



Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Κοσμάς Γαζέας

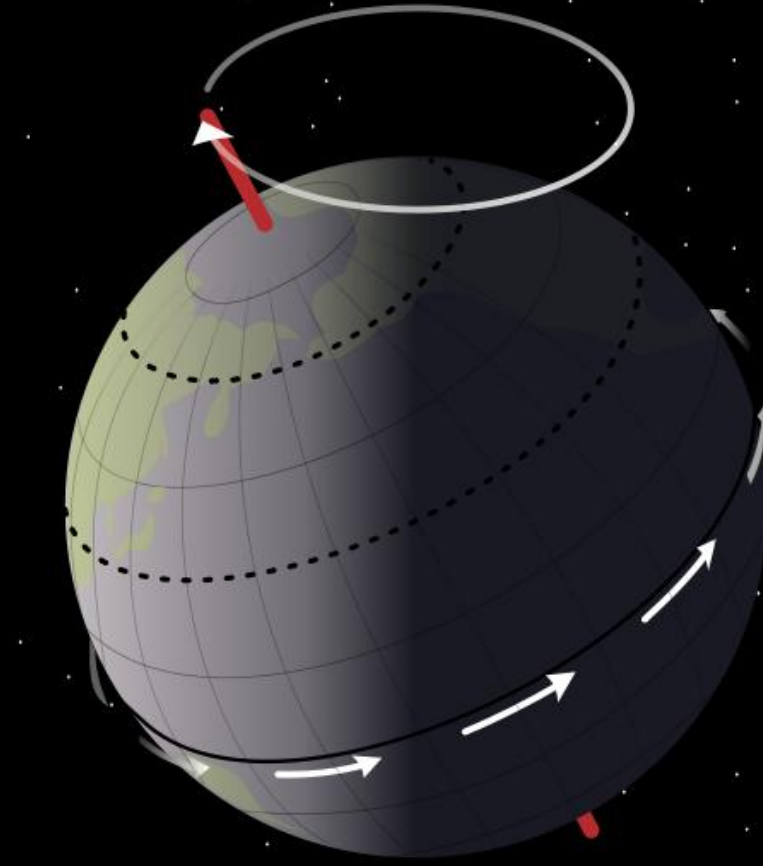
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΧΡΟΝΟΥ



Κύρια σημεία του μαθήματος

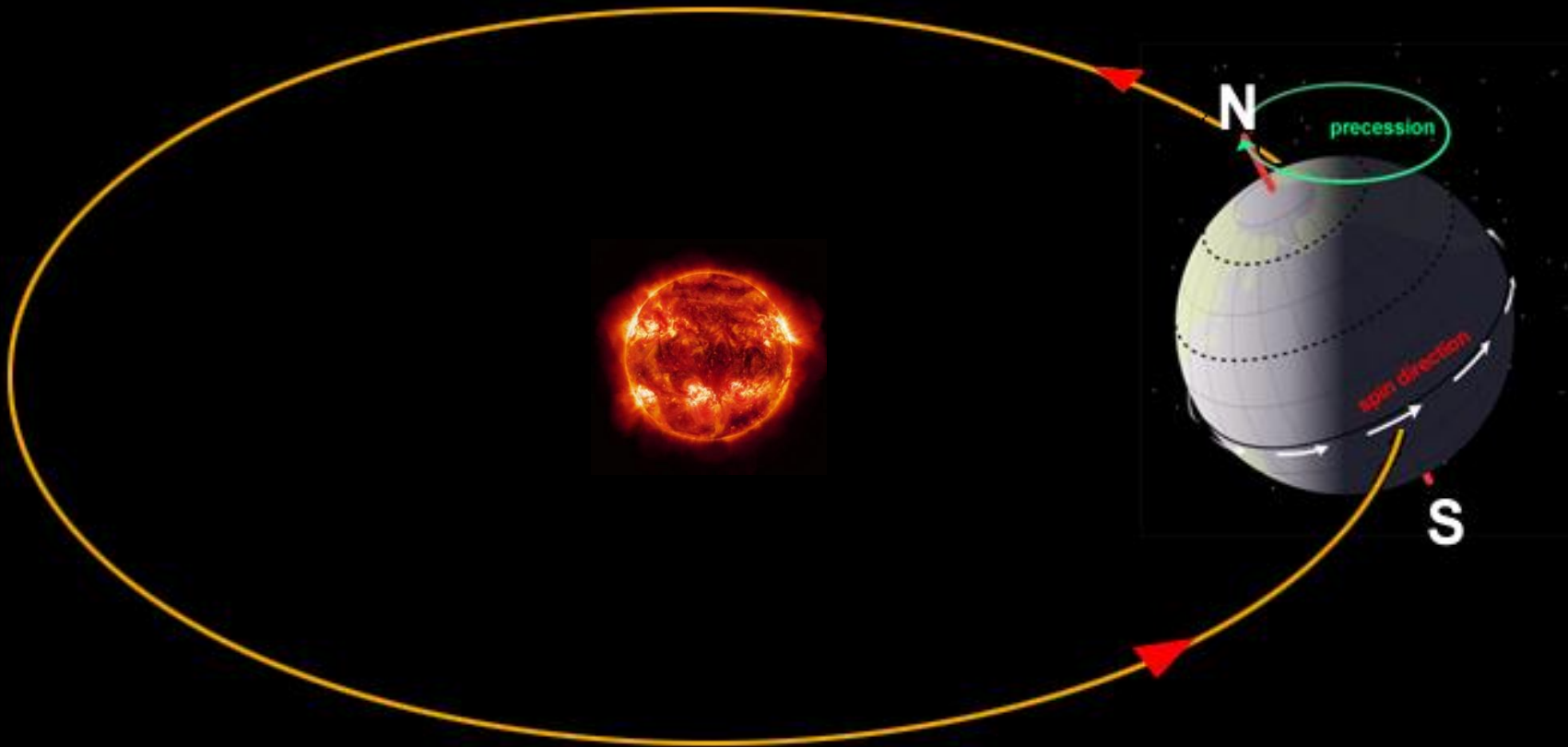
- Το σχήμα και οι κινήσεις της Γης
- Μετάπτωση και κρόνιση του άξονα της Γης
- Συστήματα χρόνου και ορισμοί:
αστρικός χρόνος, ηλιακός χρόνος, παγκόσμιος χρόνος, επίσημος χρόνος, χρόνος εφημερίδων, Ιουλιανή Ημερομηνία

Η Γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της σε 24 ώρες



Η περιστροφική αυτή κίνηση δημιουργεί την εναλλαγή ημέρας και νύχτας και ορίζεται ως γήινη ημέρα (24 ώρες).

Η Γη περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο σε 365 ημέρες

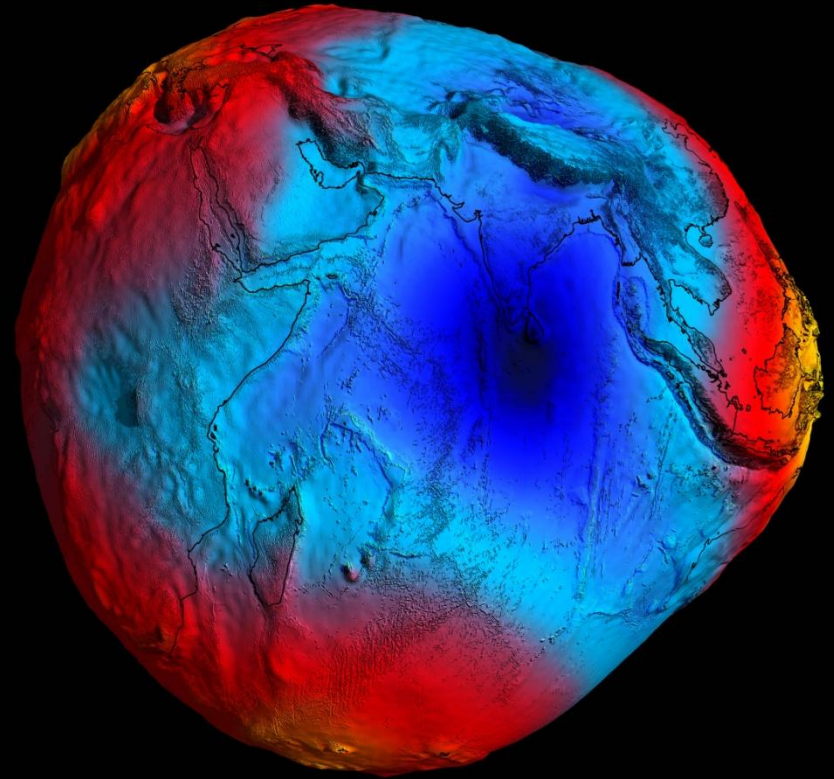
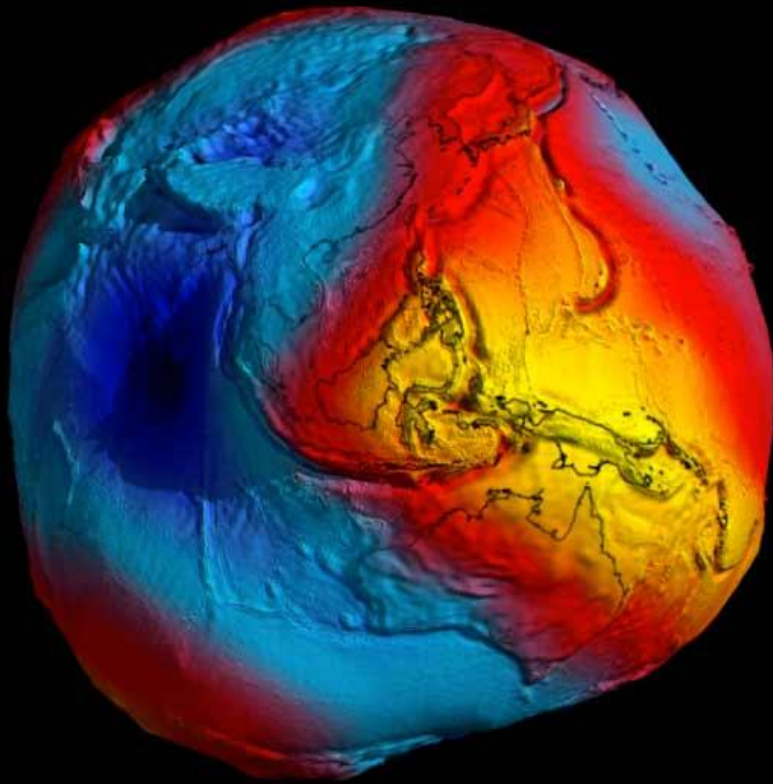


Η κίνηση αυτή ορίζεται ως ημερολογιακό έτος (~365.2425 ημέρες)

