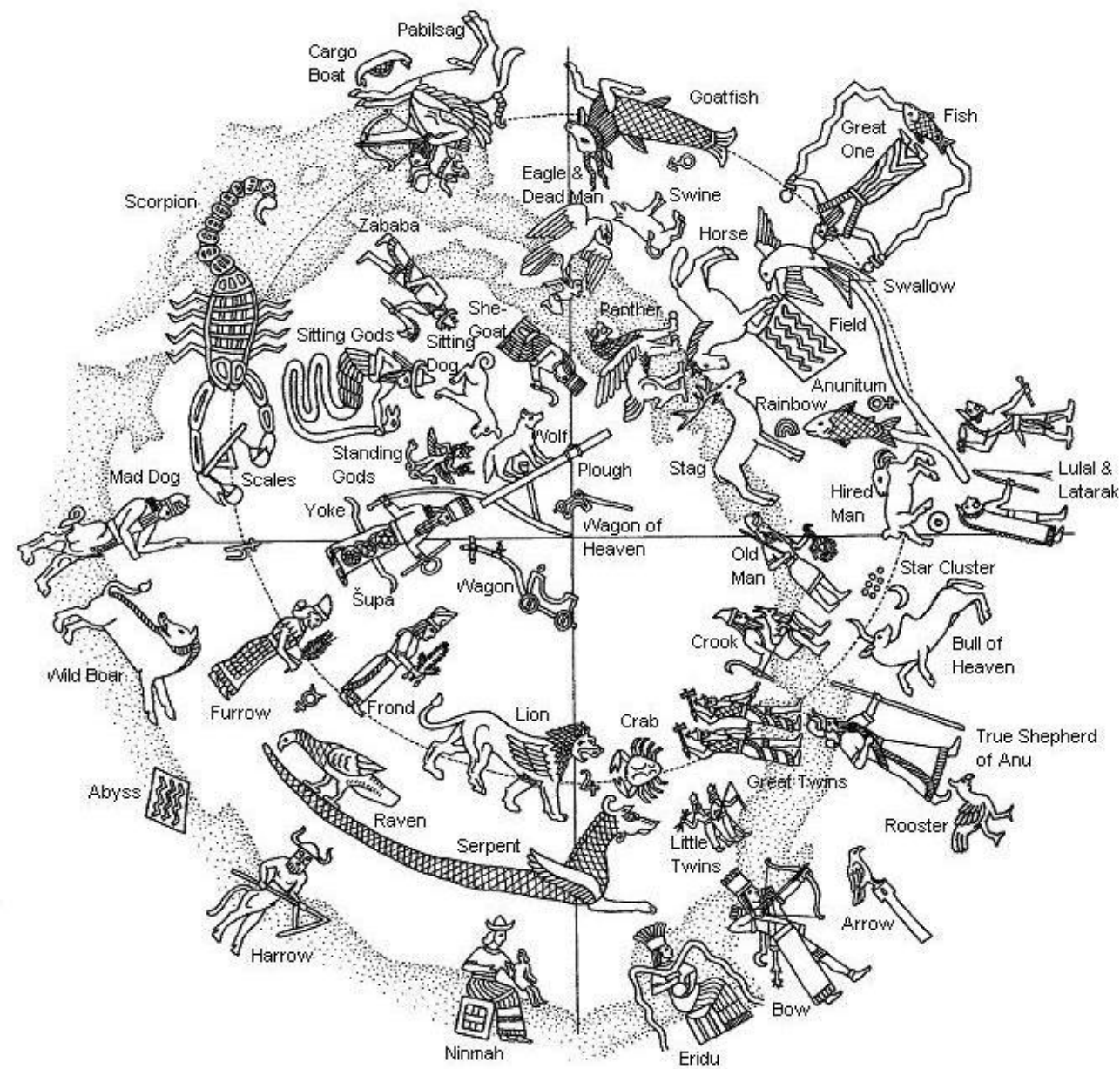


Αστρονομία και Ημερολόγια της Μεσοποταμίας

Μια παρατηρησιακή προσέγγιση

Βοσινάκης Γιώργος





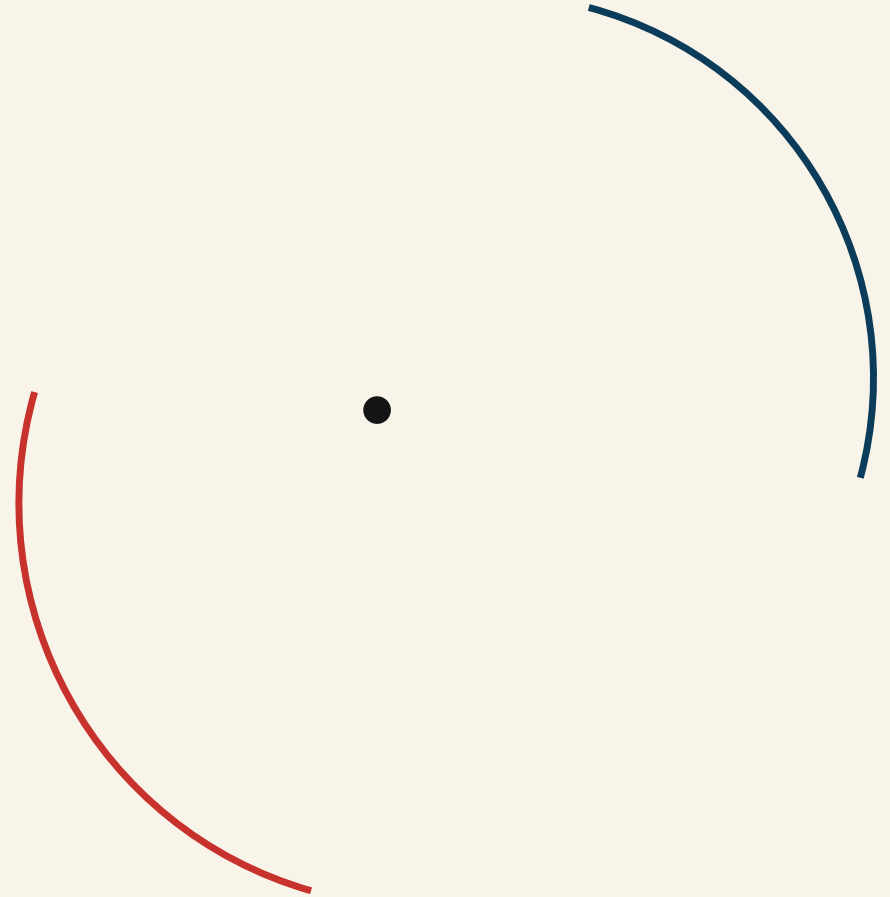
Ουρανός και Χρόνος

Κάποια πράγματα που θεωρούμε δεδομένα

1. Ο ουρανός «χαρτογραφεί» το χρόνο – η **ορθή αναφορά** μετριέται σε μονάδες χρόνου.
 - Το ημερολόγιο απαιτεί «διόρθωση» (προσθήκη ημέρας στα δίσεκτα έτη).
 - **Ιουλιανό ημερολόγιο (46π.Χ.):** 1 μέρα κάθε 4 χρόνια
 - **Γρηγοριανό ημερολόγιο (1582μ.Χ.):** 1 μέρα στα έτη που διαιρούνται με το 4, αλλά όχι αν διαιρούνται με το 100, εκτός αν διαιρούνται με το 400

Η Μεσοποταμιακή Αστρονομική Παράδοση

Από την παρατήρηση του ουρανού
σε μια οργανωμένη παράδοση γνώσης



Μεσοποταμιακή Αστρονομία

Γιατί είναι σημαντική;

Η Μεσοποταμιακή αστρονομία είναι η παλαιότερη **συνεχής καταγραφή** και **συστηματική παράδοση** παρατηρησιακής αστρονομίας που γνωρίζουμε.

- Συνεχής καταγραφή:** Οργανωμένη καταγραφή παρατηρήσεων σε βάθος πολλών γενεών.
- Συστηματική παράδοση:** Συντήρηση και μελέτη των αρχείων και χρήση για την πρόβλεψη φαινομένων και τη δημιουργία ημερολογίου.

Σουμέριοι

Ο ουρανός οργανώνει τον χρόνο.

Βαβυλώνιοι

Ο ουρανός παρατηρείται,
μετρείται και προβλέπεται.

Ελληνικός Κόσμος

Οι παρατηρήσεις και οι
αριθμητικές σχέσεις
ενσωματώνονται σε γεωμετρικά
μοντέλα του κόσμου.

Μεσοποταμιακή Αστρονομία

Τα Στάδια

1. Πρώιμες εικόνες (3200-2100 π.Χ.)

- I. Απεικονίσεις Ταύρων, Λεόντων και Σκορπιών (μαζί με Υδροχόο, οριοθετούν την Εκλειπτική).
- II. Σε αυτό το στάδιο δεν υπάρχει η έννοια της θέσης του Ήλιου σε αστερισμό, αλλά υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για τη Σελήνη και τη θέση της.

2. Συνοριακές Στήλες (1350-1000 π.Χ.)

- I. Απεικονίζουν ζώνες που πλέον χωρίζουν τους αστερισμούς

3. Ώριμα κείμενα (1100 π.Χ.)

- I. Λίστες αστερισμών με συστηματικές παρατηρήσεις.
- II. Αστρολάβος B, MUL.APIN

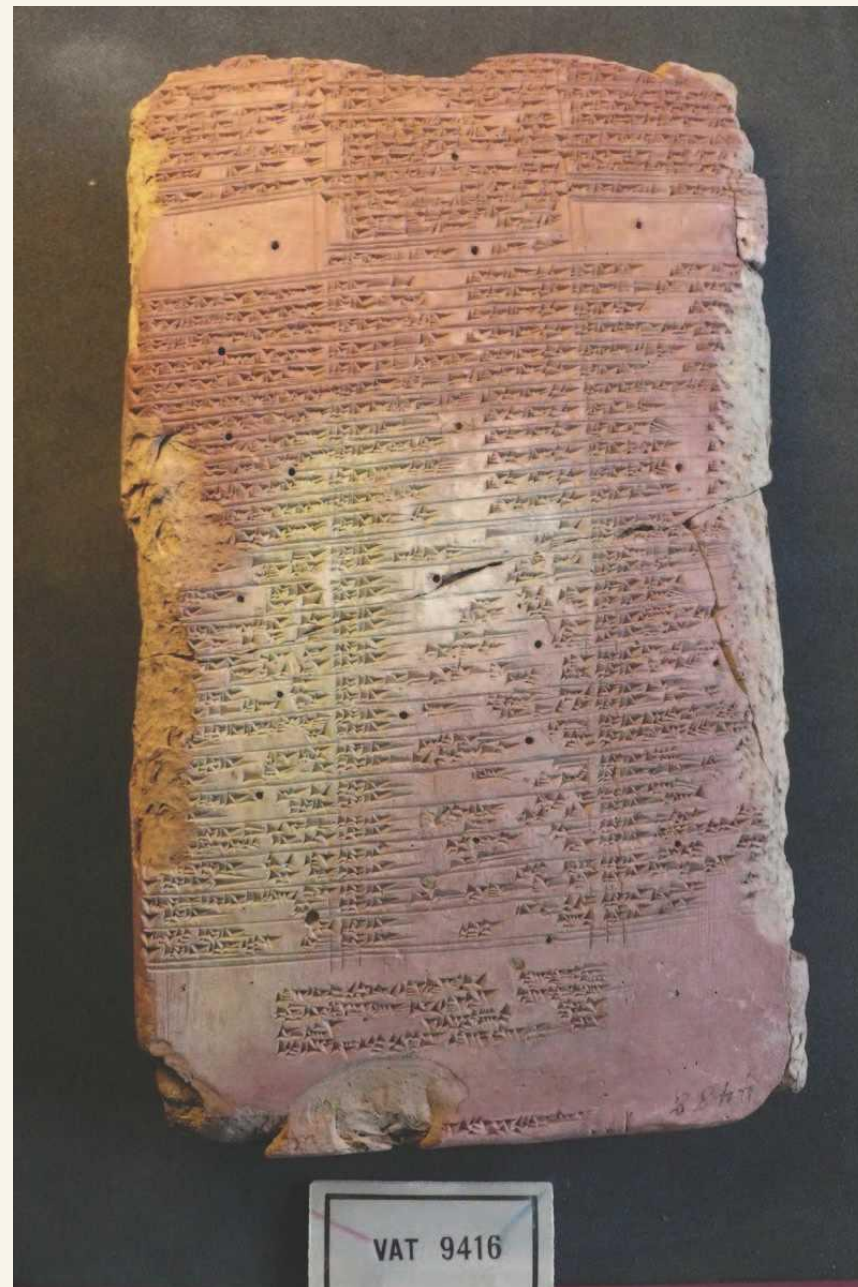
MUL.APIN: Το πρώτο (και μοναδικό;) ιστορικό εγχειρίδιο που περιγράφει αναλυτικά τις αστρονομικές παρατηρήσεις που απαιτούνται για τον σχεδιασμό ημερολογίου και το ημερολόγιο που προκύπτει.



