

# Τοπικός ορίζοντας και ηλιακά ρολόγια

Rosa M. Ros

*International Astronomical Union  
Technical University of Catalonia, Spain*



# Στόχοι

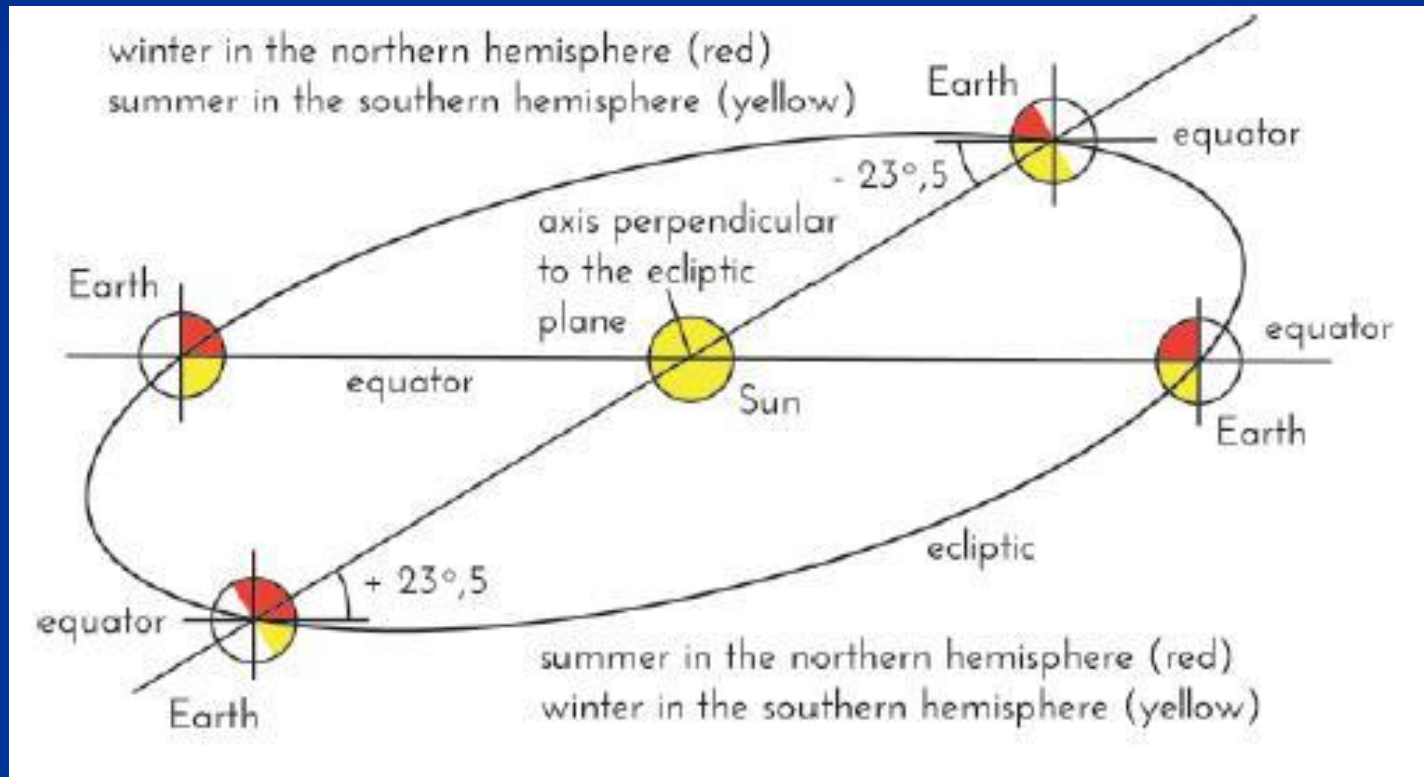
- Η κατανόηση της ημερήσιας περιστροφής του Ήλιου
- Η κατανόηση της ετήσιας περιστροφής του Ήλιου (περιφορά)
- Η κατανόηση της περιστροφής της ουράνιας σφαίρας
- Η κατανόηση της κατασκευής ενός ηλιακού ρολογιού



# Η Γη περιστρέφεται και κινείται

περιστροφή (ημέρα/νύχτα)

τροχιακή θέση (εποχές)



Δραστηριότητα 1<sup>η</sup> : Τέσσερις σφαίρες της Γης με τον Ήλιο (μια λάμπα) στη μέση.

Η γραμμή από το κέντρο του Ήλιου, με το κέντρο της Γης, δημιουργεί γωνία  $23.5^\circ$  με το έδαφος (το οποίο αναπαριστά το επίπεδο του Ισημερινού).