Το σχήμα της Γης δεν είναι απολύτως σφαιρικό

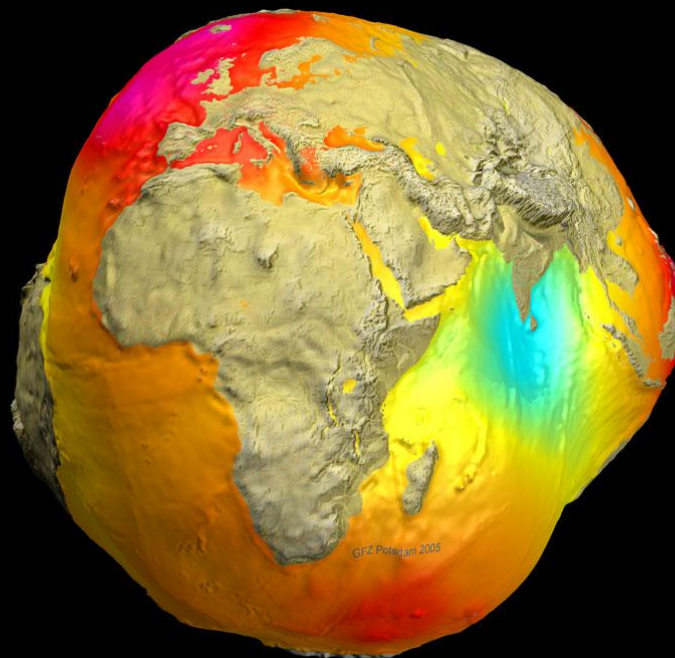


Το σχήμα της Γης δεν είναι απολύτως σφαιρικό



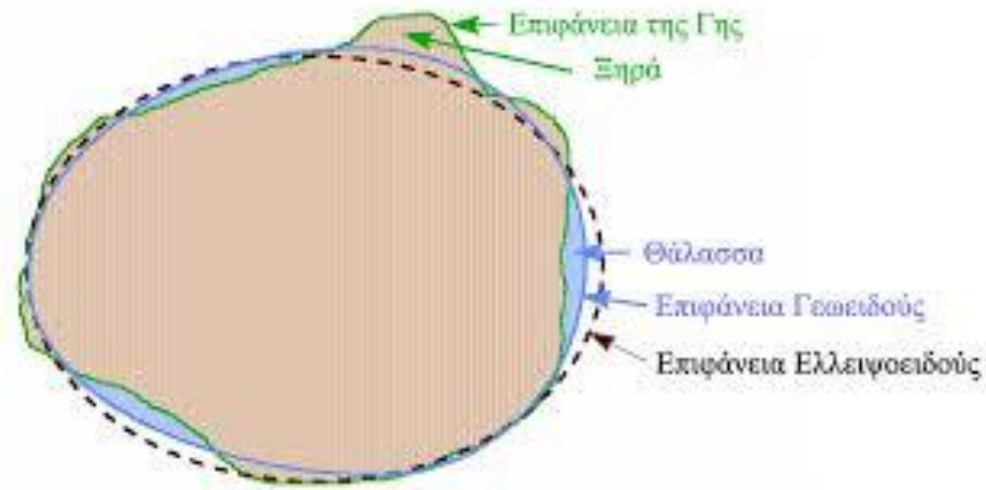
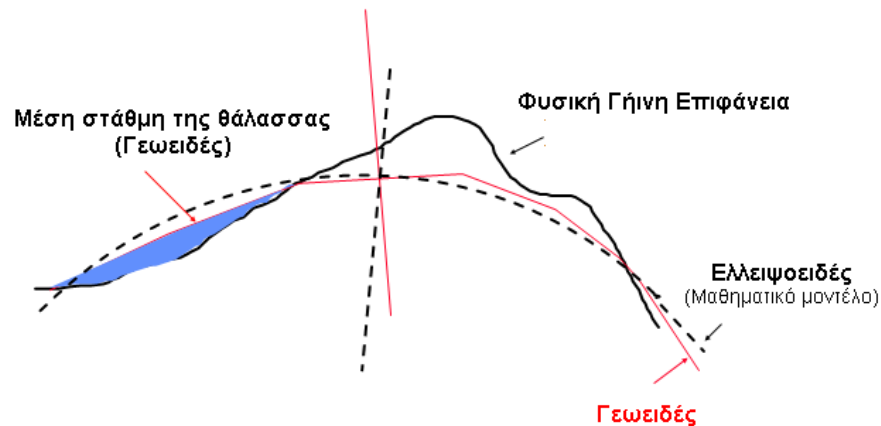
Το σχήμα της Γης δεν είναι απολύτως σφαιρικό

- ❑ Το ακριβές σχήμα της Γης είναι **απιοειδές**. Ονομάζεται **γεωειδές** και ορίζεται από την επιφάνεια που είναι κάθετη προς την κατακόρυφο σε κάθε σημείο της.



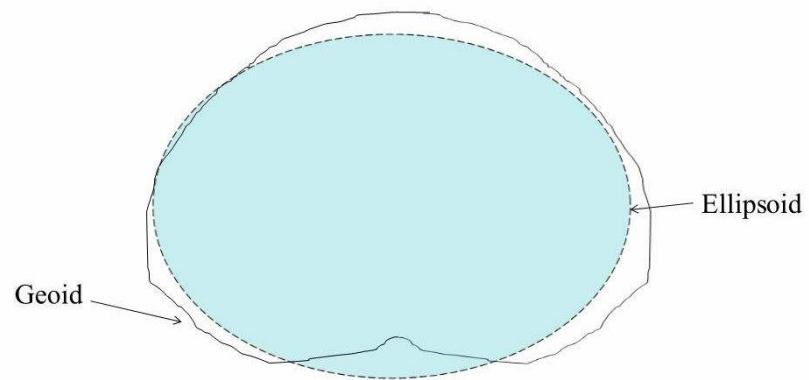
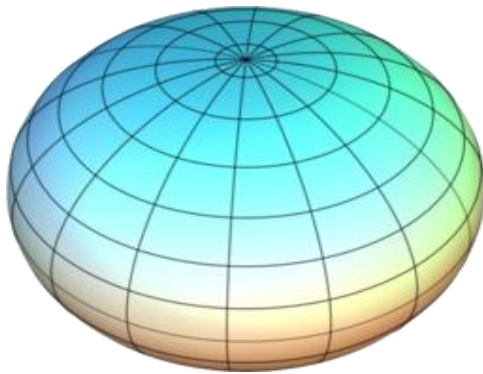
Το σχήμα της Γης δεν είναι απολύτως σφαιρικό

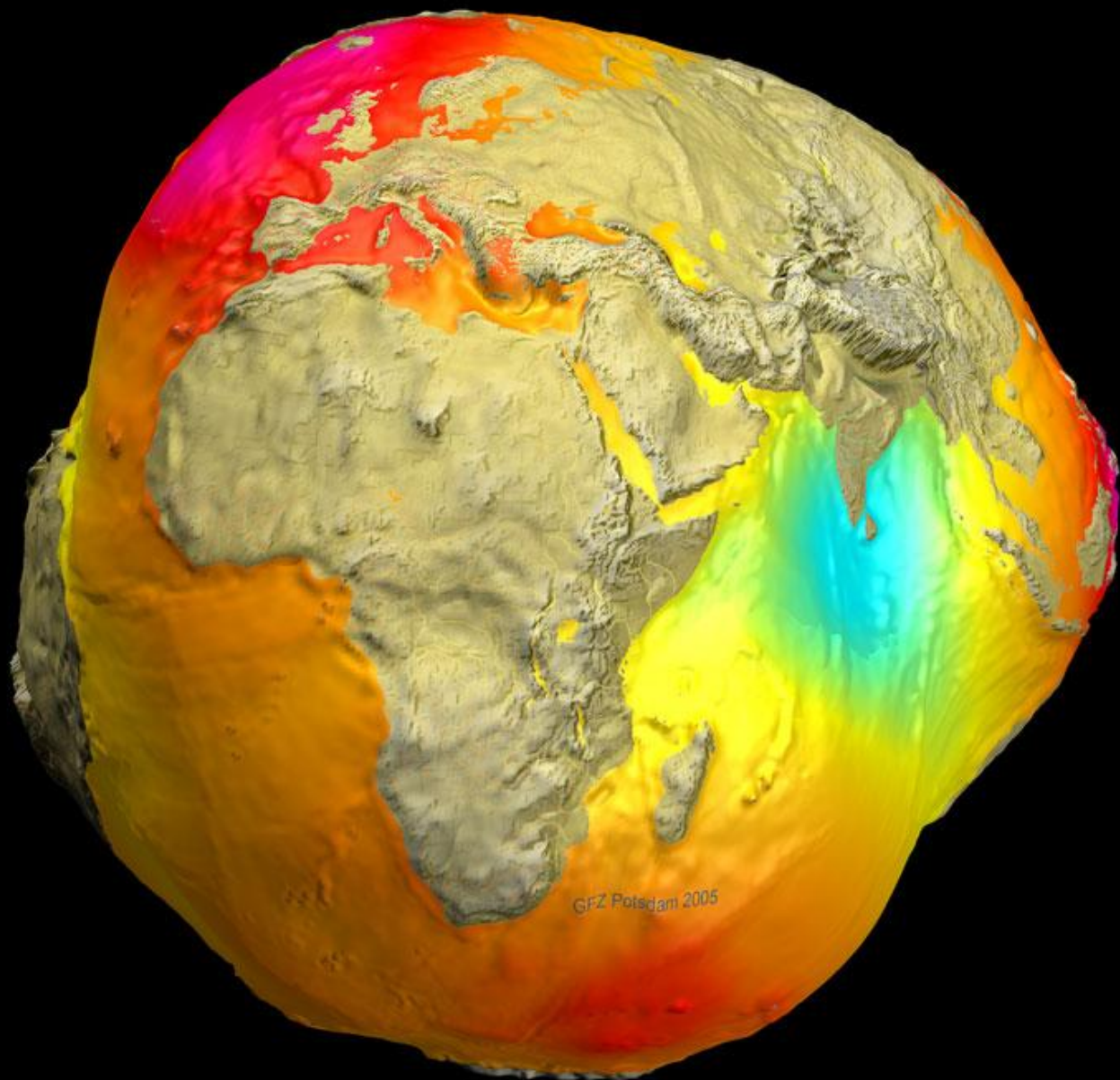
- ❑ Το ακριβές σχήμα της Γης είναι **απιοειδές**. Ονομάζεται **γεωειδές** και ορίζεται από την επιφάνεια που είναι κάθετη προς την κατακόρυφο σε κάθε σημείο της.



Το σχήμα της Γης δεν είναι απολύτως σφαιρικό

- ❑ Κατά προσέγγιση το σχήμα αυτό είναι ένα **ελλειψοειδές εκ περιστροφής** (περιστροφή γύρω από τον άξονα περιστροφής της Γης)
- ❑ Οι μεσημβρινοί της Γης δεν είναι ακριβώς μέγιστοι κύκλοι αλλά ελλείψεις

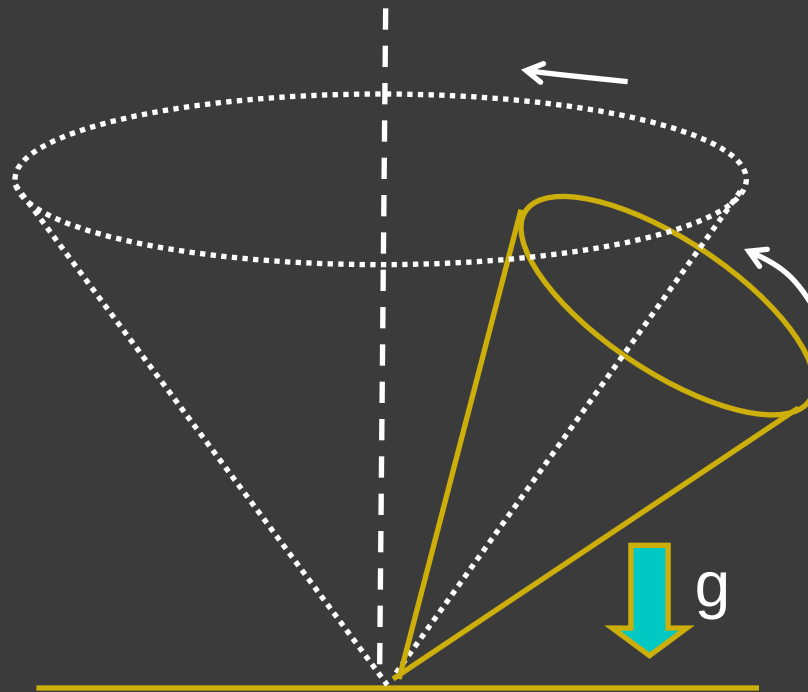




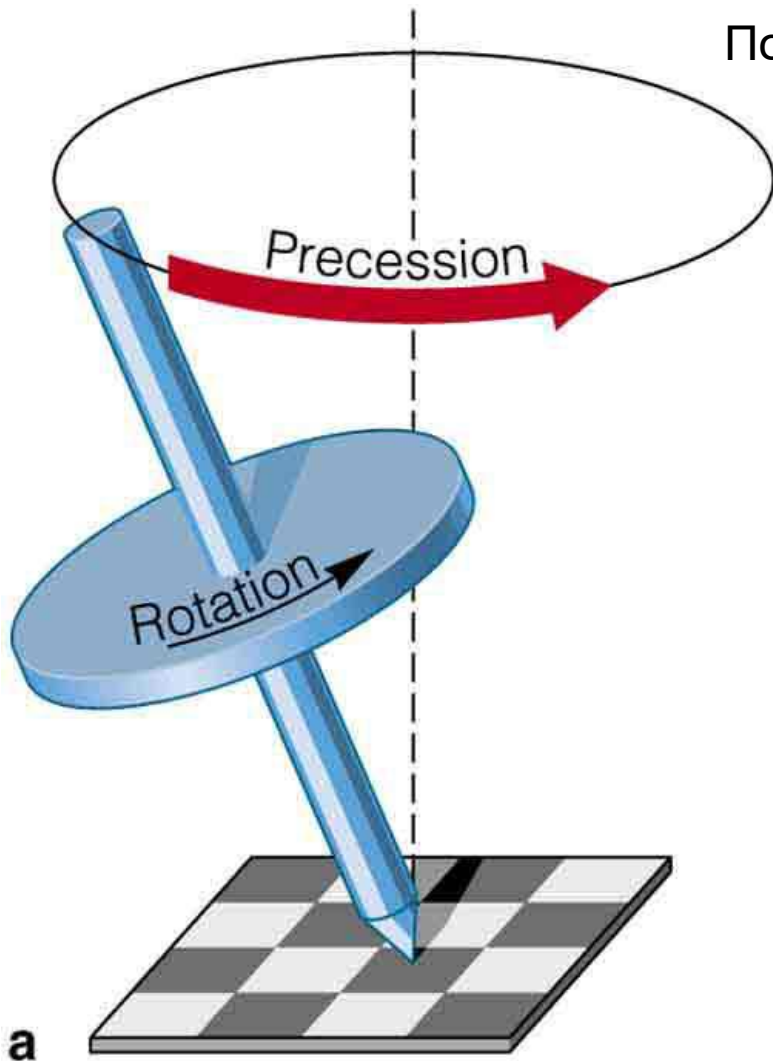
Κίνηση της Γης ως στερεό σώμα

- Όταν σε μια οποιαδήποτε περιστρεφόμενη ασύμμετρη κατανομή μάζας ασκούνται εξωτερικές ροπές, προκαλείται μετάπτωση και κρόνιση του άξονα περιστροφής
- Παρατηρήσεις των μεταβολών στα τροχιακά επίπεδα τεχνητών δορυφόρων δείχνουν ότι η Γη τείνει να έχει σχήμα αχλαδιού (απιοειδές): υπάρχει περισσότερη μάζα στο νότιο ημισφαίριο