Μερικές Σημειώσεις

Πρώιμες έννοιες

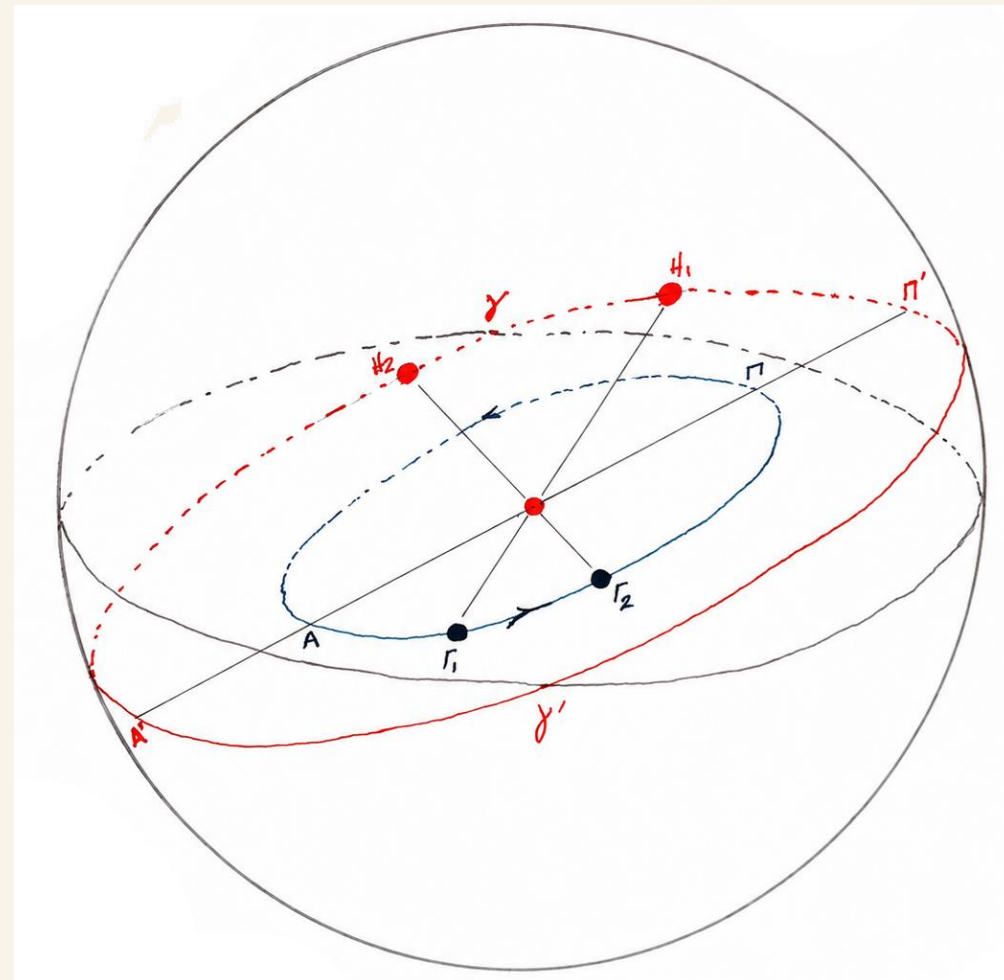
1. Το σύμβολο **DINGIR** (✳) (θεός) παράγει το **MUL** (✳✳), που μεταφράζεται «άστρο» αλλά μπορεί να σημαίνει:
 - **Αστερισμός:** MUL.APIN – το Άροτρο (Τρίγωνο + γ Ανδρομέδας)
 - **Ορατή ομάδα άστρων (σμήνος):** MUL.MUL – τα Αστέρια (Πλειάδες)
 - **Άστρο:** MUL.ab.sin – Στάχυς
 - **Πλανήτης:** MUL.SAG.me.gar – Δίας
2. Σε πρώιμα κείμενα δεν γίνεται διαχωρισμός **αστρονομικών** και **άλλων ουράνιων φαινομένων** (τα σύννεφα καταγράφονται στην ίδια κατηγορία)
3. Οι Σουμέριοι ξεκινούν από 2 αφετηρίες:
 - a) Την περιοδικότητα των **φάσεων της Σελήνης**
 - b) Την (αγροτική) ανάγκη κατανόησης της **εναλλαγής των εποχών** – ήδη συσχετισμένη με τον **Ήλιο**



Μερικές Σημειώσεις

Πρώιμες έννοιες

4. Οι Βαβυλώνιοι δεν έχουν **φυσικό μοντέλο τροχιών**. Κάνουν ξεκάθαρα **αριθμητικές παρατηρήσεις**.
5. Τα επιστημονικά τους κείμενα είναι λίστες μετρήσεων και υπολογισμών χωρίς επιχειρηματολογία.
6. Η χαρτογράφηση του Ουρανού **δεν είναι γεωμετρική**. Οι αστερισμοί:
 - a) Δεν καλύπτουν ολόκληρο τον ουρανό.
 - b) Επιλέγονται για το **χαρακτηριστικό τους σχήμα**, με στόχο την ευκολία παρατήρησης και επικοινωνίας



MUL.APIN

Τα Περιεχόμενα

1.

Αστρονομικές Παρατηρήσεις

- I. Λίστες αστέρων
- II. «Ανατολές» αστέρων
- V. Αστέρες που περνούν από Ζενίθ (zīqru)
- IX. Περίοδοι Ορατότητας Πλανητών
- X. Θέση του Ήλιου ανά εποχή

2.

Παρατηρήσεις Επαλήθευσης

- III. Αστέρες που ανατέλλουν ενώ άλλοι δύουν
- IV. Αριθμός ημερών ανάμεσα στις «ανατολές» 2 αστέρων
- VI. Αριθμός ημερών από τη «μεσουράνιση» αστέρα κατά την ανατολή του Ήλιου μέχρι την «ανατολή» άλλου.

3.

Περιγραφή Ημερολογίου

- VIII. Ετήσια Κίνηση του Ήλιου (Βόρεια-Νότια), Ισημερίες Ηλιοστάσια
- XI. Ημερολόγια και κανόνες τους

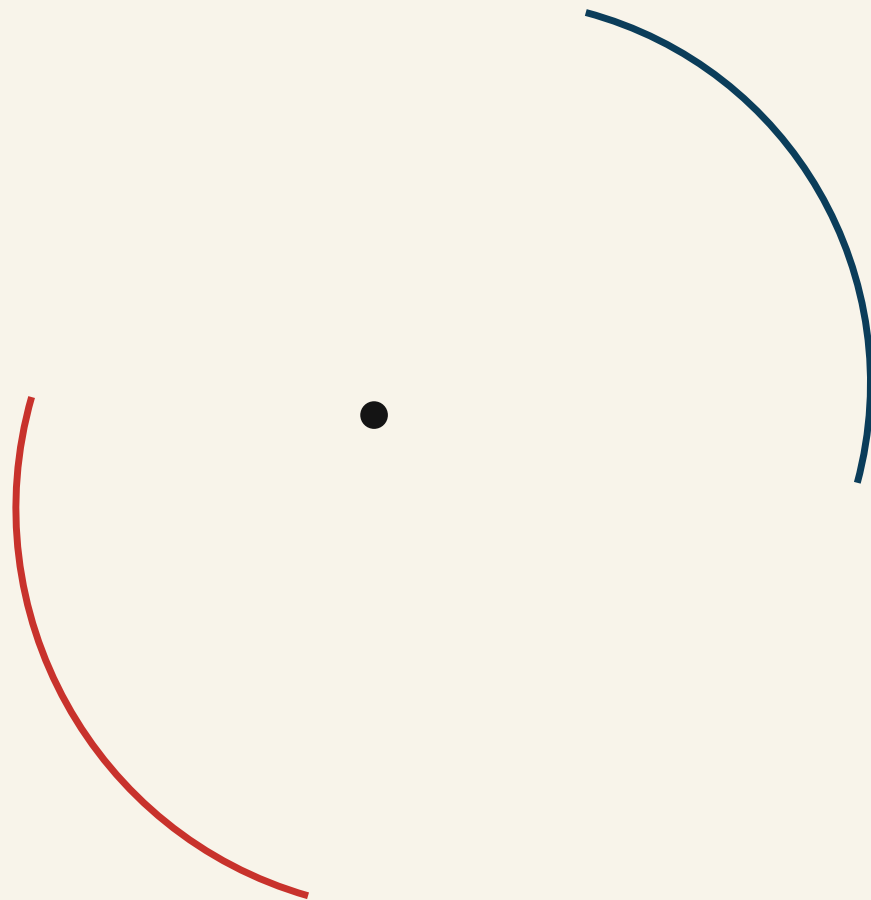
4.