Χειμώνας στο  
Βόρειο  
Ημισφαίριο



Καλοκαίρι στο  
Νότιο  
Ημισφαίριο

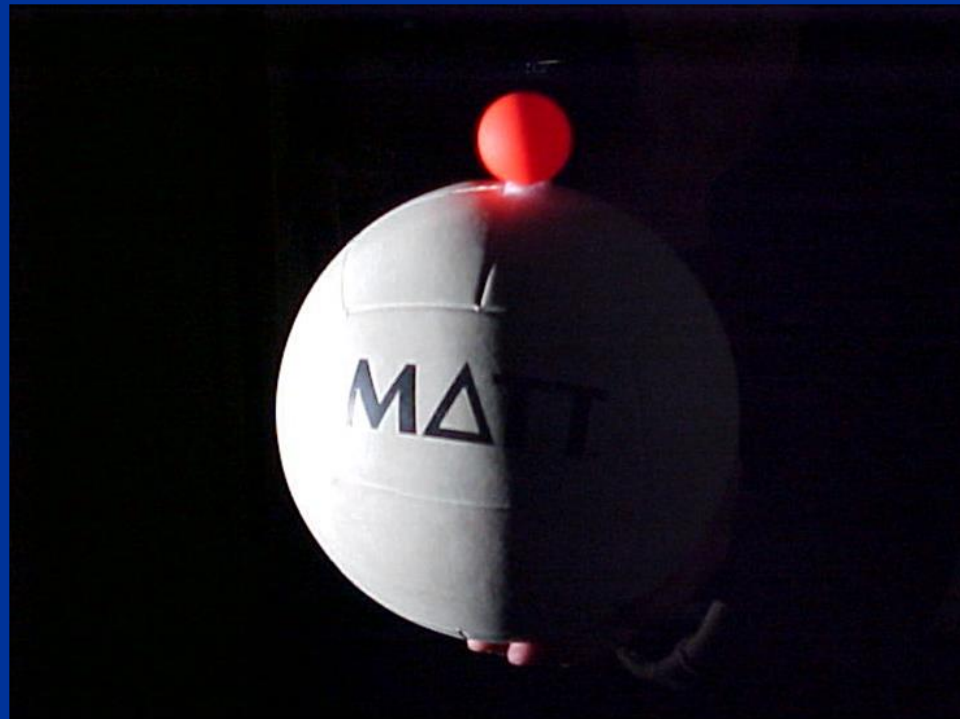
Καλοκαίρι στο  
Βόρειο  
Ημισφαίριο

Χειμώνας στο  
Νότιο Ημισφαίριο



# Δραστηριότητα 2<sup>η</sup> : Παράλληλη Γη

Ένας προβολέας φωτίζει δύο σφαίρες με τον ίδιο τρόπο και παράγει τις ίδιες περιοχές φωτός και σκιών



# Δραστηριότητα 2η: Παράλληλη Γη



- \* Αφαιρέστε την υδρόγειο σφαίρα από τη βάση της , πάρτε την έξω και στερεώστε την σε ένα ποτήρι
- \* Προσανατολίστε προσεκτικά τον άξονα περιστροφής της με μία πυξίδα
- \* Γυρίστε την έτσι ώστε η τοποθεσία μας να είναι στην κορυφή

# Δραστηριότητα 2η: Παράλληλη Γη

Τοποθετήστε :

- \* Μία κούκλα υποδεικνύοντας την θέση μας
- \* Κομμάτια πηλού για να δείξουν το φως/ γραμμή της σκιάς (προχωρά με τον χρόνο)
- \* κομμάτια από οδοντογλυφίδες για να δημιουργήσουν σκιές προς μελέτη





# Δραστηριότητα 2η: Παράλληλη Γη

\* Ο Βόρειος Πόλος βρίσκεται στην πλευρά του ήλιου, άρα είναι καλοκαίρι στο Βόρειο Ημισφαίριο (ο ήλιος του μεσονυχτίου)