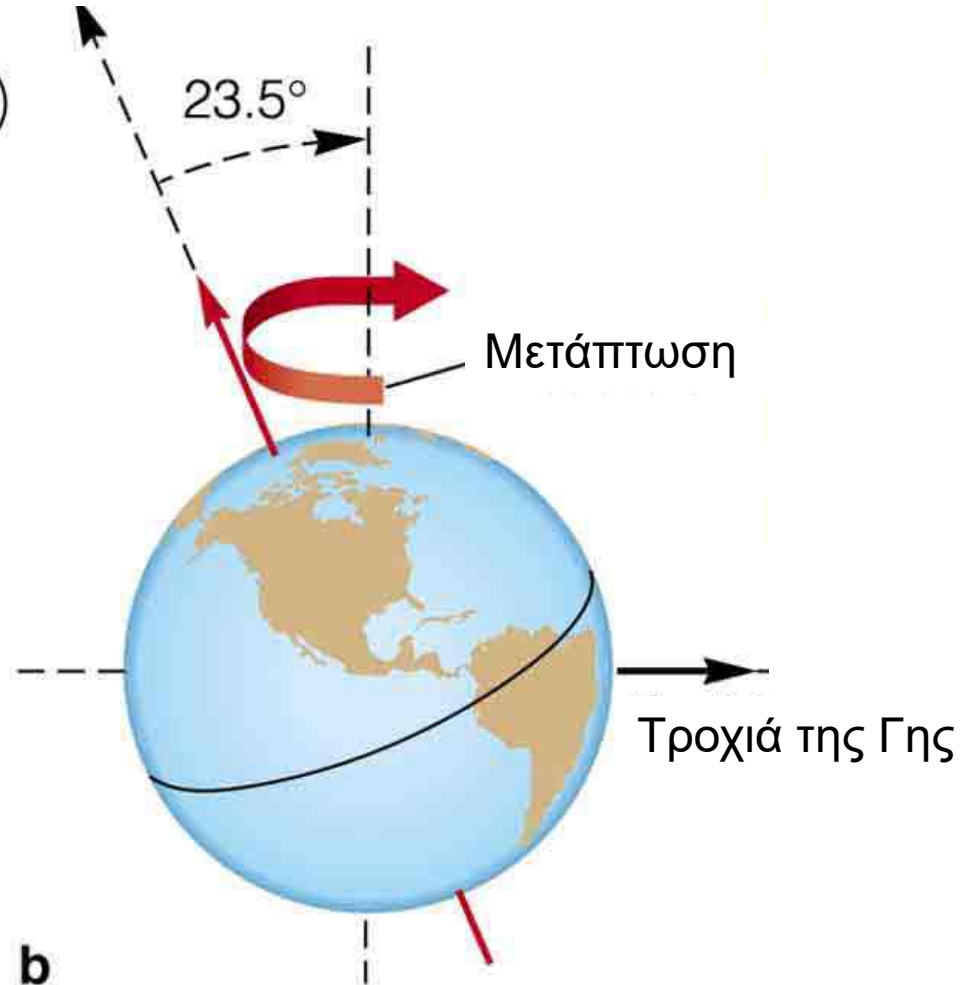
Το παράδειγμα της σβούρας



Το παράδειγμα της σβούρας

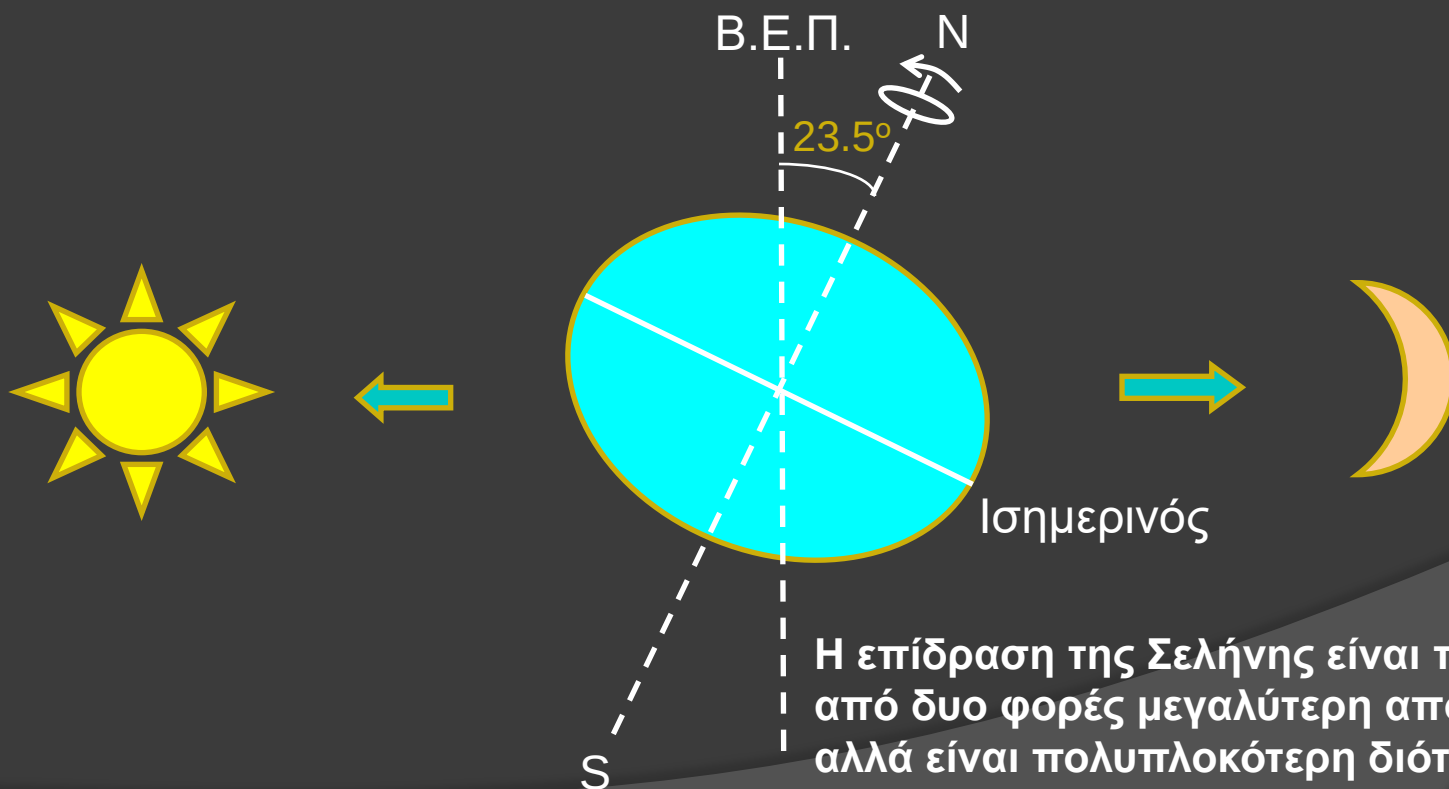


Πολικός Αστέρας



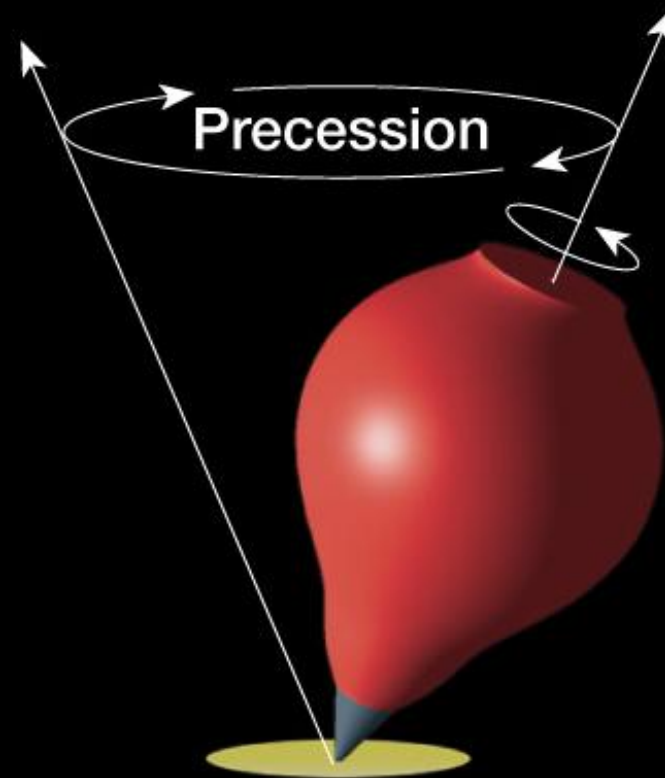
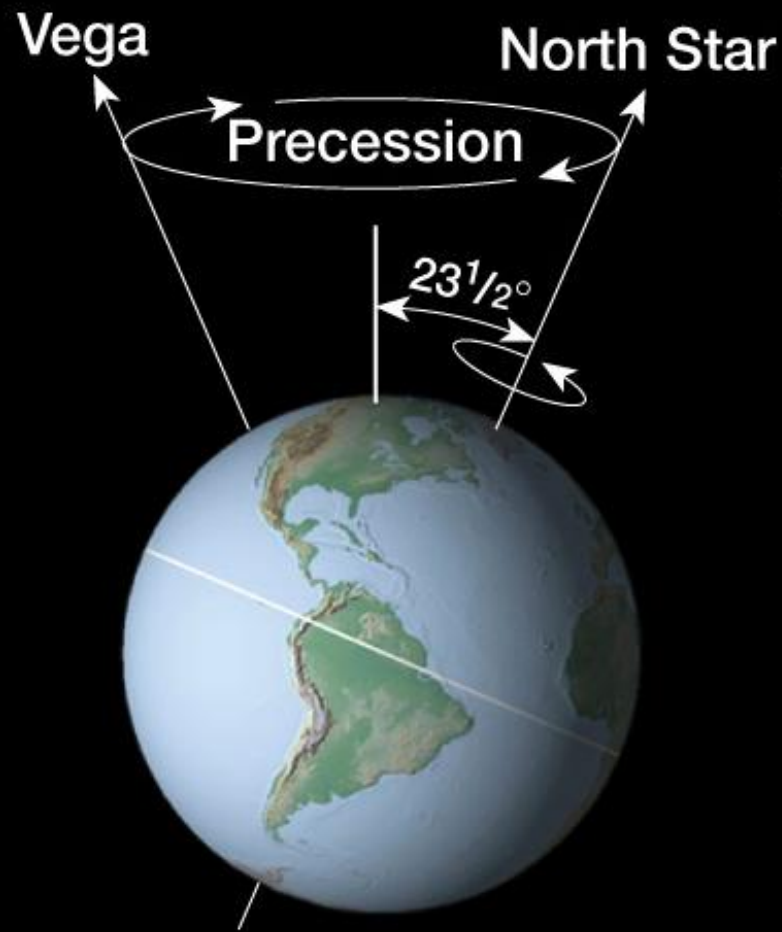
Ο Ήλιος (και αντίστοιχα η Σελήνη) έλκει ισχυρότερα το πλησιέστερο ισημερινό εξόγκωμα απ' ότι το πιο απομακρυσμένο, κι έτσι ασκεί ένα ζεύγος δυνάμεων στον άξονα της Γης με φορά που θα έτεινε (αν η Γη δεν περιστρεφόταν) να τον προσανατολίζει κάθετα στο επίπεδο της τροχιάς της Γης (εκλειπτική).