«Λανθασμένες» Μετρήσεις

- XII. Μήκος σκιάς γνώμονα κατά τις Ισημερίες και τα Ηλιοστάσια.
- XIII. Διάρκεια Νύχτας και ορατότητα Σελήνης
- (XIV. Ουράνιοι Οίωνοί)

Μετρώντας τον ουρανό

Ημέρα — Αστέρες — Έτος — Σελήνη

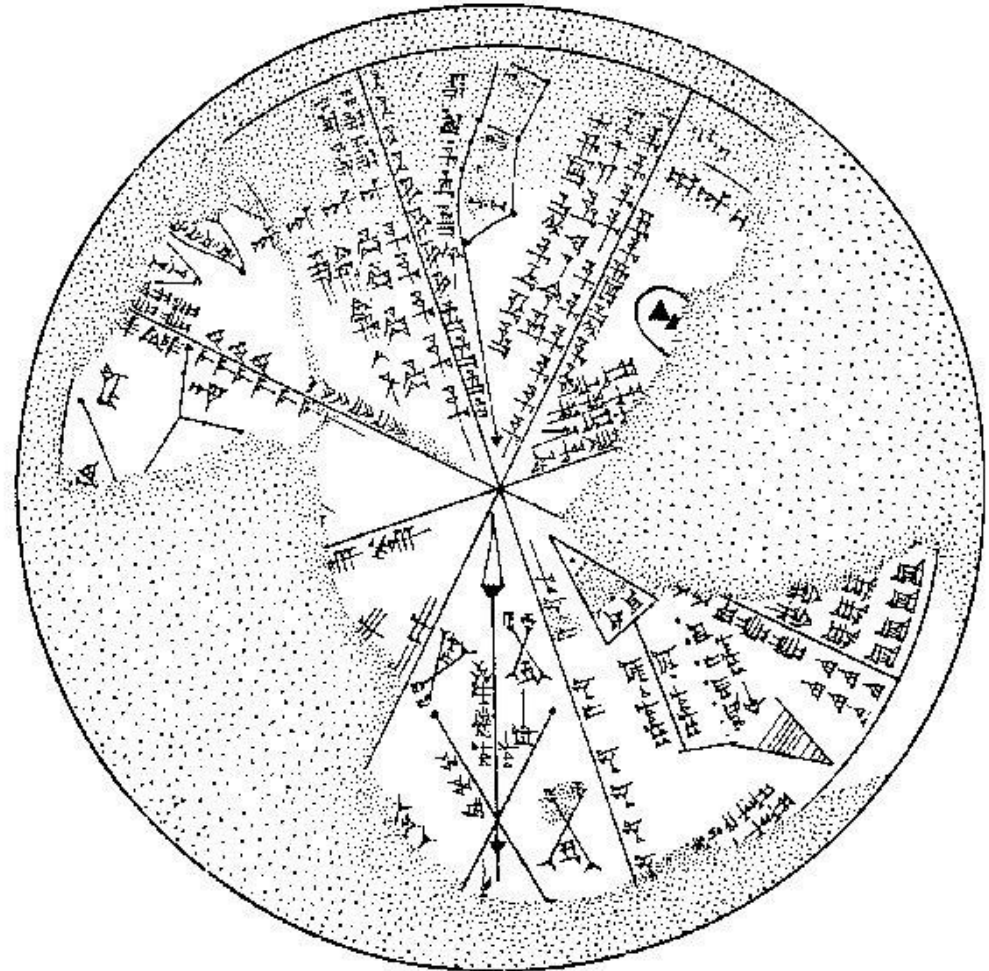


Αστρονομικά Φαινόμενα

Υποδιαίρεση της ημέρας – Το μέτρο της Εργασίας

- **Αστερισμοί Ziqru** – Μια λίστα αστερισμών που μεσουρανούν κοντά στο κοντά στο μέσο του ορατού μεσημβρινού και χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της ώρας κατά τη διάρκεια της νύχτας.
- **12 bēru (βάρδιες)** – Με τη βοήθεια τους η μέρα χωρίζεται σε 12 μέρη (σημαντική γίνεται η διάρκεια της νύχτας για την παρατήρησή τους)
- **360 UŠ (ή ges)** – Το κάθε **bēru** χωρίζεται σε **30 UŠ**, δίνοντας **360 UŠ** μέσα στην ημέρα.
- **1 UŠ $\approx$ 4 λεπτά** – Σε 4 λεπτά ο ουρανός μετατοπίζεται κατά περίπου 1° λόγω της περιστροφής της Γης.

Άρα: χρόνος και γωνιακή απόσταση συνδέονται άμεσα.
(Για πρώτη φορά)



Αστρονομικά Φαινόμενα

Από την παρατήρηση στον υπολογισμό

Η μονάδα **UŠ** χρησιμοποιείται όχι μόνο για τη μέτρηση του χρόνου, αλλά και για την περιγραφή περιοδικών αστρονομικών φαινομένων.

Στο **MUL.APIN**, για παράδειγμα, δίνεται ο χρόνος μετά την ανατολή του Ήλιου στον οποίο η σκιά ενός κατακόρυφου στύλου φτάνει μήκος **1 kuš (πήχη)** κατά την 1^η μέρα κάθε μήνα.

Το **UŠ** αποτελεί τη βάση για το βασικό εργαλείο αστρονομικών υπολογισμών των Μεσοποταμίων: Παλινδρομικές συναρτήσεις όπου ένα μέγεθος κινείται σε ίσα βήματα μεταξύ δύο ακραίων τιμών.

Δεν πρόκειται για «μετρήσεις» - οι χρόνοι είναι λάθος).

Πρόκειται όμως για κάτι εξίσου σημαντικό:

Παρατήρηση > Κανονικότητα > Μαθηματικό σχήμα

Μήνας	Χρόνος
I	75 UŠ
II	70 UŠ
III	65 UŠ
IV	60 UŠ
V	65 UŠ
VI	70 UŠ
VII	75 UŠ
VIII	80 UŠ
IX	85 UŠ
X	90 UŠ
XI	85 UŠ
XII	80 UŠ

Αστρονομικά Φαινόμενα

Ημέρα

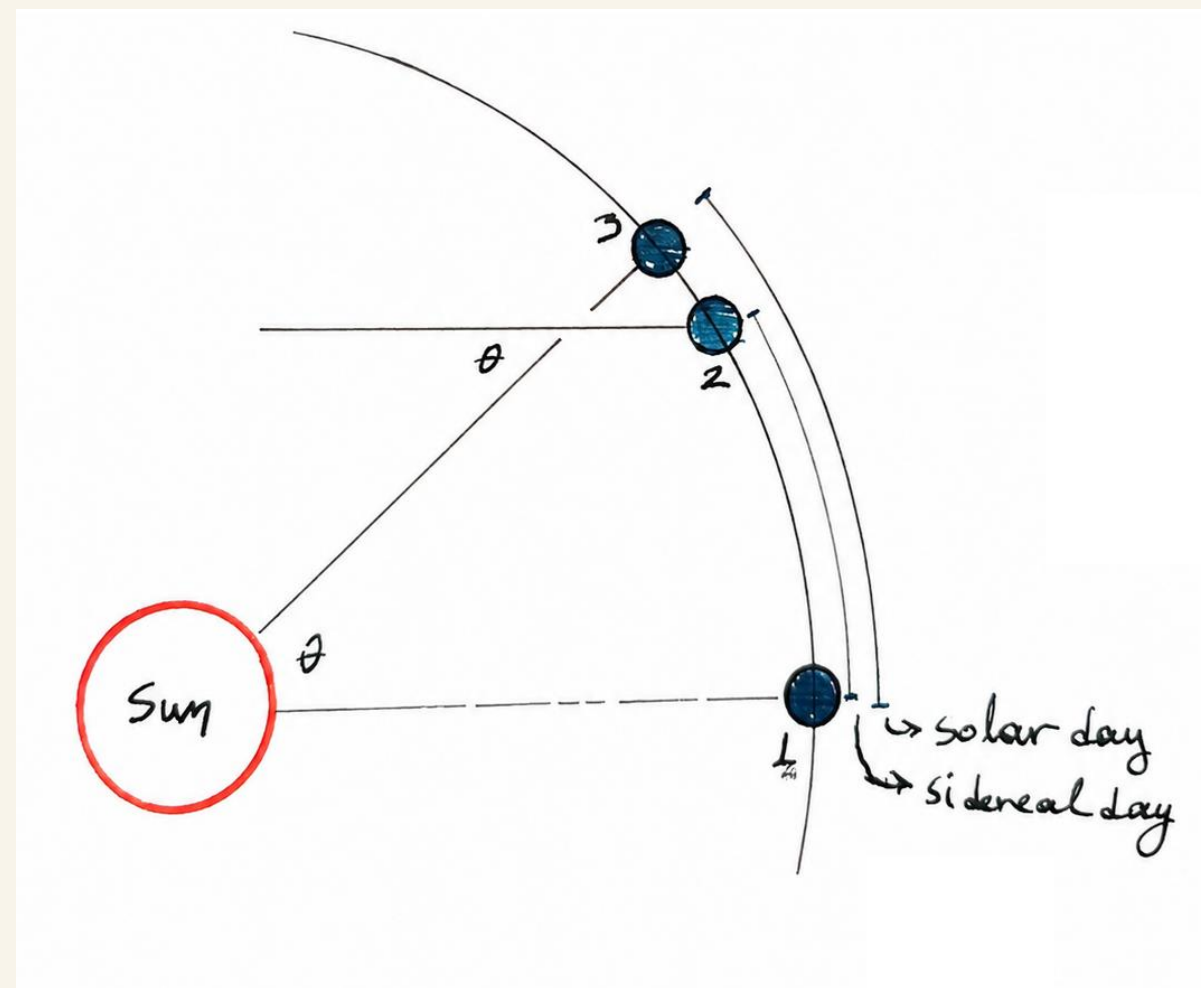
Ηλιακή ημέρα: Η περίοδος περιστροφής της Γης με σημείο αναφοράς τον Ήλιο.

Αστρική ημέρα: Η περίοδος περιστροφής της Γης με σημείο αναφοράς τους απλανείς αστέρες.

Η αστρική ημέρα είναι περίπου 4 λεπτά μικρότερη από την ηλιακή. Αυτό κάνει τους αστερισμούς να ανατέλλουν 4 λεπτά νωρίτερα κάθε μέρα.

Η διαφορά είναι πολύ μικρή για να παρατηρηθεί από τους Μεσοποτάμιους από μέρα σε μέρα.

Αλλά, σε βάθος χρόνου...



Αστρονομικά Φαινόμενα

Ετήσιος Κύκλος Αστέρων

Για έναν αστέρα κοντά στην Εκλειπτική:

A – Ο αστέρας ανατέλλει μαζί με τον Ήλιο

B – Ο αστέρας δύει μαζί με τον Ήλιο

C – Ο αστέρας ανατέλλει όταν ο Ήλιος δύει

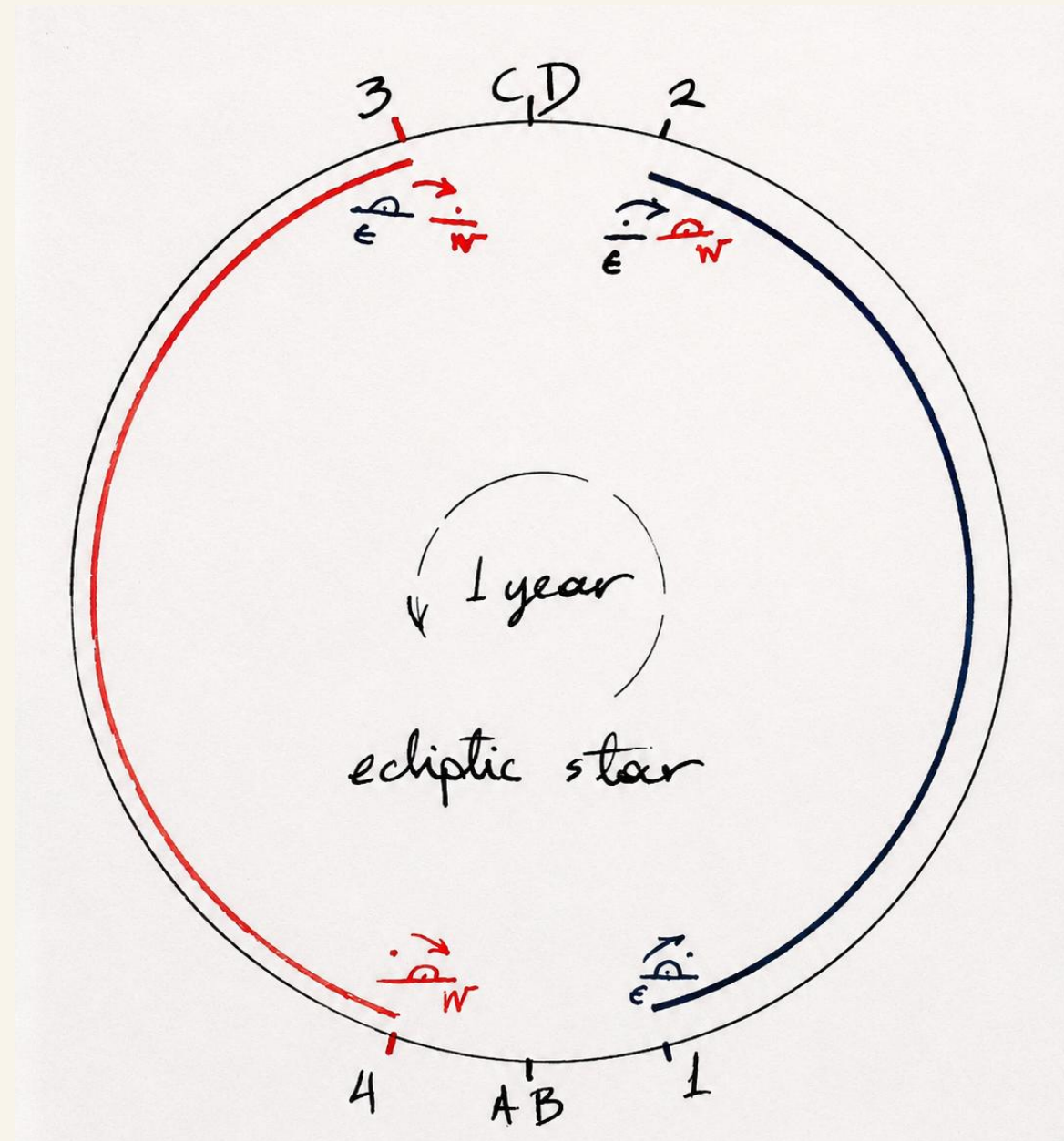
D – Ο αστέρας δύει όταν ο Ήλιος ανατέλλει.