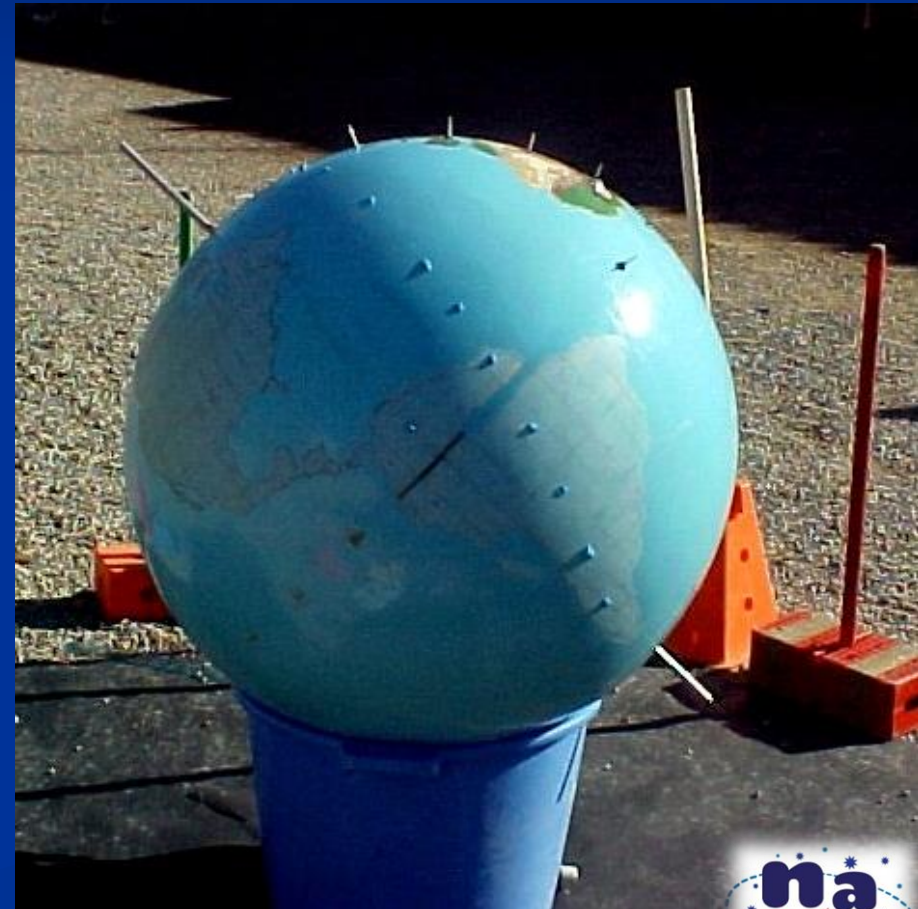
\* Ο Νότιος Πόλος βρίσκεται στην σκιά και έτσι στο Νότιο Ημισφαίριο είναι χειμώνας



# Δραστηριότητα 2η: Παράλληλη Γη

\* Ο Βόρειος Πόλος είναι εντός της περιοχής στο σκοτάδι, άρα είναι χειμώνας στο Βόρειο Ημισφαίριο

\* Ο Νότιος Πόλος φωτίζεται και άρα είναι καλοκαίρι στο Νότιο ημισφαίριο



# Δραστηριότητα 2η: Παράλληλη Γη

Όταν η γραμμή της σκιάς ημέρας/νύχτας περάσει και από τους δύο πόλους, είναι η πρώτη μέρα της άνοιξης ή η πρώτη μέρα του φθινοπώρου