Λόγω της ημερήσιας γήινης περιστροφής, ο άξονας της Γης πραγματοποιεί μετάπτωση γύρω από την κάθετο στο εκλειπτικό επίπεδο (Βόρειο Εκλειπτικό Πόλο - Β.Ε.Π.). Επειδή ο ισημερινός αποκλίνει από το επίπεδο της εκλειπτικής περίπου 23.5° , ο άξονας διαγράφει στο χώρο ένα κώνο με ημικατακόρυφη γωνία 23.5°



Η επίδραση της Σελήνης είναι περισσότερο από δυο φορές μεγαλύτερη από του Ήλιου αλλά είναι πολυπλοκότερη διότι το επίπεδο της τροχιάς της δεν είναι σταθερό.

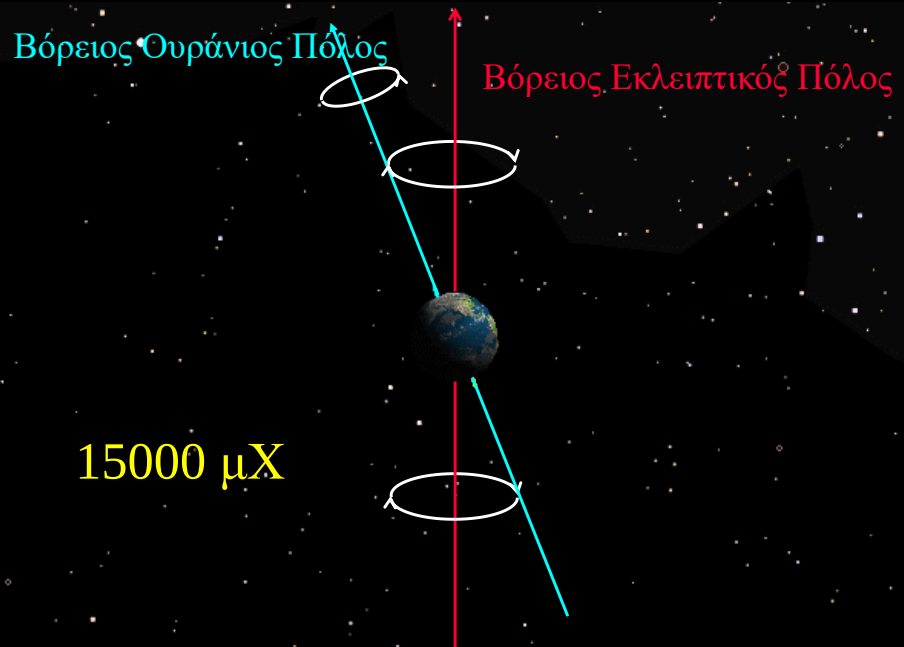
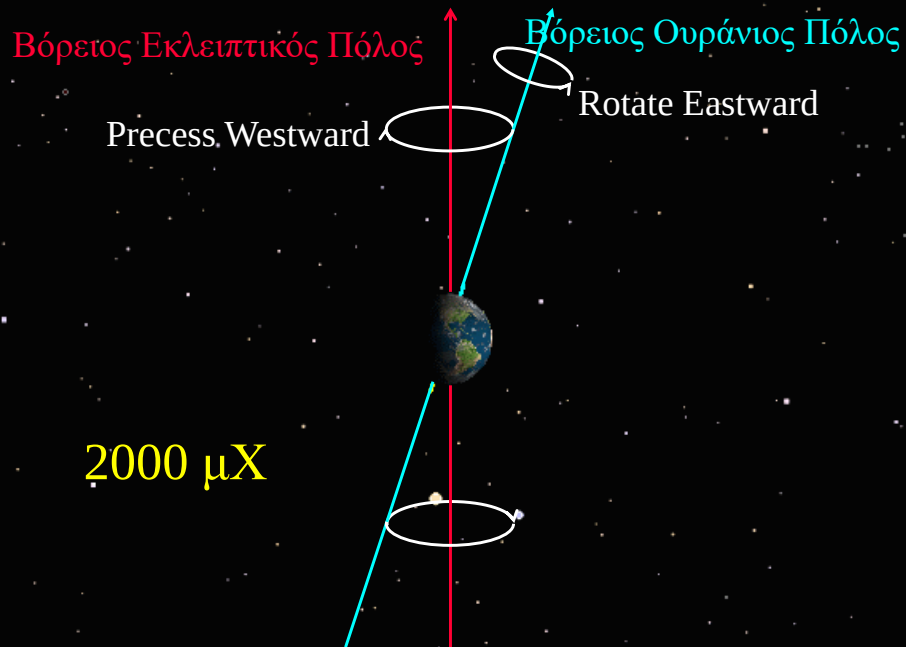
Μετάπτωση του άξονα περιστροφής της Γης



Σεληνοηηιαθή Μετάππωση των Ισημεριών

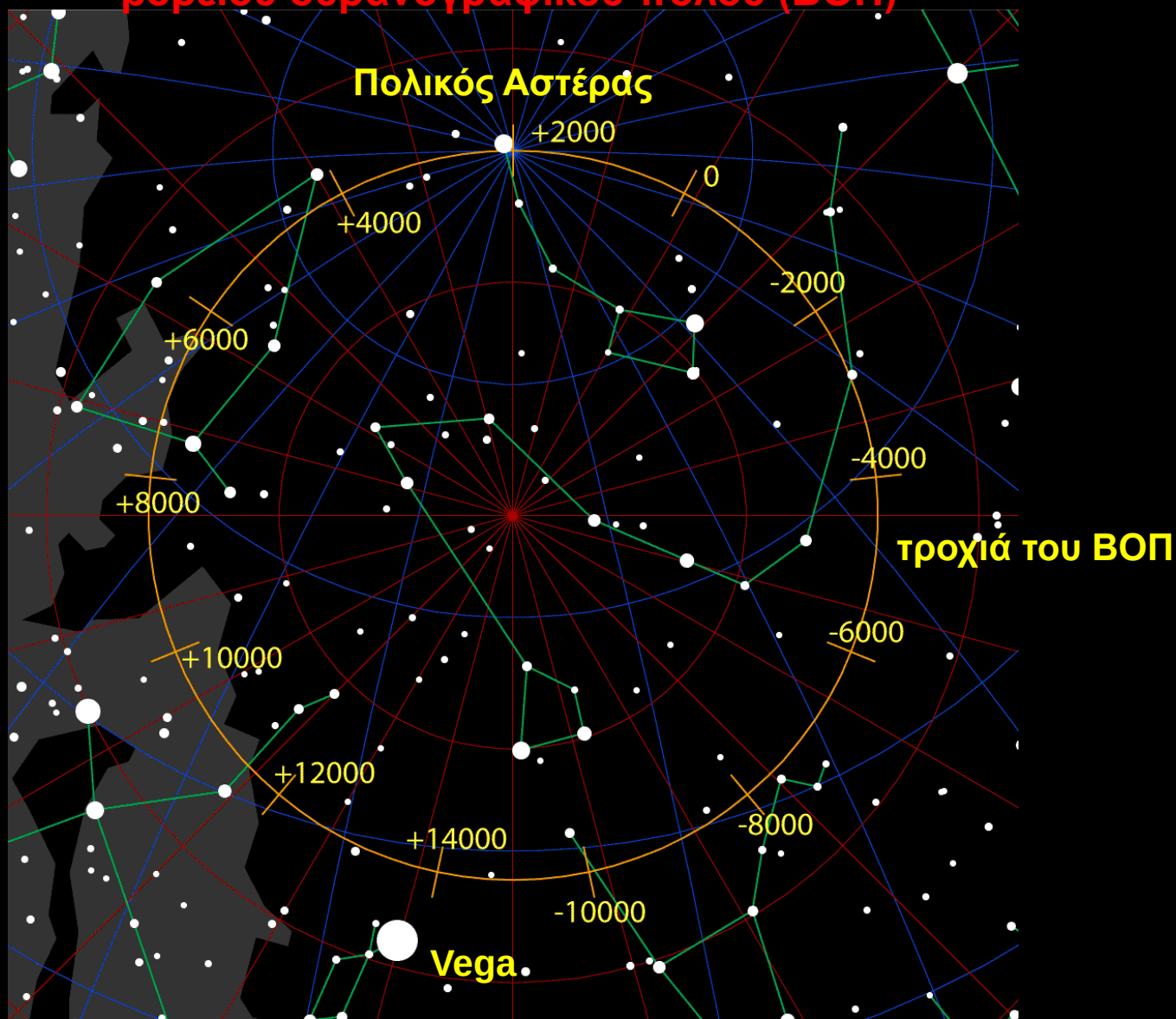
- Ο συνδυασμός των ροπών από την Σελήνη και τον Ήλιο προκαλούν την μετάππωση του άξονα περιστροφής της Γης
- Η επίδραση της Σελήνης είναι η σημαντικότερη (λόγω εγγύτητας), αλλά και τα δυο σώματα ασκούν ροπές στο ισημερινό εξόγκωμα προσπαθώντας να ευθυγραμμίσουν τον γήινο ισημερινό με την εκλειπτική. Λόγω διατήρησης της στροφορμής, η επίδραση των ροπών είναι η μετάππωση του άξονα περιστροφής (κίνηση σβούρας).
- Η περίοδος της μεταππωτικής κίνησης της Γης είναι περίπου 25800 έτη.
- Έτσι οι θέσεις των ισημεριών δεν είναι σταθερές, αλλά «κινούνται» πάνω στην εκλειπτική, προς τα δυτικά (ανάδρομα), περίπου $50.26''$ /χρόνο
- Επομένως οι ουρανογραφικές συντεταγμένες μεταβάλλονται με τον ίδιο ρυθμό
- Οι ουράνιοι πόλοι ακολουθούν κύκλους γύρω από τους εκλειπτικούς πόλους μία φορά κάθε 25800 χρόνια με ακτίνα 23.5°

Μετάπτωση του άξονα περιστροφής της Γης (Precession)



Χρειάζονται ~25800 χρόνια για να συμπληρωθεί ένας πλήρης κύκλος.

Με κίτρινη γραμμή φαίνεται η κυκλική τροχιά που διανύει το «ίχνος» του βόρειου ουρανογραφικού πόλου (ΒΟΠ)



Χρειάζονται ~25800 χρόνια για να συμπληρωθεί ένας πλήρης κύκλος.

Ποιος αστέρας είναι κοντά στον Βόρειο Ουρανογραφικό Πόλο;

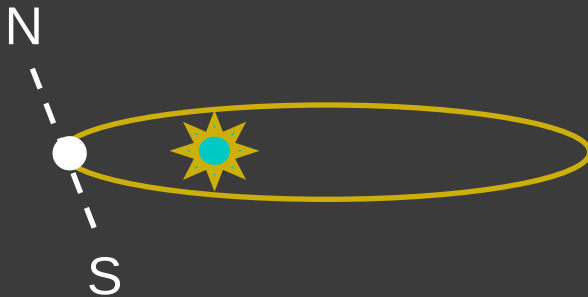


Πολικός αστέρας

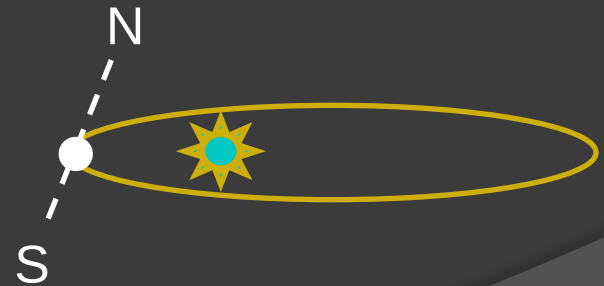


Vega

Σήμερα



Μετά από ~13,000 yr



Μετάπτωση του άξονα περιστροφής της Γης (Precession)