1 – Ηλιακή ανατολή: Ο αστέρας ανατέλλει και αμέσως μετά ανατέλλει ο Ήλιος – πρώτη εμφάνιση μέσα στο έτος.

2 – Ακρονύκτιος ανατολή: Ο αστέρας ανατέλλει λίγο αφού δύσει ο Ήλιος. – τελευταία ορατή ανατολή.

3 – Κοσμική δύση: Ο αστέρας δύει λίγο πριν την ανατολή του Ήλιου.

4 – Ηλιακή δύση: ο αστέρας δύει λίγο μετά τη δύση του Ήλιου.

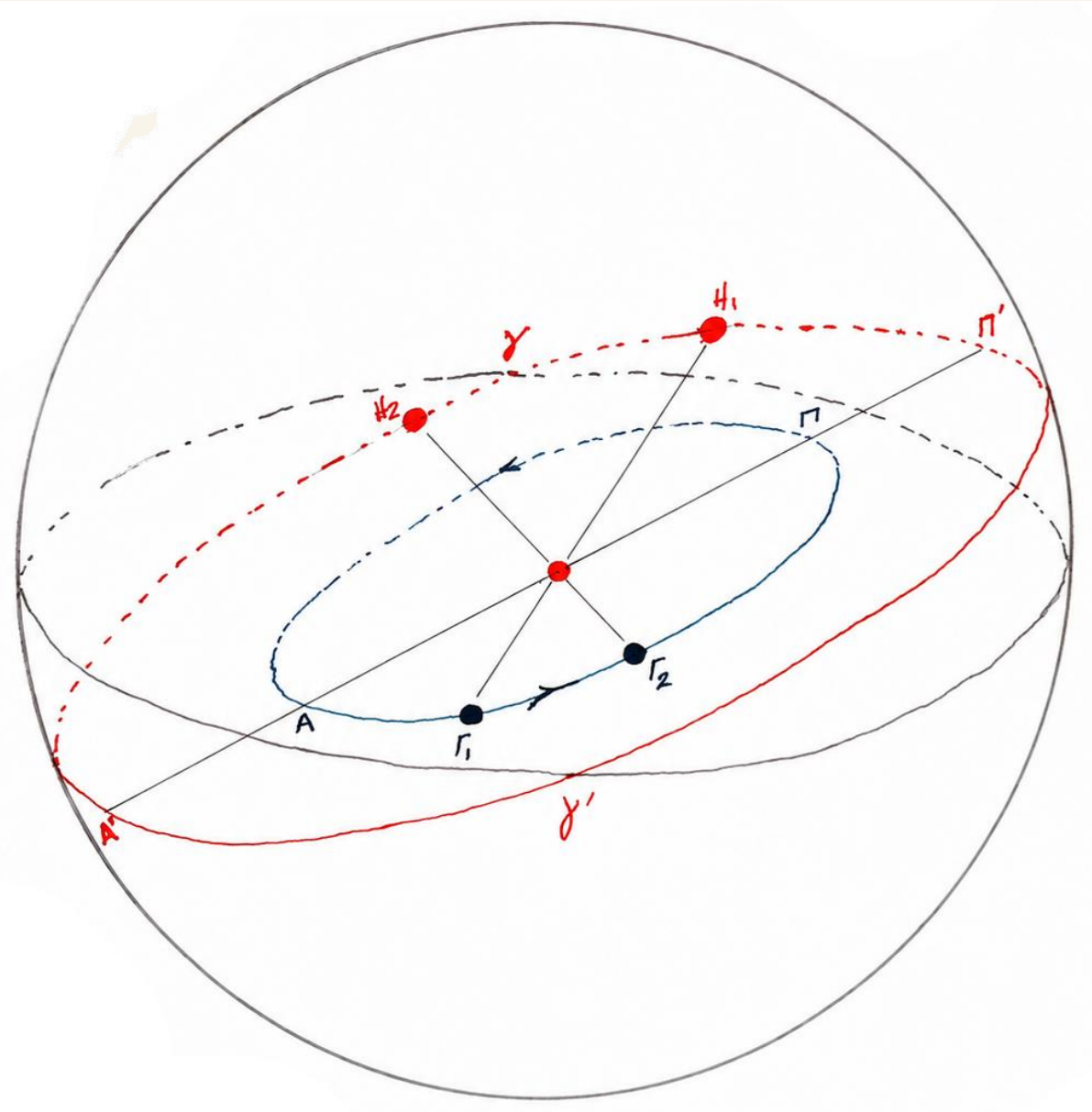


Αστρονομικά Φαινόμενα

Αστρικό και Τροπικό Έτος

1 – Αστρικό έτος: Ο χρόνος που χρειάζεται ο Ήλιος να διανύσει την Εκλειπτική. Ο χρόνος μεταξύ δύο διελεύσεων του Ήλιου από τον ίδιο απλανή αστέρα. (365,2564 μέσες ηλιακές ημέρες)

2 – Τροπικό έτος: Ο κύκλος των εποχών. Ο χρόνος μεταξύ δύο διελεύσεων του Ήλιου από το σημείο γ (τομή Εκλειπτικής με Ουράνιο Ισημερινό). Το σημείο αυτό κινείται (λόγω μετάπτωσης Ισημεριών) κατά $50,3''$ αντίστροφα από την κίνηση του Ήλιου. (365,2422 μέσες ηλιακές ημέρες)



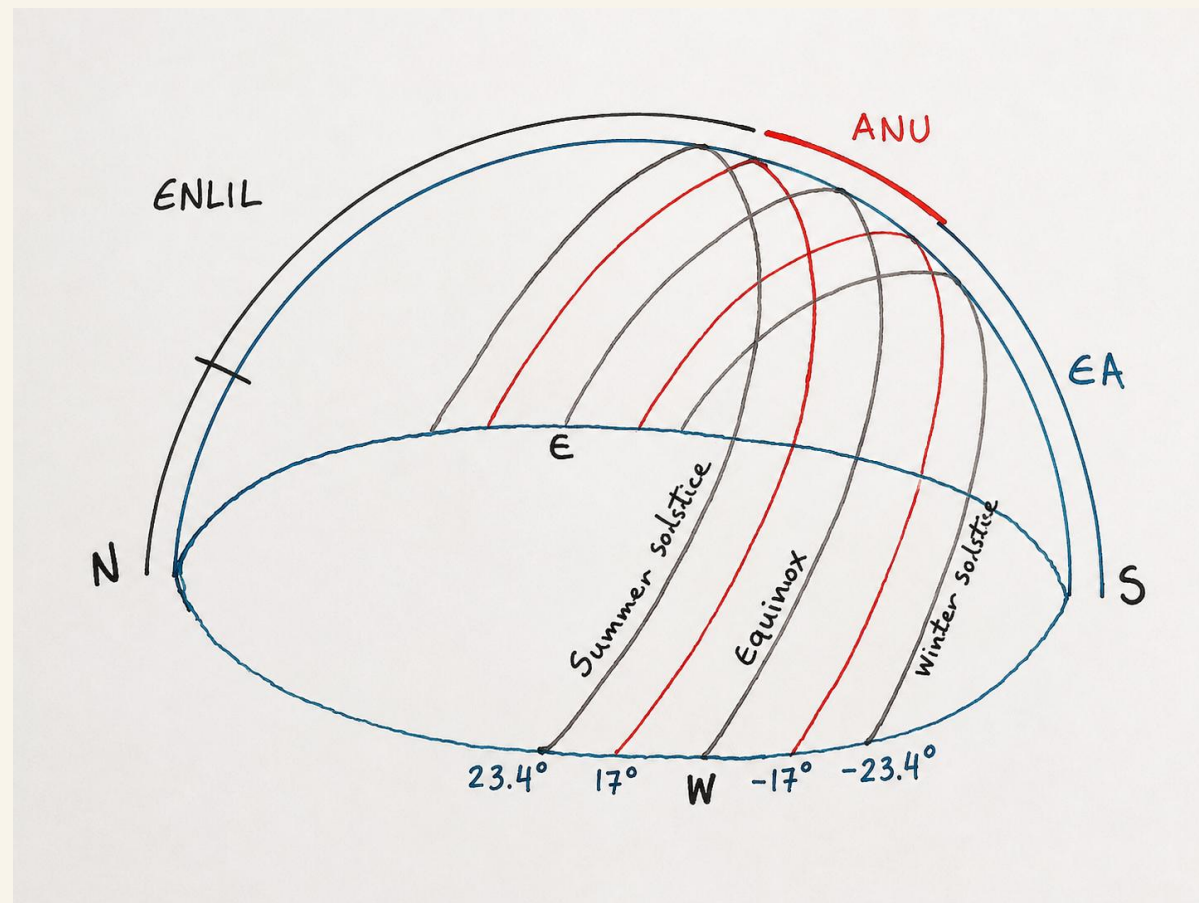
Αστρονομικά Φαινόμενα

Υποδιαίρεση του Ουρανού και του έτους

1. **Ζώνη του ΕΑ:** Περίπου 17° νότια του Ουράνιου Ισημερινού και μέχρι τον νότιο ορίζοντα.
2. **Ζώνη του ANU:** από -17° έως $+17^\circ$ μοίρες γύρω από τον Ουράνιο Ισημερινό
3. **Ζώνη του ENLIL:** Από 17° βόρεια του Ισημερινού μέχρι τον Βόρειο Πόλο.

Οι τρεις ζώνες δημιουργούν τις περιοχές του ουρανού που καθορίζουν τις εποχές. Ο Ήλιος είναι:

- Στη ζώνη του **ΕΑ** το **χειμώνα**.
- Στη ζώνη του **ENLIL** το **καλοκαίρι**.
- Στη ζώνη του **ANU** το **φθινόπωρο** και την άνοιξη.

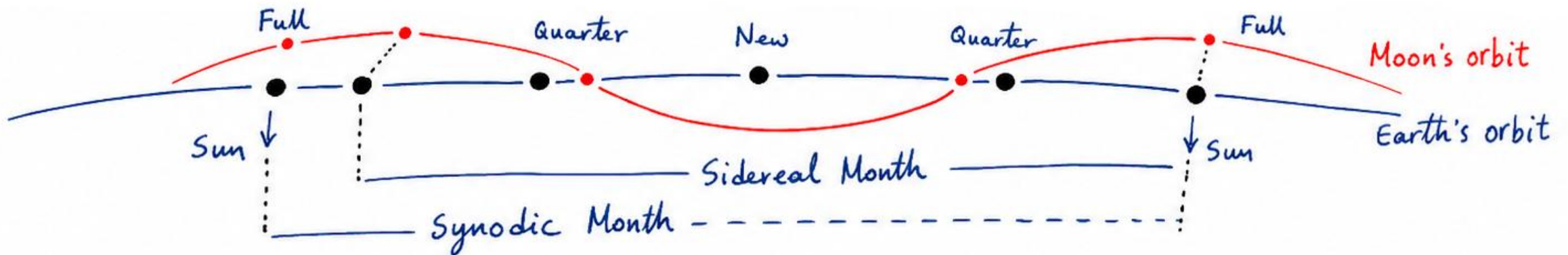


Αστρονομικά Φαινόμενα

Αστρικός και Συνοδικός Μήνας

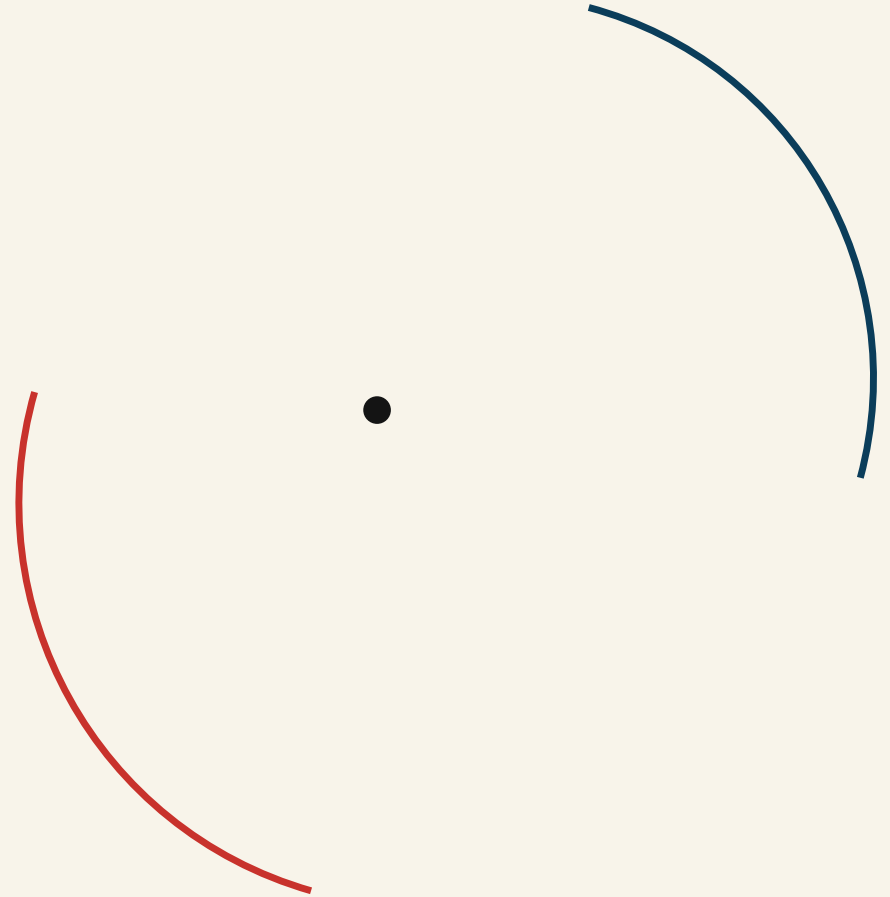
1 – Αστρικός μήνας: Ο χρόνος μέχρι η Σελήνη να επιστρέψει στον ίδιο απλανή αστέρα. (27d, 7h, 43m, 11,6s)

2 – Συνοδικός μήνας: Ο χρόνος ανάμεσα σε δύο διαδοχικές ίδιες φάσεις της Σελήνης (29d, 12h, 44m, 2,9s)



Το πρόβλημα του ημερολογίου

Πώς συνδυάζεις τη Σελήνη με τις εποχές;



Αστρονομικές Παρατηρήσεις

Οργανωμένη παρατήρηση

Ημέρα

- Για τους **Μεσοποτάμιους** η ημέρα ξεκινάει με τη **δύση του Ήλιου** (σχετίζεται με την αλλαγή του μήνα)
- Για τους **Αιγύπτιους** ξεκινάει με την **ανατολή**

Έτος

- Στόχος των Μεσοποταμίων και των Αιγυπτίων είναι η μέτρηση του **Τροπικού έτους (εναλλαγή εποχών)**
- Οι πιο αξιόπιστες παρατηρήσεις τους (π.χ. ηλιακή ανατολή αστερών) αφορούν το **Αστρικό έτος**
- Η διαφορά τους (~20 λεπτά) είναι αμελητέα για τον καθορισμό ενός μεμονωμένου έτους, αλλά συσσωρεύεται σε βάθος αιώνων.

Μήνας

- Οι Μεσοποταμίοι και οι Αιγύπτιοι παρατηρούν τον **Συνοδικό μήνα**.
- Ορίζουν μήνες με **29 ή 30 ημέρες, χωρίς περιοδικότητα**. Για κάθε μήνα αποφασίζεται επί τόπου αν θα έχει 29 ή 30 ημέρες.
- Η αρχή του μήνα ορίζεται με την **πρώτη εμφάνιση της Σελήνης στη Δύση** μετά τη Νέα Σελήνη.

Ηλιοσεληνιακό ημερολόγιο

Συνδυασμός της Ηλιακής Ημέρας και του Συνοδικού Μήνα με το Τροπικό Έτος

Πότε αλλάζει το έτος;

- **Τροπικό έτος ή Αστρικό;**
- **Αστρικό:** Κύκλοι αστέρων
- **Τροπικό:** Εντοπισμός των Ισημεριών και των Ηλιοστάσιων

Πότε αλλάζει ο μήνας;

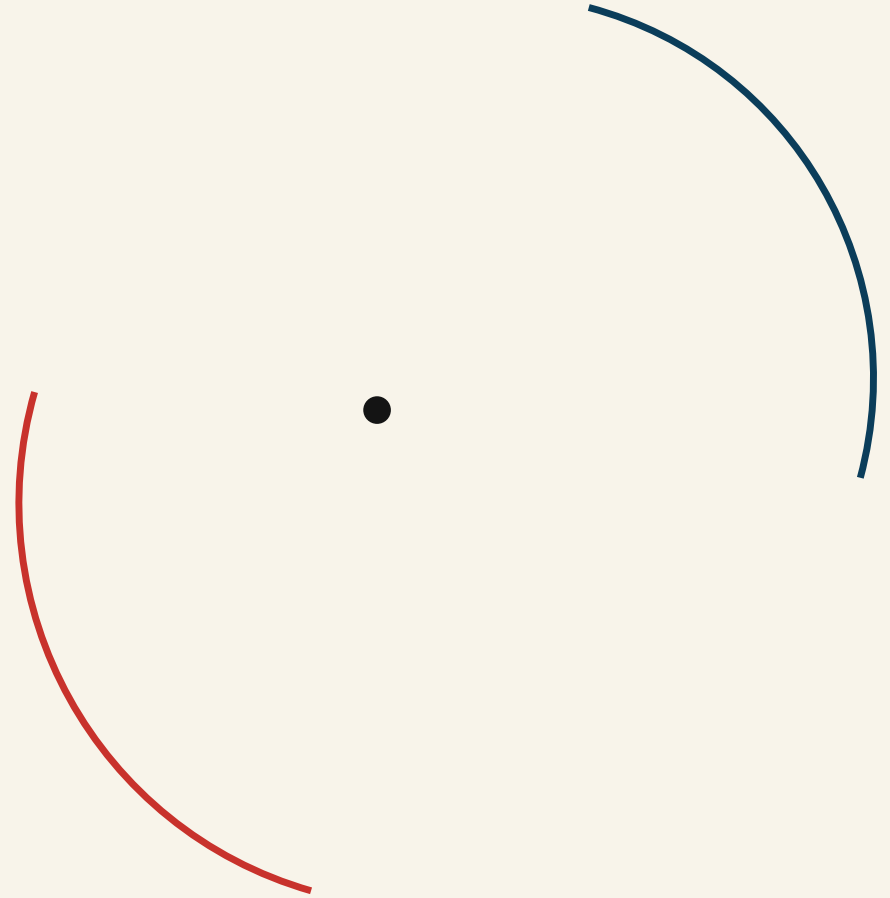
- Πότε επαναλαμβάνεται η ίδια ακριβώς **φάση της Σελήνης;**
- Ποιά φάση θα επιλεγεί;
- Μπορεί να αποδεσμευτεί από την **ανάγκη μηνιαίας παρατήρησης;**

Πόσοι μήνες είναι ένα έτος;

- **Τροπικό έτος:** 365 ημέρες, 5 ώρες, 48 λεπτά και 45 δευτερόλεπτα
- **Συνοδικός μήνας:** 29 ημέρες, 12 ώρες και 44 λεπτά και 2,9 δευτερόλεπτα
- **12 Συνοδικοί μήνες είναι 10 μέρες και 21 ώρες μικρότεροι από ένα τροπικό έτος**

Η Παρατήρηση ως λύση

Πώς προσδιορίζουμε στην πράξη τον μήνα
και το έτος;



Πότε αλλάζει το έτος;

Μια μαθηματική και μια παρατηρησιακή προσέγγιση από το MUL.APIN

Κύκλοι Αστέρων (Παρατηρησιακή μέθοδος)

Δίνονται:

- **Ηλιακές ανατολές** ενός μεγάλου αριθμού αστέρων.
- **Αστέρες που μεσουρανούν** ενώ άλλοι δύουν ηλιακά (επιβεβαίωση).

Τα φαινόμενα αυτά έχουν πολύ καλή συχνότητα, το ημερολόγιο επιβεβαιώνεται καθημερινά!

VS

Υπολογισμός Ισημεριών και Ηλιοστασίων (Υπολογισμοί σε στοχαστικό επίπεδο)

Δίνονται:

- **Ύψος σκιάς στύλου** σε διαφορετικές ώρες κατά τις ημέρες των **Ισημεριών** και των **Ηλιοστασίων**, μαζί με τη διάρκεια της ημέρας.
- **Ώρα μετά την ανατολή** όταν το **μήκος της σκιάς** του στύλου φτάνει τον 1 πήχη (Kuš).
- **Ώρα μετά τη δύση** του Ήλιου που **δύει ή ανατέλλει** η Σελήνη.

Οι τιμές που δίνονται στο MUL.APIN συχνά δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα.