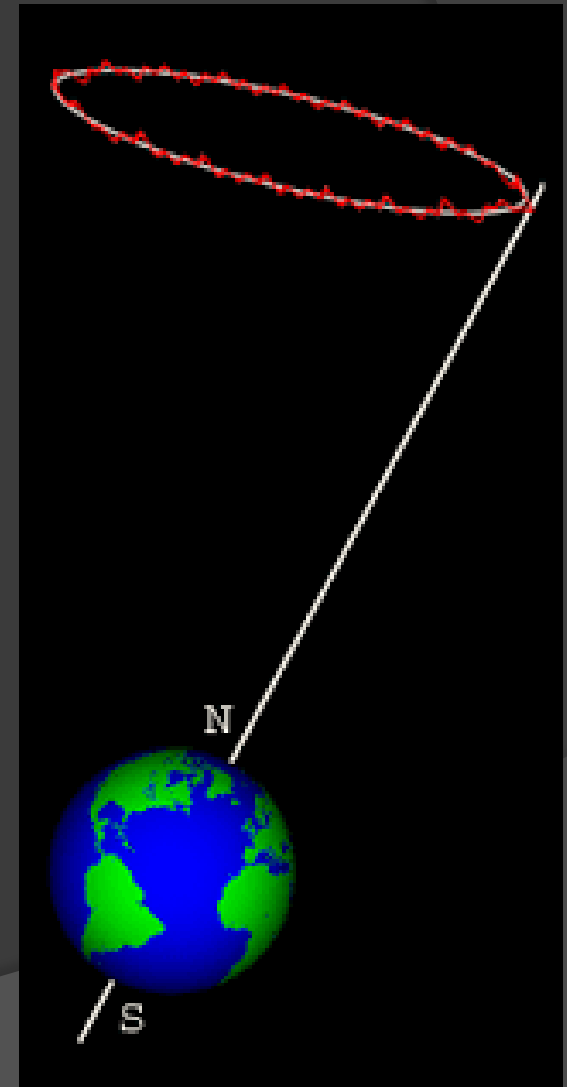
- Η επίδραση των πλανητών του Ηλιακού Συστήματος προκαλούν επιπλέον κρόνιση του άξονα περιστροφής της Γης και προκαλούν ανωμαλίες στη μεταπτωτική κίνηση (πλανητική μετάπτωση λόγω μικρών μετατοπίσεων του επιπέδου της εκλειπτικής μείωση των ορθών αναφορών κατά $0.13''/\text{έτος}$)

Μερικά αποτελέσματα της μεταπτωτικής κίνησης του άξονα είναι:

- Το έτος 2100 μ.Χ. ο πολικός αστέρας θα είναι πάρα πολύ κοντά στον πραγματικό βόρειο ουράνιο πόλο
- Το έτος 7500 μ.Χ. ο πολικός αστέρας θα είναι κοντά στον α Cep
- Οι πόλοι έχουν στραφεί κατά 70° στην διάρκεια των ιστορικών χρόνων

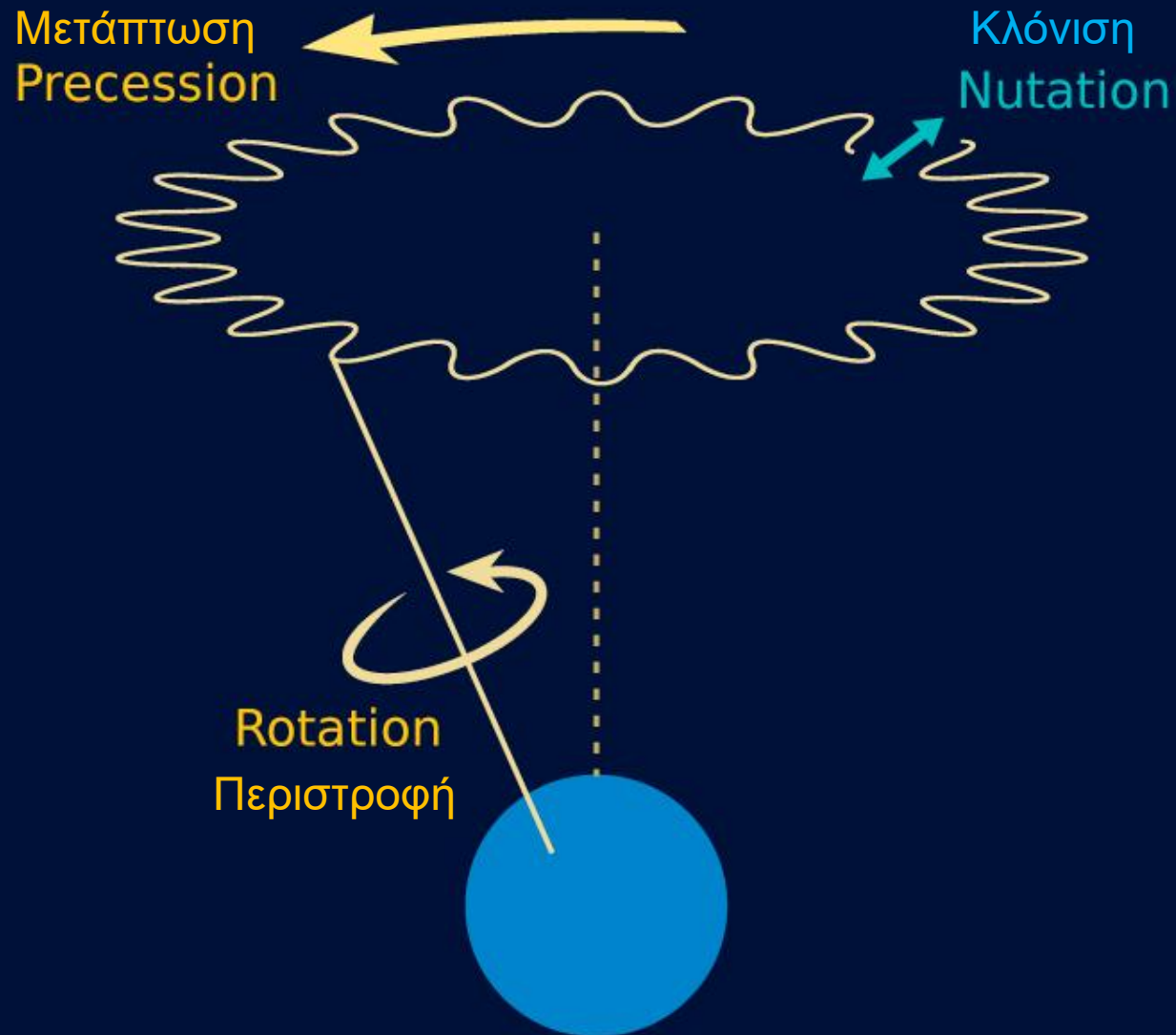
Κλόνιση του άξονα περιστροφής της Γης (Nutation)

- Η κλόνιση του άξονα περιστροφής (αλλαγή της γωνίας των 23.5°) οφείλεται κυρίως στην επίδραση της Σελήνης: τροχιακό επίπεδο της Σελήνης σχηματίζει 6° με την εκλειπτική
- Περίοδος κλόνισης: 18.6 yr
- Η μέγιστη απομάκρυνση από τον μέσο κύκλο που διαγράφεται από τον κάθε πόλο, είναι μόλις $9.2''$

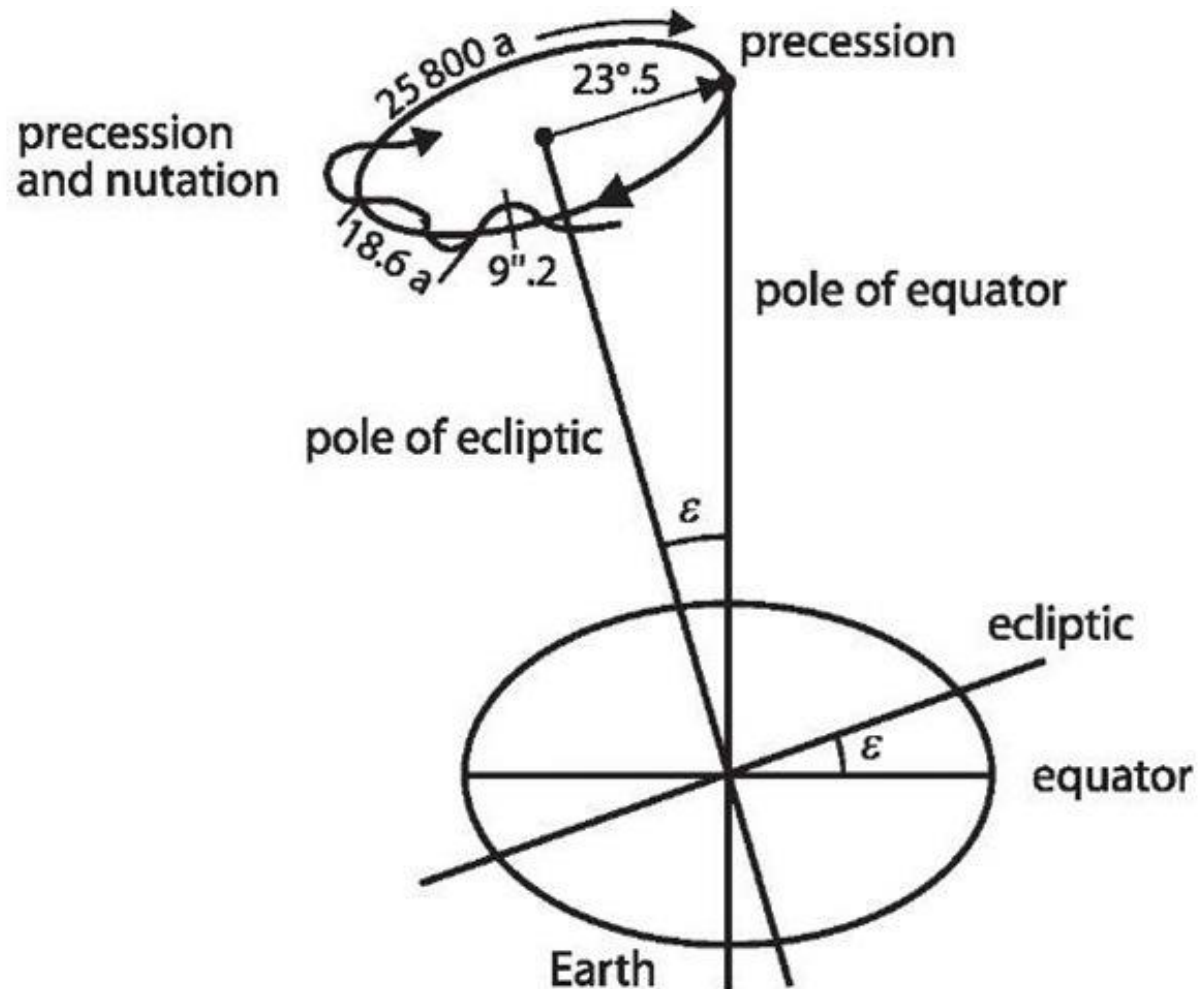


Precession, Nutation

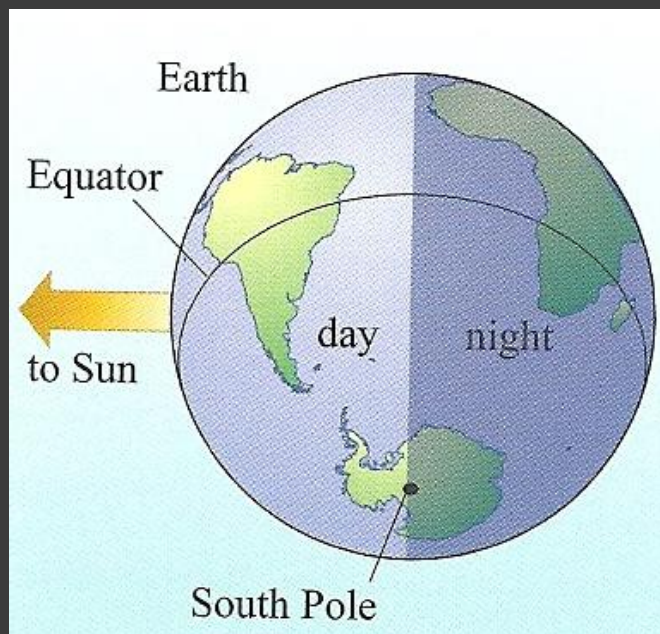
(Not to scale)



Κλόνιση και μετάπτωση του άξονα περιστροφής της Γης



Μέτρηση του χρόνου



- Η μέτρηση του χρόνου βασίζεται στη περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της
- Καθώς η Γη περιστρέφεται, τα ουράνια σώματα φαίνονται να κινούνται από ανατολικά προς τα δυτικά περνώντας κάθε μέρα από το μεσημβρινό του τόπου
- Η μέτρηση του χρόνου ανάγεται στη μέτρηση της ωριαίας γωνίας συγκεκριμένου αστέρα ή σταθερού σημείου της ουράνιας σφαίρας.
- Καθώς η ουράνια σφαίρα περιστρέφεται από ανατολικά προς τα δυτικά, η ωριαία γωνία ενός σημείου της αυξάνει ομαλά με τον χρόνο.
- Ανάλογα με το σημείο που επιλέγουμε για να μετρήσουμε την ωριαία γωνία, έχουμε διάφορα συστήματα χρόνου

Συστήματα χρόνου

Τα κυριότερα συστήματα χρόνου στην Αστρονομία είναι:

- Αστρικός Χρόνος (Sidereal Time – ST)
- Ηλιακός Χρόνος (Solar Time)
- Παγκόσμιος Χρόνος (Universal Time – UT)
- Δυναμικός Χρόνος ή Χρόνος Εφημερίδων (TDT ή ET)
- Διεθνής Ατομικός Χρόνος (International Atomic Time - TAI)

Τα πρώτα 4 συστήματα χρόνου βασίζονται σε κινήσεις ουρανίων σωμάτων, ενώ το τελευταίο βασίζεται σε εργαστηριακές μετρήσεις (ατομικό ρολόι)

Αστρικός Χρόνος (Sidereal Time – ST)

- **Αστρικός Χρόνος** είναι η Ωριαία Γωνία του σημείου γ (Εαρινή Ισημερία).

$$ST = H_{\gamma}$$

Αυτό προκύπτει από τη σχέση $ST = \alpha + H$ (για το H_{γ} ισχύει ότι $\alpha=0$ εξ' ορισμού)

- **Αστρική Ημέρα** είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών άνω μεσουρανήσεων του σημείου γ.
- **Αστρικό Έτος** είναι ο μέσος χρόνος που χρειάζεται η Γη για να διαγράψει μια πλήρη περιφορά γύρω από τον Ήλιο σε σχέση με τα μακρινά αστέρια.