**Τα φαινόμενα αυτά είναι σχετικά σπάνια και απαιτούν πολλά έτη παρατηρήσεων.
(Μία στόχευση για το μέλλον;)**

Αρχή του μήνα

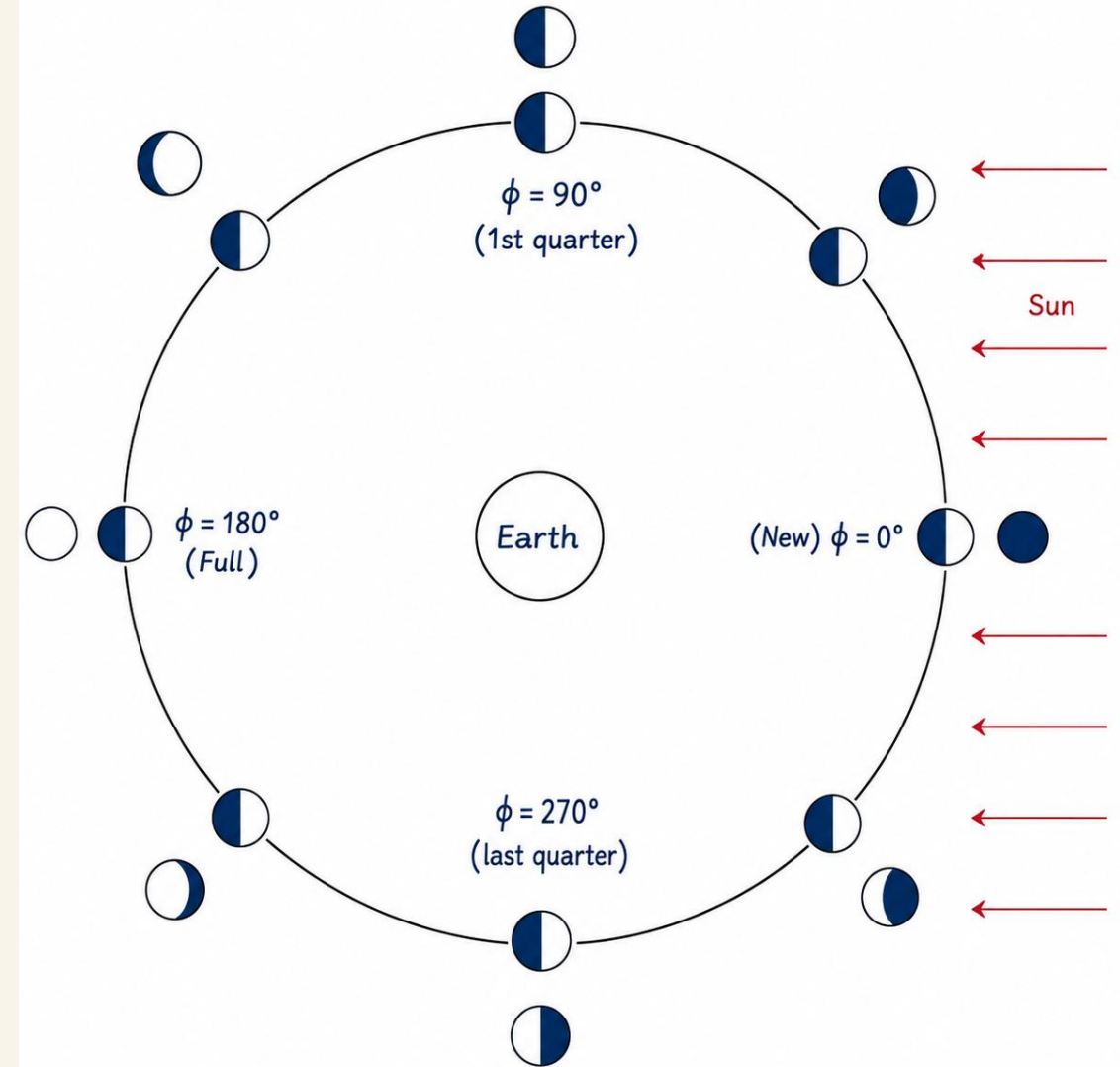
Η παρατήρηση

Καθώς δύει ο Ήλιος στην αρχή της 30^{ης} ημέρας του μήνα ένας παρατηρητής περιμένει να δει τη Σελήνη στην Δύση:

- **Αν δεν τη δει**, η μέρα που ξεκινάει είναι η 30^η. Η επόμενη ξεκινάει τον επόμενο μήνα σε κάθε περίπτωση.
- **Αν τη δει**, η μέρα που ξεκινάει μετατρέπεται στην 1η του επόμενου μήνα.

Πρακτικά:

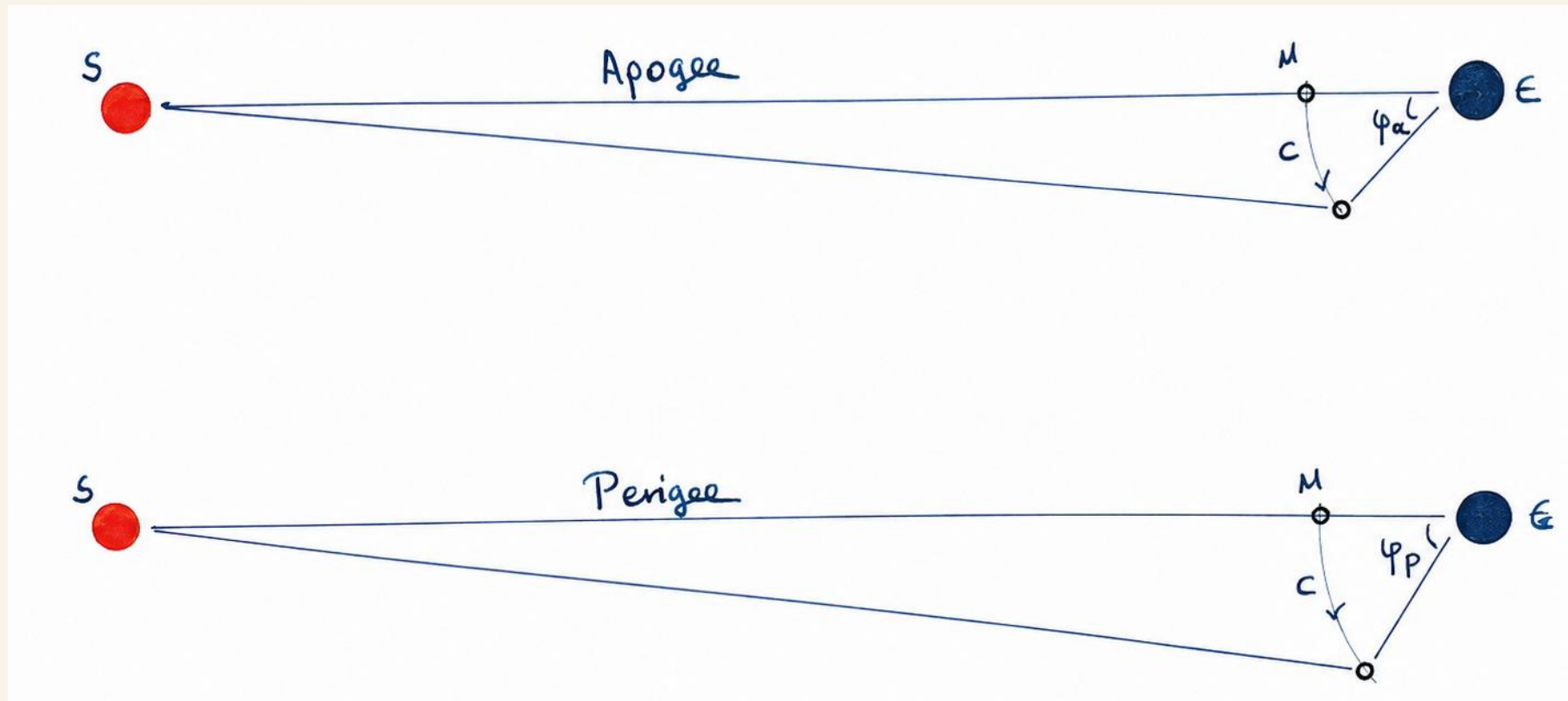
- Η ώρα της εμφάνισης της Σελήνης μετά την Νέα Σελήνη κυμαίνεται (στη Βαβυλώνα (32,5° B) από 16,5 μέχρι 42 ώρες).
- Αιτίες κύμανσης:
 - Τροχιακή ανωμαλία της Σελήνης
 - Λόξωση της Εκλειπτικής
 - Σεληνιακό εκλειπτικό πλάτος



Αρχή του μήνα

1. Τροχιακή Ανωμαλία Σελήνης

Η Σελήνη ταξιδεύει ταχύτερα κοντά στο περίγειο απ' ότι κοντά στο απόγειο.

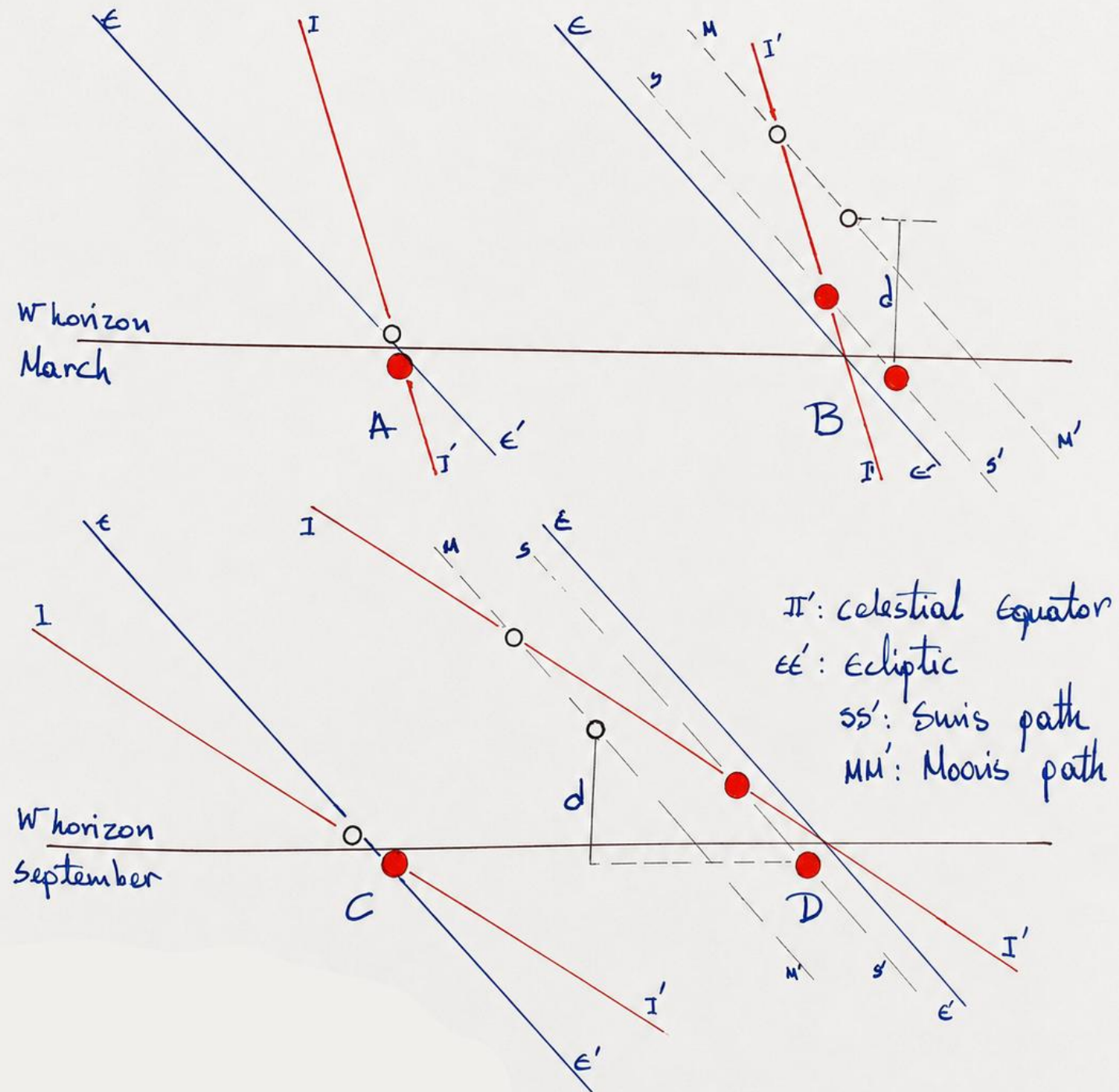


Αρχή του μήνα

2. Λόξωση Εκλειπτικής

A, C: Η εικόνα κατά την Νέα Σελήνη στη δύση του Ήλιου (Μάρτιος και Σεπτέμβρης)

B, D: Η εικόνα την επόμενη ημέρα, η Σελήνη έχει απομακρυνθεί από τον Ήλιο κατά 12° (~50,5 λεπτά).