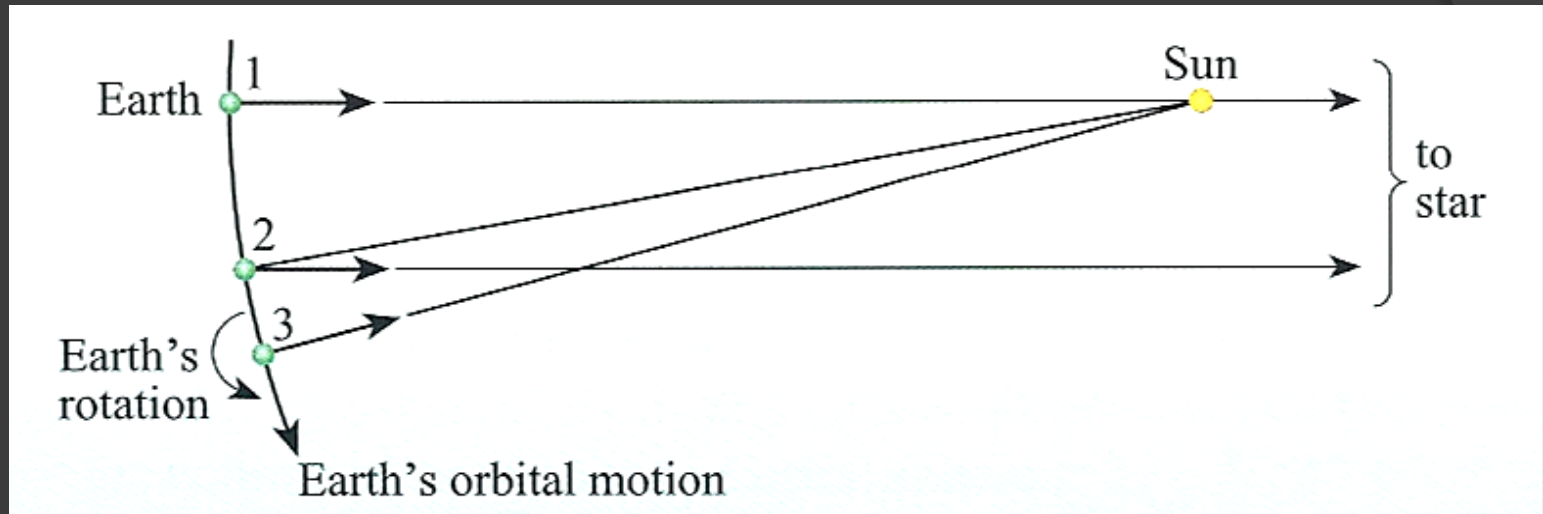
Μέσος Αστρικός Χρόνος (Mean Sidereal Time)

- Εάν εξαιρέσουμε την ελλειπτική τροχιά της Γης και την κλόνιση του άξονά της, το εαρινό σημείο γ βρίσκεται σε σταθερό σημείο επάνω στην ουράνια σφαίρα. Στην πραγματικότητα όμως κινείται ελάχιστα, αργά και σχεδόν ομαλά.
- Η μέση θέση του εαρινού σημείου γ (έστω γ') ορίζει τον **μέσο αστρικό χρόνο** σε έναν τόπο.
- **Μέσος Αστρικός Χρόνος** είναι η Ωριαία Γωνία του μέσου σημείου γ' .

$$MST = H_{\gamma'}$$

- Λόγω της μετάπτωσης, το γ' κινείται ανάδρομα επάνω στην εκλειπτική κατά $50.26''$ κάθε έτος. Συνέπεια αυτού είναι οι ουρανογραφικές συντεταγμένες να μεταβάλλονται ελάχιστα κάθε χρόνο.

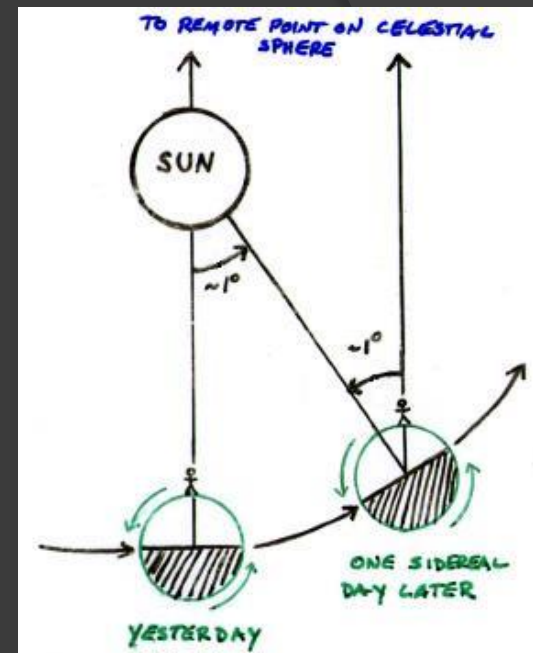
Αστρική ημέρα (sidereal day)



- Στη θέση 1 ο Ήλιος είναι πάνω στον μεσημβρινό του παρατηρητή (τοπική μεσημβρία).
- Υποθέτουμε ότι ένα αστέρι βρίσκεται πάνω στην προέκταση της ευθείας Γης-Ηλίου.
- Καθώς η Γη κινείται κατά μήκος της τροχιάς της (365.26 μέρες) ταυτόχρονα περιστρέφεται.
- Ας υποθέσουμε ότι στη θέση 2 η Γη έχει περιστραφεί μόνο 1 φορά σε σχέση με τους μακρινούς αστέρες, οπότε το αστέρι βρίσκεται πάλι στην ίδια διεύθυνση.
- Ο χρόνος μεταξύ των θέσεων 1 και 2 λέγεται αστρική μέρα.
- Ο Ήλιος όμως δεν είναι ακόμα στη μεσημβρία. Η Γη πρέπει να περιστραφεί ακόμα λίγο για να βρεθεί ο Ήλιος στον μεσημβρινό (θέση 3).
- Ο χρόνος μεταξύ των θέσεων 1 και 3 είναι η ηλιακή μέρα (και είναι λίγα λεπτά μεγαλύτερη από την αστρική μέρα).

Διαφορά Ηλιακής Ημέρας και Αστρικής Ημέρας

- Μια ηλιακή ημέρα διαρκεί ακριβώς 24 ώρες και είναι το διάστημα που χρειάζεται η Γη για να εκτελέσει μια πλήρη περιστροφή γύρω από τον άξονά της ως προς τον Ήλιο (το διάστημα δύο διαδοχικών διελεύσεων του Ήλιου από τον κεντρικό μεσημβρινό του τόπου).
- Ένα έτος διαρκεί περίπου 365 ημέρες και είναι το διάστημα που χρειάζεται η Γη για να εκτελέσει μια πλήρη περιφορά γύρω από τον Ήλιο.
- Κάθε πλήρη περιστροφή της Γης ως προς τον Ήλιο η αστρική ημέρα είναι λίγο μικρότερη σε διάρκεια από την ηλιακή ημέρα.
- Έτσι μέσα σε 365 ηλιακές ημέρες η Γη έχει εκτελέσει 366 περιστροφές ως προς τα αστέρια (αστρικές ημέρες). Επομένως:
 - Αστρική ημέρα = $\frac{365}{366} = 1 - \frac{1}{366} = 0.997$ ηλιακές ημέρες
 - Η διαφορά ($1/366$ ημέρες) ισούται με 4 περίπου λεπτά: $\frac{1}{366} \times 24 \times 60 = 3.93\text{min}$

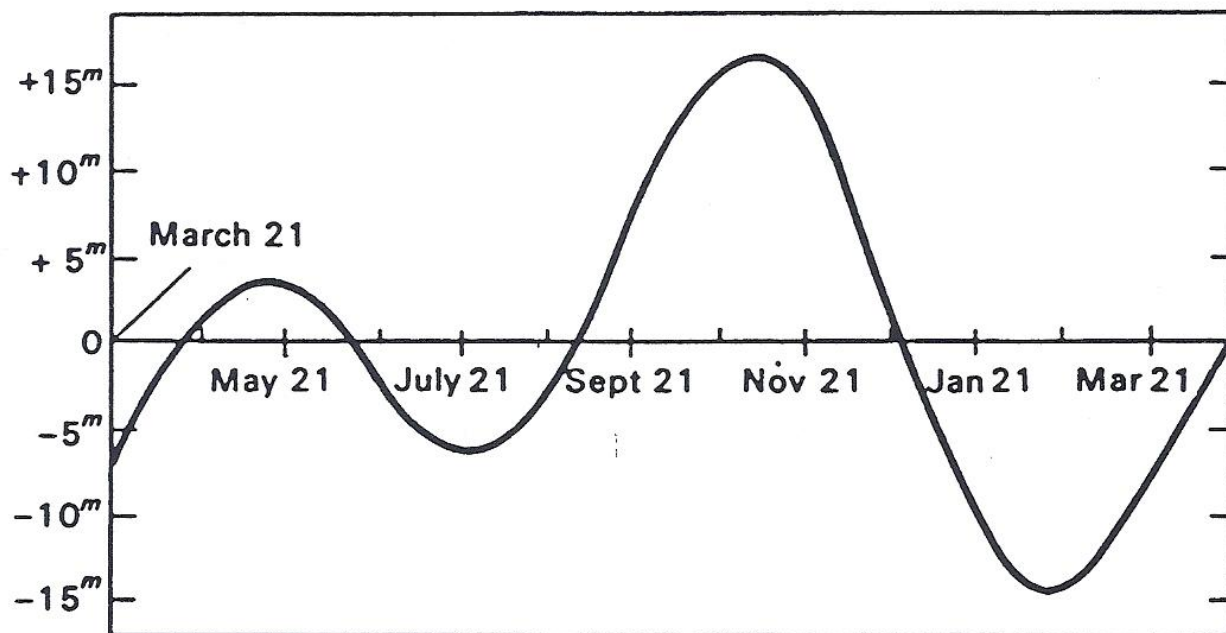


Μέσος Ηλιακός Χρόνος (Mean Solar Time)

- Εάν υποθέσουμε ότι η περιστροφή και η περιφορά της Γης είναι ομαλές κυκλικές κινήσεις, τότε ο Ήλιος θα εμφανίζεται στην ίδια θέση στον ουρανό κάθε μέρα.
- Η μέση θέση του Ήλιου το μεσημέρι (δηλαδή επάνω στον κεντρικό μεσημβρινό του τόπου) θα ονομάζεται **Μέσος Ήλιος** και με βάση τη θέση αυτή θα ορίζεται ο **Μέσος Ηλιακός Χρόνος** σε έναν τόπο.
- Το χρονικό αυτό διάστημα δύο διαδοχικών άνω μεσουρανήσεων του Μέσου Ήλιου ονομάζεται **Μέσος Ηλιακός Χρόνος** και έχει οριστεί να έχει διάρκεια 24 ώρες.
- Με βάση τον Μέσο Ήλιο έχουν κατασκευαστεί όλα τα ρολόγια που γνωρίζουμε σήμερα, η διάρκεια της ώρας, του δευτερολέπτου κτλ.

Η εξίσωση του χρόνου κατά τη διάρκεια του έτους

- Η **Μέση Ηλιακή Ημέρα** διαφέρει από την **Αληθή Ηλιακή Ημέρα**, διότι η κίνηση της Γης είναι ελλειπτική. Η χρονική διαφορά τους ονομάζεται **εξίσωση του χρόνου** και ακολουθεί την καμπύλη του παρακάτω σχήματος.



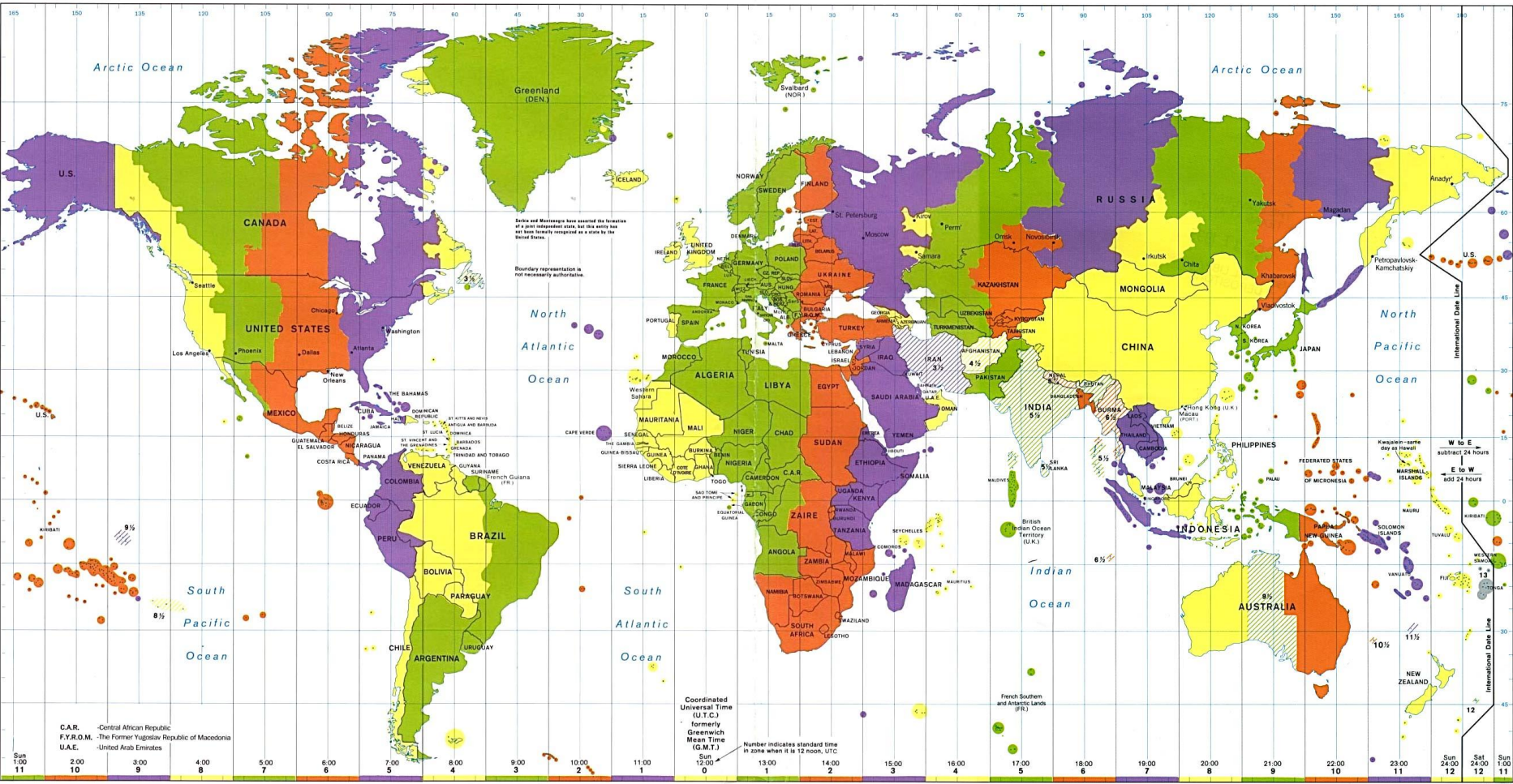
Παγκόσμιος Χρόνος (Universal Time – UT)

- **Παγκόσμιος Χρόνος (UT)** είναι ο χρόνος που δείχνει ένα ρολόι, το οποίο δεν αλλάζει σε κανέναν τόπο και για κανέναν λόγο.
- Στα κοινά συστήματα χρόνου αλλαγές γίνονται συχνά πχ λόγω θερινής ώρας ή λόγω της διαφοράς ώρας μεταξύ κρατών.
- Ο Παγκόσμιος Χρόνος είναι ένα κοινό ρολόι (24-ωρης βάσης), το οποίο δεν αναφέρεται σε κανέναν τόπο.
- Σαν αρχή του χρόνου για το παγκόσμιο αυτό ρολόι ορίστηκε ο **Μέσος Χρόνος Greenwich (GMT)** και συμπίπτει με αυτόν μόνο τον χειμώνα. Το καλοκαίρι το Greenwich εφαρμόζει θερινή διόρθωση, ενώ ο παγκόσμιος χρόνος δεν αλλάζει καθόλου.

Επίσημος Χρόνος ενός κράτους

- Ο **Επίσημος Χρόνος ενός τόπου (Local Time - LT)** είναι ο χρόνος που δείχνει ένα ρολόι σε δεδομένο τόπο και εξαρτάται από το γεωγραφικό μήκος λ.
- Σαν αρχή του επίσημου χρόνου ενός κράτους ορίστηκε ο **Μέσος Χρόνος Greenwich (GMT)**.
- Έτσι, ο επίσημος χρόνος στην Ελλάδα διαφέρει κατά 2 ώρες από το GMT (τόσο τον χειμώνα όσο και το καλοκαίρι, εφόσον και τα δύο κράτη εφαρμόζουν θερινή διόρθωση μιας ώρας).
- Αντίστοιχα, ο επίσημος χρόνος στην Ελλάδα διαφέρει κατά 2 ώρες από το UT το χειμώνα και κατά 3 ώρες το καλοκαίρι.

Standard Time Zones of the World



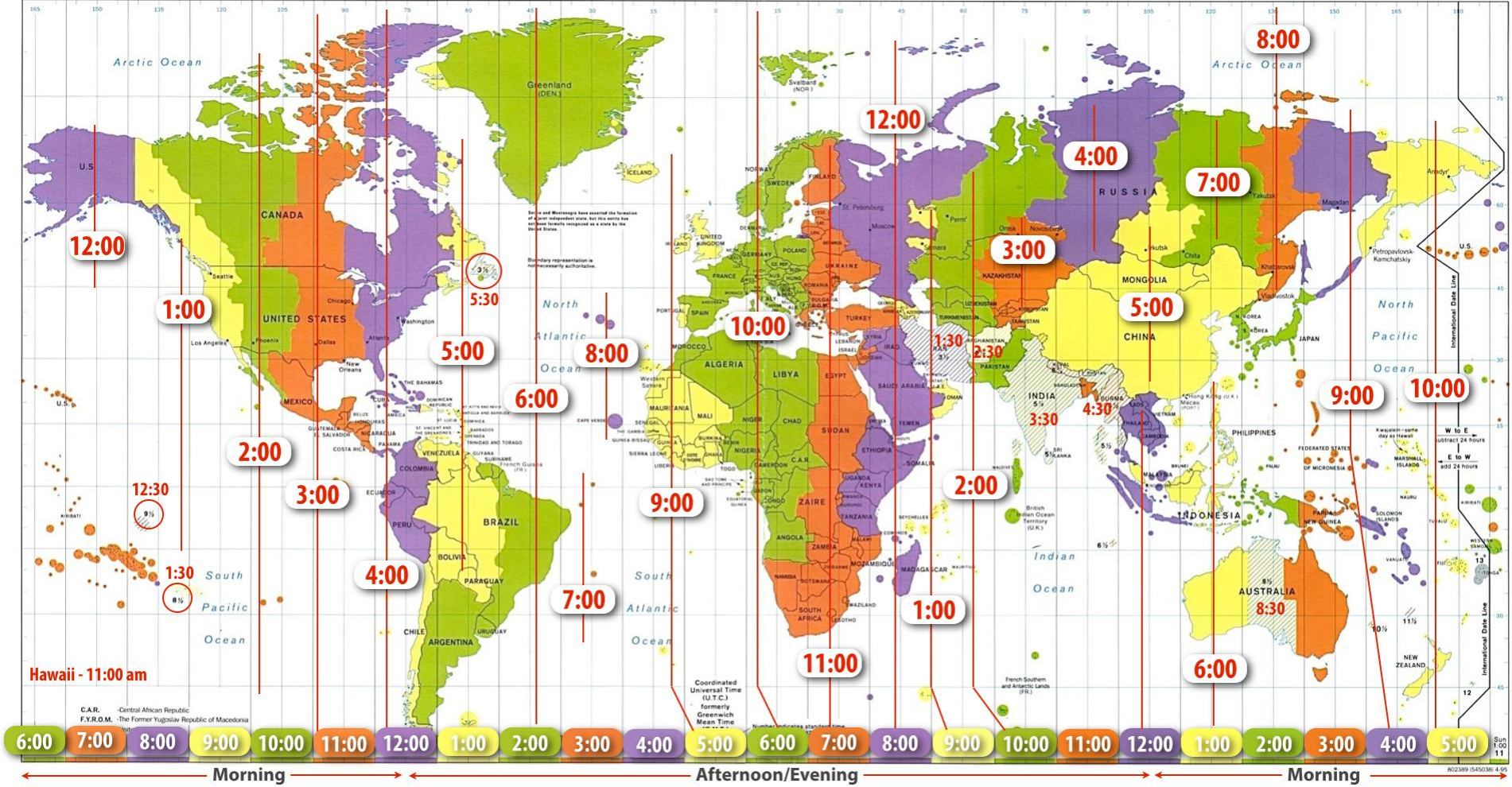
Add time zone number to local time to obtain UTC.
Subtract time zone number from UTC to obtain local time.

WEST

EAST

Subtract time zone number from local time to obtain UTC.
Add time zone number to UTC to obtain local time.

Standard Time Zones of the World





Serbia and Montenegro have asserted the formation of a joint independent state, but this entity has not been formally recognized as a state by the United States.

Boundary representation is not necessarily authoritative.

North
Atlantic
Ocean

South

Δυναμικός Χρόνος ή Χρόνος Εφημερίδων

- Ο **Δυναμικός Χρόνος (Dynamic Time - DT)** είναι ο χρόνος που προκύπτει από την αντιστροφή των νόμων του Νεύτωνα για την κίνηση των σωμάτων στο Ηλιακό Σύστημα και είναι ανεξάρτητος από την περιστροφή της Γης.
- Από τον χρόνο αυτόν προκύπτουν οι υπολογισμοί των θέσεων των αστρονομικών αντικειμένων και οι εξισώσεις κίνησής τους (αστρονομικές εφημερίδες).
- Εάν σε αυτόν τον χρόνο εφαρμοστούν σχετικιστικές διορθώσεις για το βαρυτικό πεδίο του Ήλιου και της ταχύτητας της Γης προκύπτει ο **Γήινος Δυναμικός Χρόνος (TDT)** και ο **Βαρυκεντρικός Δυναμικός Χρόνος (TDB)**, ο οποίος αναφέρεται στο κέντρο μάζας του Ηλιακού Συστήματος.

Διεθνής Ατομικός Χρόνος (TAI)

- Ο Διεθνής Ατομικός Χρόνος (International Atomic Time - TAI) ορίζεται από τα ατομικά ρολόγια και δεν σχετίζεται με τις παρατηρήσεις ουρανίων σωμάτων.
- $1 \text{ sec (TAI)} = 9.192.631.770$ ταλαντώσεις μιας φασματικής γραμμής της υπέλεπτης υφής του στοιχείου Καίσιο (Cs).
- Για τον ακριβή υπολογισμό αυτών των ταλαντώσεων ο χρόνος του 1 sec προκύπτει ως μέσος όρος από 300 περίπου ατομικά ρολόγια.

Χρόνος με βάση τα Pulsar

- Ο χρόνος με βάση τα pulsar βασίζεται στον σταθερότατο ρυθμό ανάπαλσης των ιδιόμορφων αυτών αστέρων.
- Ο ρυθμός ανάπαλσης είναι τόσο σταθερός, που τα Pulsar χάνουν 1 sec σε 3×10^{11} χρόνια (> ηλικία Σύμπαντος!)

Ιουλιανό Έτος

- Το **Ιουλιανό Έτος** βασίζεται στο Ιουλιανό Ημερολόγιο και εξ ορισμού έχει διάρκεια (365.25 ημέρες).

Γρηγοριανό Έτος

- Το **Γρηγοριανό Έτος** βασίζεται στο Γρηγοριανό Ημερολόγιο και εξ ορισμού έχει διάρκεια (365.2425 ημέρες).

Αστρικό Έτος

- **Αστρικό Έτος** είναι ο μέσος χρόνος που χρειάζεται η Γη για να διαγράψει μια πλήρη περιφορά γύρω από τον Ήλιο σε σχέση με τα μακρινά αστέρια (~365.256 ημέρες).