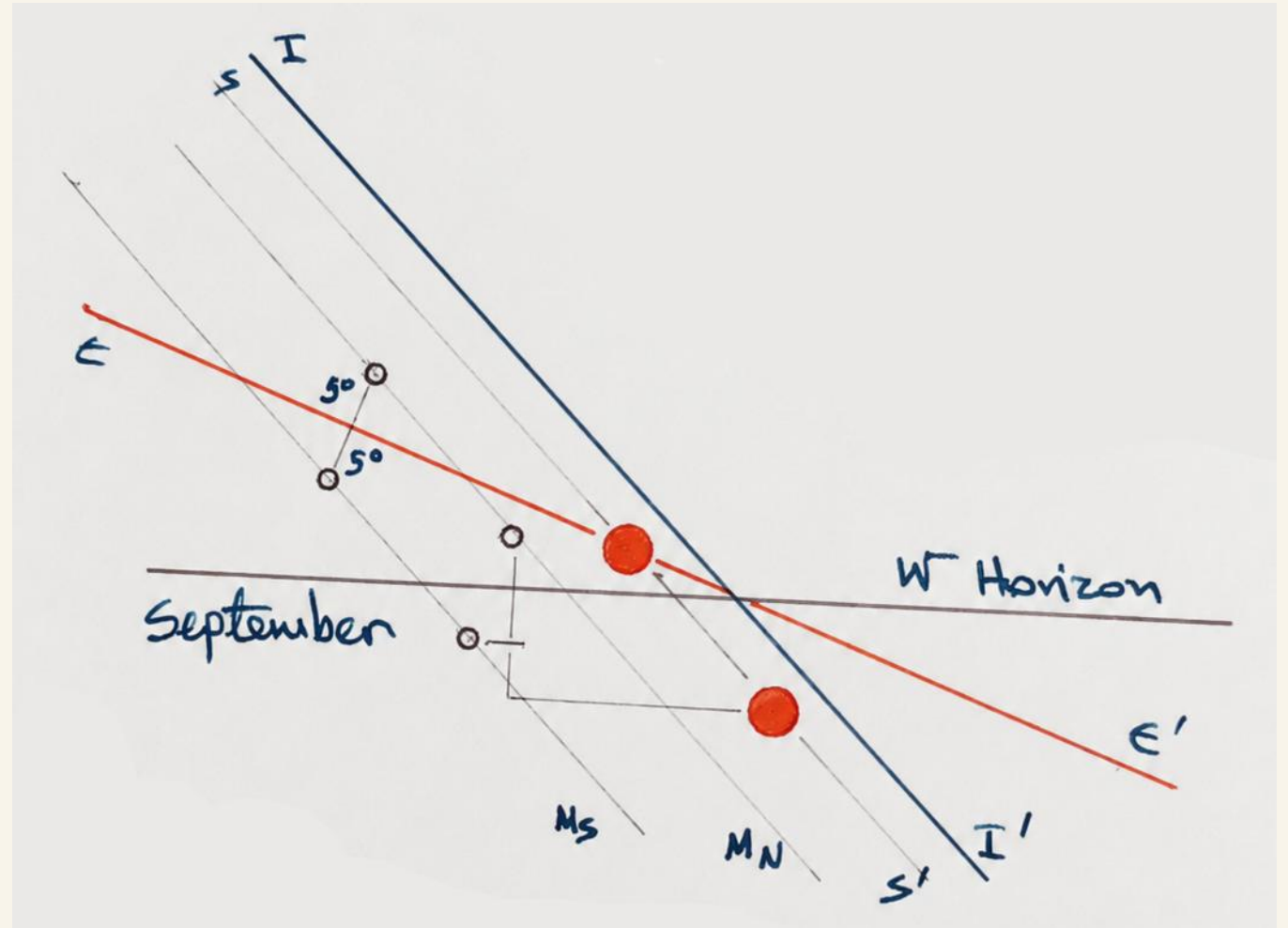
Αρχή του μήνα

3. Εκλειπτικό Πλάτος Σελήνης

Η Διαδρομή της Σελήνης στα ακραία σημεία (5° πάνω και κάτω από την Εκλειπτική)

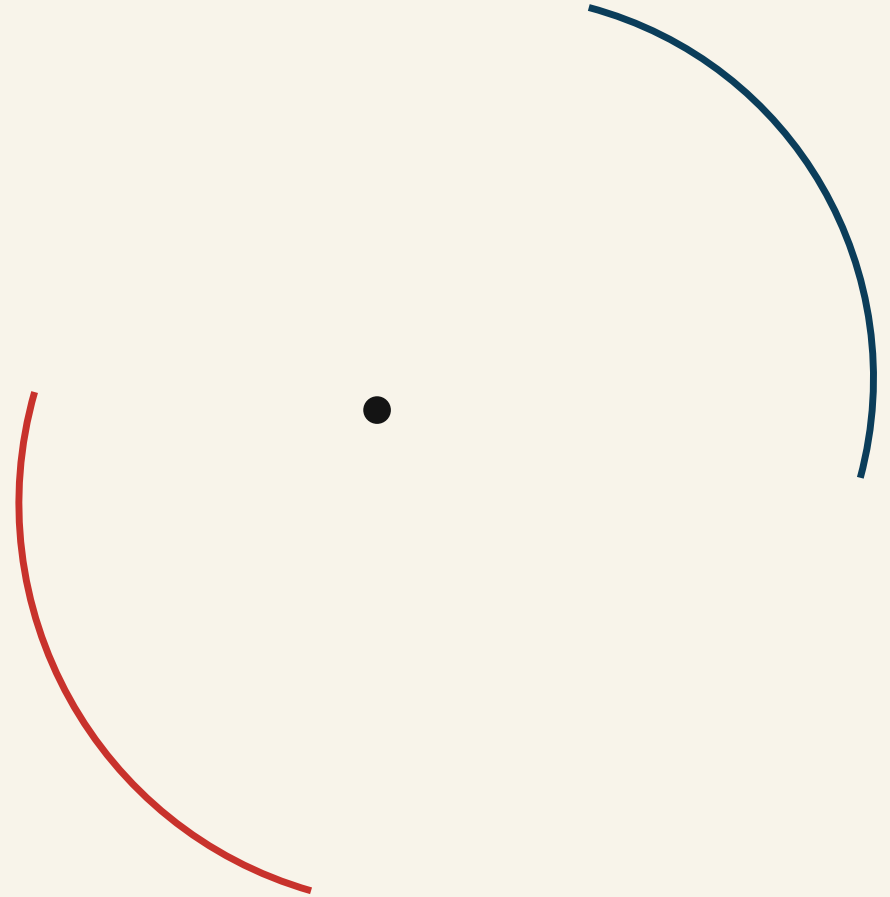
Τα παραπάνω μπορούν να οδηγήσουν σε

- 3 συνεχόμενους μήνες των 29 ημερών
- 3, 4 και σπάνια 5 συνεχόμενους μήνες των 30 ημερών.



Από την παρατήρηση στην πρόβλεψη

Αίγυπτος: το αριθμητικό ημερολόγιο
Μεσοποταμία: το αστρονομικό ημερολόγιο



Το Αιγυπτιακό Ημερολόγιο

Μια συγκριτική παρένθεση

Το πολιτικό αιγυπτιακό ημερολόγιο βασίζεται στην Ηλιακή Ανατολή του *Sopdet* (Σείριος)

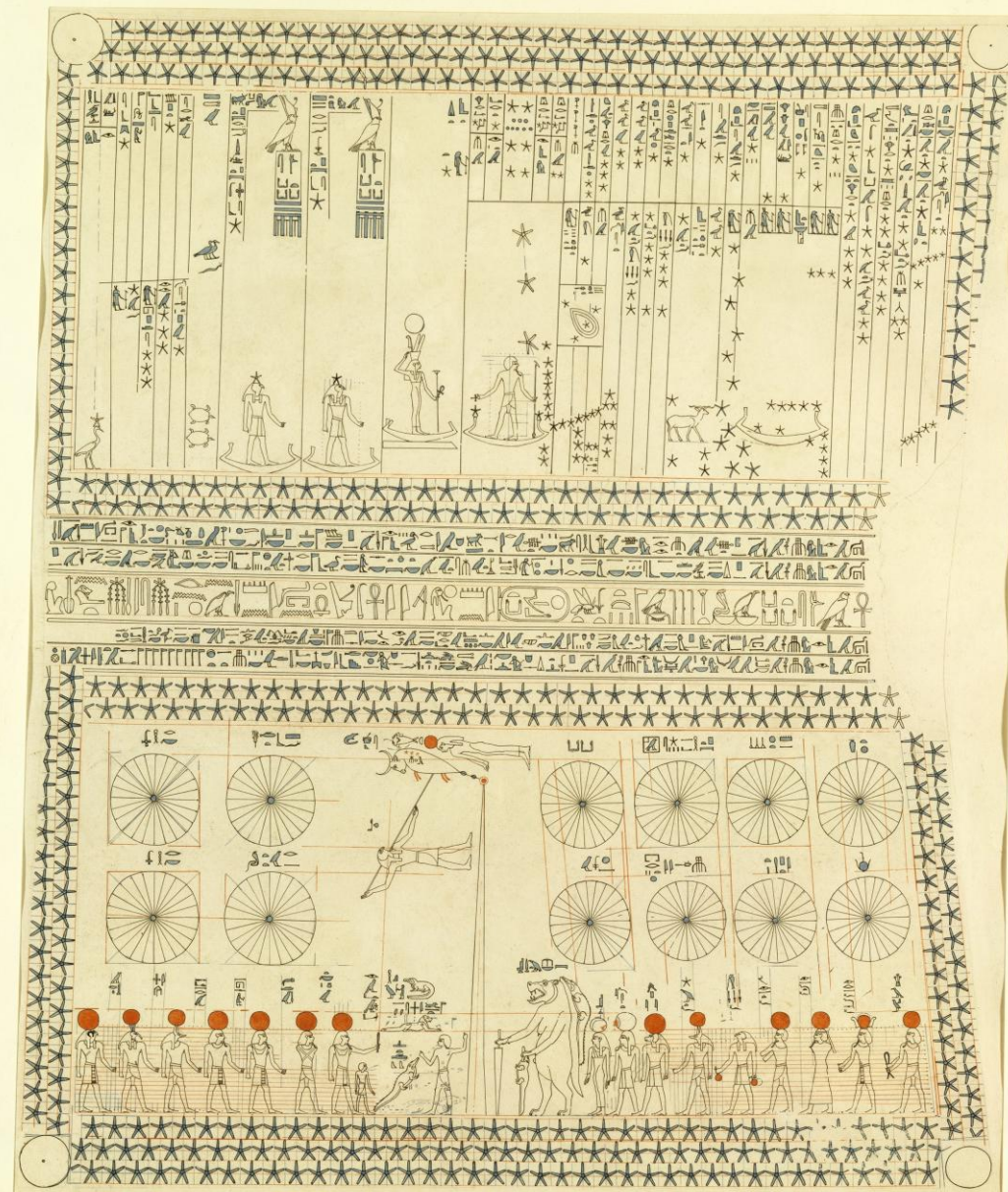
Αριθμητικό ημερολόγιο με έτος 365 ημερών:

- 3 εποχές των 120 ημερών + 5 επαγόμενες μέρες
- 4 μήνες των 30 ημερών ανά εποχή
- 3 δεκάδες ανά μήνα

Έτσι:

- Η ηλιακή ανατολή του *Sopdet* προχωράει κατά 1 ημέρα κάθε 4 χρόνια.
- Θα επανέλθει στη θέση της 1461 έτη μετά.
- Οι Αιγύπτιοι το γνωρίζουν και **δεν το διορθώνουν**, αφήνουν το ημερολόγιο να μετακινείται.