Τροπικό Έτος

- **Τροπικό Έτος** είναι ο μέσος χρόνος που χρειάζεται ο Ήλιος για να διαγράψει μια πλήρη περιφορά επάνω στην εκλειπτική, **ως προς το εαρινό σημείο γ (σημείο τροπών)**. Ουσιαστικά είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο ισημεριών. Το τροπικό έτος είναι περίπου 20 λεπτά μικρότερο από το αστρικό έτος, διότι το σημείο γ κινείται ανάδρομα. (~365.242 ημέρες).

Δίσεκτα Έτη

- **Δίσεκτο Έτος είναι το έτος με 366 ημέρες.** Προκύπτει με την προσθήκη της 29^{ης} Φεβρουαρίου στο Ιουλιανό και στο Γρηγοριανό Ημερολόγιο κάθε 4 χρόνια.
- Ο λόγος της προσθήκης αυτής είναι επειδή το έτος ισούται περίπου με 365.25 ημέρες, δηλαδή 365 ημέρες και 6 ώρες.
- Επειδή μια πιο ακριβής τιμή της διάρκειας του έτους (Γρηγοριανό Ημερολόγιο) είναι 365.2425, τα δίσεκτα έτη είναι τα έτη που διαιρούνται ακριβώς με το 4, αλλά όχι αυτά που διαιρούνται ακριβώς με το 100, εκτός εάν αυτά διαιρούνται ακριβώς με το 400.
- π.χ. δίσεκτα έτη είναι τα 1996, 2000, 2004, 2008...
- ...αλλά όχι τα 2100, 2200, 2300...
- Έτσι, η διάρκεια του έτους είναι: $365 + \frac{1}{4} - \frac{1}{100} + \frac{1}{400} = 365.2425$ ημέρες

Ιουλιανή ημερομηνία – Julian Date (JD)

Για να αποδοθεί γραφικά η μεταβολή της φωτεινότητας ενός αστέρα. Δεν έχουμε παρά να κάνουμε ένα διάγραμμα της μεταβολής του μεγέθους ως προς τον χρόνο. Ο χρόνος μπορεί να είναι εκφρασμένος σε ώρες, αλλά για παρατηρήσεις πολλών ημερών η μεταβλητή του χρόνου περιέχει τόσο αριθμούς όσο και γράμματα και ο υπολογιστής δεν μπορεί να τοποθετήσει τα δεδομένα με αύξουσα χρονική σειρά. Για το σκοπό αυτό, η μετατροπή του χρόνου σε **Ιουλιανή Ημερομηνία (Julian Date - JD)** είναι κάτι που βοηθά τον υπολογιστή να έχει το χρόνο εκφρασμένο με ένα νούμερο και έτσι πιο εύκολο να κάνει πράξεις και ταξινόμηση.

Η ακρίβεια στην καταγραφή του χρόνου είναι κάτι το κρίσιμο στην αστρονομική παρατήρηση. Ιδιαίτερα ακριβής (καλύτερη από δευτερόλεπτο) θα πρέπει να είναι όταν η μελέτη αποσκοπεί στην ανεύρεση περιοδικοτήτων μικρής διάρκειας, καθώς και αναπάλσεις των αστέρων.

Μεσημέρι 1^{ης} Ιανουαρίου 2000
JD=2451545.0

Ιουλιανή Ημερομηνία (Julian Date)

- Στις αστρονομικές παρατηρήσεις χρησιμοποιείται ως χρόνος μέτρησης η **Ιουλιανή Ημερομηνία**, βασισμένη στο Ιουλιανό έτος: 365.25 d
- Είναι ουσιαστικά η ίδια ημερομηνία που γνωρίζουμε και χρησιμοποιούμε σήμερα (ημέρα, μήνας, έτος) εκφρασμένη με έναν αριθμό.
- Αρχή της μέτρησης αυτής είναι η μέση μεσημβρία (σε UT) στις:
 - 1 Ιανουαρίου 4713 π.Χ. (το μεσημέρι) → JD=0.0
 - 1 Ιανουαρίου 2000 μ.Χ. (το μεσημέρι) → JD=2451545.0
 - 1 Ιανουαρίου 2000 μ.Χ. (στις 18:00 UT) → JD=2451545.25
- Ο Ιουλιανός Αιώνας ορίζεται ως: $T = (JD - 2451545.0) / 36525$
- **Τροποποιημένη Ιουλιανή ημερομηνία** (Modified Julian Date):
 $MJD = JD - 2400000.5$ (η MJD αρχίζει τα μεσάνυχτα UT, αντί το μεσημέρι)

Μετατροπή του χρόνου από JD σε HJD

Η κίνηση της Γης επηρεάζει τον αληθή χρόνο παρατήρησης λόγω της πεπερασμένης ταχύτητας του φωτός.

Για να αποφύγουμε αποκλίσεις λόγω αυτού του φαινομένου, **θα πρέπει να μετατρέψουμε το χρόνο σε Ηλιοκεντρικό**, δηλαδή σαν να έχουμε έναν υποθετικό παρατηρητή στο κέντρο του Ήλιου, ώστε να μην υπάρχουν αποκλίσεις ύψους μέχρι και 8.316 λεπτών (499 δευτερόλεπτα ή 8 λεπτά και 19 δευτερόλεπτα).

Η νέα Ηλιοκεντρική Ιουλιανή ημερομηνία (HJD) υπολογίζεται εύκολα πλέον με τη χρήση ενός υπολογιστή, αρκεί να γνωρίζουμε τις σχετικές θέσεις Γης-Ηλίου-αστέρα, πράγμα το οποίο καθορίζεται από την ημερομηνία και ώρα της παρατήρησης, αλλά και τη θέση του αστέρα που παρατηρούμε.

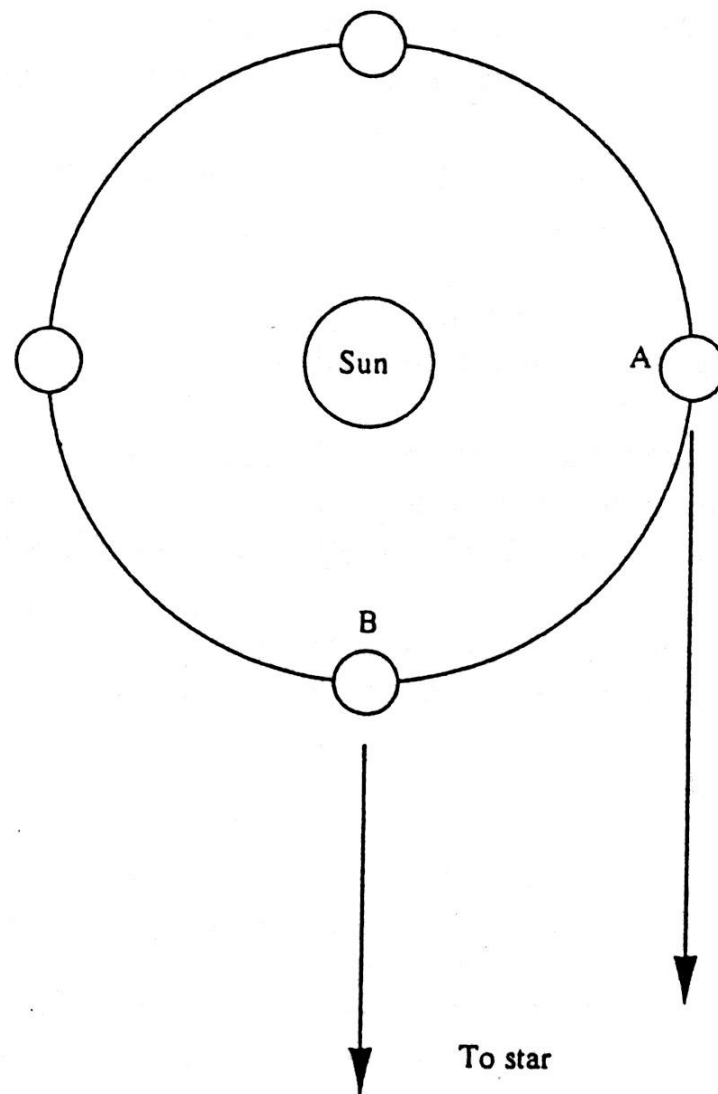
Η διόρθωση του χρόνου είναι ιδιαίτερα κρίσιμη. Ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μεταβολές μακροχρόνιες και οι παρατηρήσεις είναι διεσπαρμένες σε μεγάλο χρονικό διάστημα, ή ακόμη όταν πρόκειται να συγκριθούν με παρατηρήσεις από άλλα αστεροσκοπεία με διαφορετικό χρόνο και τόπο.

Μετατροπή του χρόνου από JD σε HJD και BJD

Μια διόρθωση ακόμη μεγαλύτερης ακρίβειας που μπορεί να γίνει αφορά το γεγονός ότι το κέντρο του Ηλίου δεν είναι και το κέντρο του Ηλιακού μας Συστήματος και επομένως ο αληθής χρόνος θα πρέπει να υπολογιστεί ως προς το βαρύκεντρο ολόκληρου του Ηλιακού Συστήματος.

Η διόρθωση αυτή (barycentric correction) δεν υπερβαίνει τα 3 sec και χρησιμοποιείται σχετικά με την ηλιοκεντρική διόρθωση σε περιορισμένο βαθμό.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι αστέρες που παρατηρούμε δε βρίσκονται πάνω στο επίπεδο της εκλειπτικής και έτσι η ηλιοκεντρική διόρθωση δεν φτάνει τα 8.316 min.



Μετατροπή του χρόνου από JD σε HJD και BJD

Η γενική εξίσωση που εφαρμόζεται για την ηλιοκεντρική διόρθωση είναι:

Ηλιοκεντρικός χρόνος = Γεωκεντρικός χρόνος - Δt

Για να προσδιορίσουμε το Δt , θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κάποια στοιχεία σφαιρικής τριγωνομετρίας, επιλύνοντας τα διπλανά σφαιρικά τρίγωνα.

$\Delta t = 8.316 \cos u$ [μονάδα μέτρησης: min]

$\Delta t=499\text{cosu}$ [μονάδα μέτρησης: sec]

όπου:

$$\cos\psi = \sin\delta\sin\Theta\sin\xi + \cos\delta\cos\alpha\cos\Theta + \cos\delta\sin\alpha\sin\Theta\cos\xi$$

Ηλιογραφικό μήκος

$$\Theta = L + (1.915^\circ - 0.0048^\circ T) \sin(M) + 0.020^\circ \sin(2M)$$

Ιουλιανός Αιώνας:

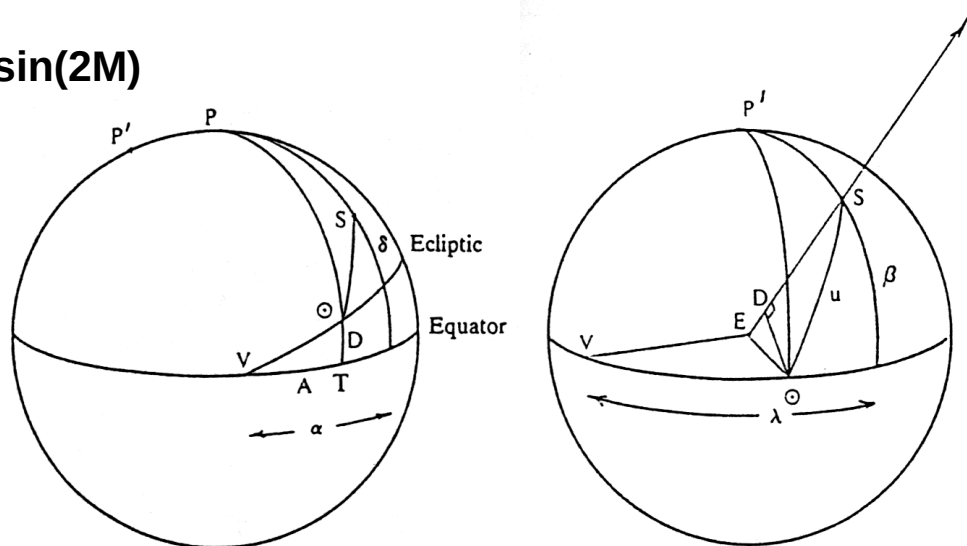
$$T = (\text{JD}-2451545)/36525$$

KαI

$$L = 280^{\circ}.460 + 36000^{\circ}.772T$$

$$M = 357^{\circ}.528 + 35999^{\circ}.050T$$

(α,δ): ουρανογραφικές συντεταγμένες του αστέρα
 $\epsilon = 23.5^\circ$ (λόξωση της εκλειπτικής)



Τα σφαιρικά τρίγωνα που επιλύονται για την ηλιοκεντρική διόρθωση