Οι συνοδικοί μήνες καταγράφονται σε ένα εντελώς ανεξάρτητο ιερατικό ημερολόγιο.



Μεσοποταμία:

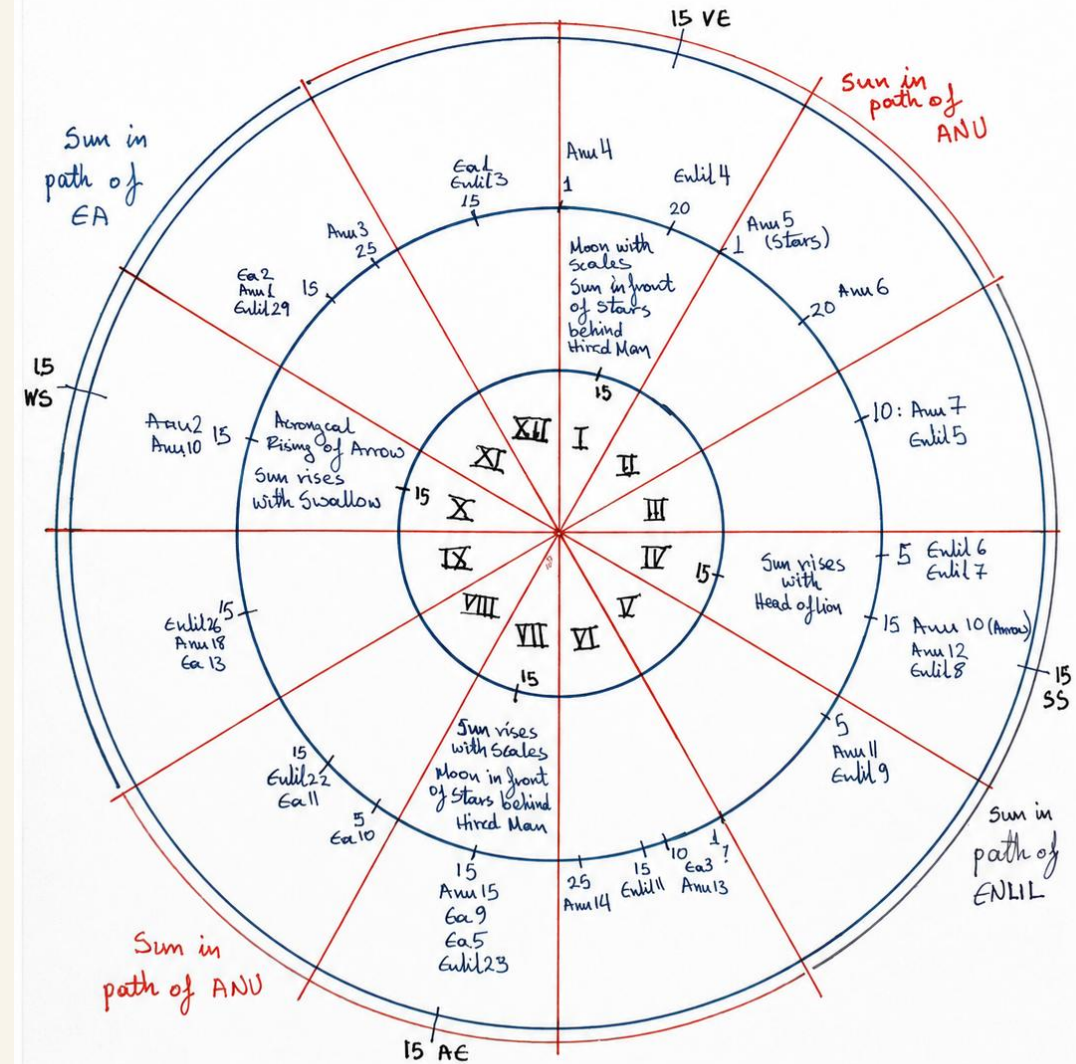
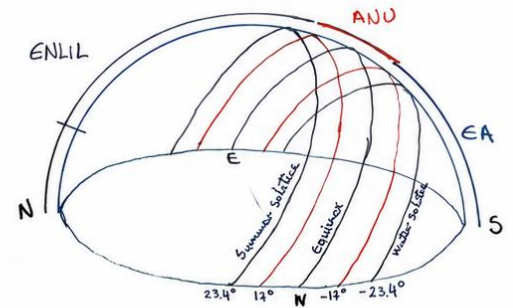
1. Το Σχηματικό Ημερολόγιο

Ένας ιδανικός χρόνος 360 ημερών

Το σχηματικό ημερολόγιο είναι η «μαθηματικοποιημένη» καταγραφή των παρατηρήσεων.

- Κάθε μήνας έχει 30 ημέρες
 - Το έτος έχει δώδεκα μήνες
 - Το έτος έχει 360 ημέρες
-
- Το **σχηματικό ημερολόγιο** χρησίμευε για αστρονομικούς και οικονομικούς υπολογισμούς
 - **Γνωρίζουν πως δεν είναι «αληθές»**, είναι όμως απαραίτητο εργαλείο υπολογισμών.
 - **Μαθηματικό μοντέλο του ημερολογίου:** η αξία του βρίσκεται στην απλότητά του:

$$30 \times 12 = 360 \text{ και } 360 \text{ ημέρες} \leftrightarrow 360 \text{ UŠ της ημέρας}$$



Μεσοποταμία:

2. Το Πρακτικό Ημερολόγιο

Ο πραγματικός ουρανός δεν έχει 360 ημέρες

Στο πρακτικό ημερολόγιο η αλλαγή του μήνα και του έτους βασιζόταν σε παρατήρηση.

- Ο μήνας διαρκεί 29 ή 30 ημέρες
- Μετά την ολοκλήρωση 12 μηνών απέμεναν περίπου 11 ημέρες μέχρι το τέλος του έτους.
- Για να συμβαδίζουν οι δύο κύκλοι οι Μεσοποτάμιοι πρόσθεταν έναν 13^ο μήνα ανά περίπου 2,7 έτη.
- Η προσθήκη του 13^{ου} μήνα αποφασιζόταν μετά τον 6^ο ή το 12^ο μήνα (αλλά η ανάγκη για αυτήν παρακολουθούνταν κάθε μήνα).
- Η τήρησή του απαιτούσε συνεχείς αστρονομικές παρατηρήσεις από το προσωπικό των ναών.

Το Κριτήριο

Κάθε μήνα παρατηρούνταν η ημερομηνία της ηλιακής ανατολής του σχετικού αστέρα.

*Για την ηλιακή ανατολή κάθε αστέρα το **Σχηματικό Ημερολόγιο** δίνει ένα εύρος ημερομηνιών διάρκειας ενός μήνα.*

Αν η πραγματική ηλιακή ανατολή παρατηρούνταν έξω από το εύρος αυτό πρόσθεταν 1 μήνα μετά τον 6^ο ή μετά τον 12^ο μήνα του έτους.

Μεσοποταμία:

3. Το ενιαίο ημερολόγιο

Το πρακτικό ημερολόγιο πέρα από τις παρατηρήσεις.

- Τα δύο ημερολόγια **χρησιμοποιούνται παράλληλα** από το 2600 π.Χ. μέχρι μετά το 1000 π.Χ.
- Ή παράλληλη χρήση επιτρέπει την μετακίνηση από ένα ημερολόγιο που διορθώνεται επειδή ο ουρανός μάς λέει ότι έχει «ξεφύγει», σε ένα ημερολόγιο που **γνωρίζουμε εκ των προτέρων** πότε πρέπει να διορθωθεί.
- Ο μετωνικός κύκλος καταγράφεται από τον Μέτωνα τον 5^ο αιώνα π.Χ.
- Ήταν όμως γνωστός στους Βαβυλώνιους (σίγουρα όχι κατά τη συγγραφή του MUL.APIN το 1000 π.Χ.)
- Στους ύστερους Βαβυλωνιακούς χρόνους η περιοδικότητα τυποποιείται σε κύκλο 19 ετών με 7 εμβόλιμους μήνες.

19 τροπικά έτη ισοδυναμούν περίπου με 235 συνοδικούς μήνες

Απαιτούνται 7 εμβόλιμοι μήνες

Από την ανακάλυψή του η προσθήκη 13^{ου} μήνα παγιώνεται και γίνεται στα έτη 3, 6, 8, 11, 14, 17, 19

Σφάλμα 2 ωρών, 5 λεπτών και 16 δευτερολέπτων στα 19 έτη

Μια σύγκριση

Το αστρονομικό και το αριθμητικό ημερολόγιο

ΑΙΓΥΠΤΟΣ

(Πολιτικό ημερολόγιο)

Αριθμητικό:

- **Μήνας:** Πάντα 30 ημέρες (+5 στο τέλος)
- **Έτος:** Πάντα 365 μέρες

Από τη στιγμή που ξεκινάει (εποχή ημερολογίου) δεν χρειάζεται καμία παρατήρηση

Ο αριθμός ημερών ανάμεσα σε δύο ημερομηνίες μπορεί πάντα να υπολογιστεί

ΑΛΛΑ: Δεν είναι συγχρονισμένο με τις εποχές του χρόνου

VS

ΜΕΣΟΠΟΤΑΜΙΑ

(Πρακτικό ημερολόγιο)

Αστρονομικό:

- **Μήνας:** Παρατήρηση απαιτείται για το αν θα λήξει την 29^η ή την 30^η μέρα
- **Έτος:** Παρατήρηση απαιτείται για το αν θα προστεθεί εμβόλιμος μήνας

Απαιτεί συνεχείς παρατηρήσεις

Ο αριθμός ημερών ανάμεσα σε δύο ημερομηνίες μπορεί να μην είναι υπολογίσιμος

ΑΛΛΑ: Οδήγησε μέσω των συνεχών παρατηρήσεων στη δημιουργία καλύτερου αριθμητικού ημερολογίου (κανόνες για «διόρθωση»)

Νάννα, ... εσύ που ορίζεις τους μήνες και τη νέα
σελήνη, θέτεις το έτος στη θέση του.

Από λατρευτικό ύμνο στον θεό της Σελήνης, **1646–1626 π.Χ.**

Τον μήνα Σιβάν, τη 15η ημέρα, η Αφροδίτη
εξαφανίστηκε από την ανατολή.
Παρέμεινε αθέατη στον ουρανό για 2 μήνες και
11 ημέρες, και την 26η ημέρα του μήνα Ουλούλ,
η Αφροδίτη φάνηκε στη δύση.

Πινακίδα της Αφροδίτης του Αμμισαντούκα, **1646–1626 π.Χ.**

Ευχαριστώ

Ερωτήσεις;