# Δραστηριότητα 2η: Παράλληλη Γη

Βόρειο Η. Καλοκαίρι



Βόρειο Η. Ισημερίες



Βόρειο Η. χειμώνας



Νότιο Η. Καλοκαίρι

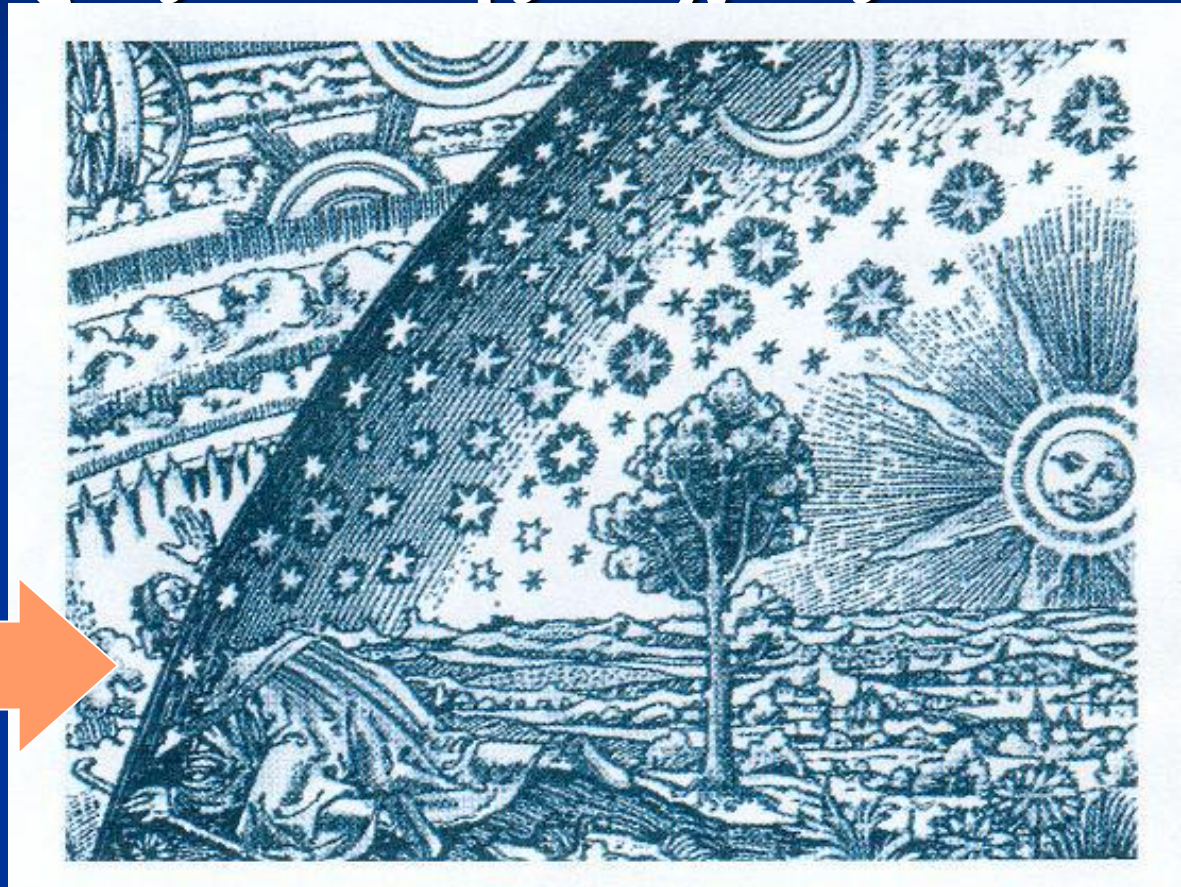
Νότιο Η. Ισημερίες

Νότιο Η. χειμώνας



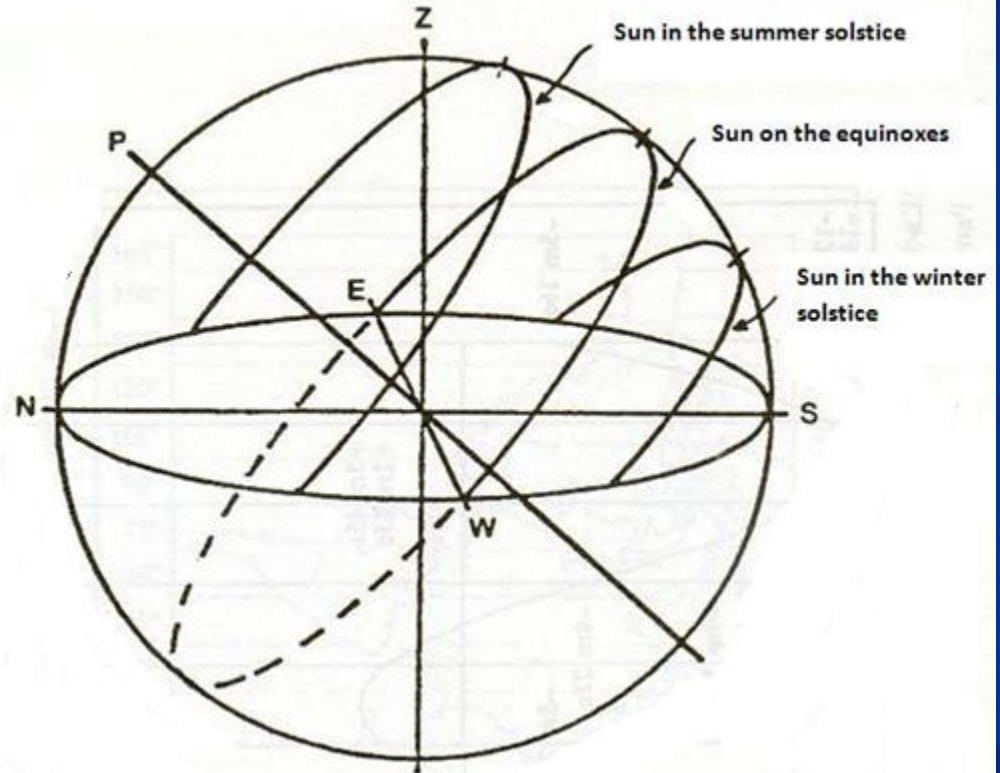
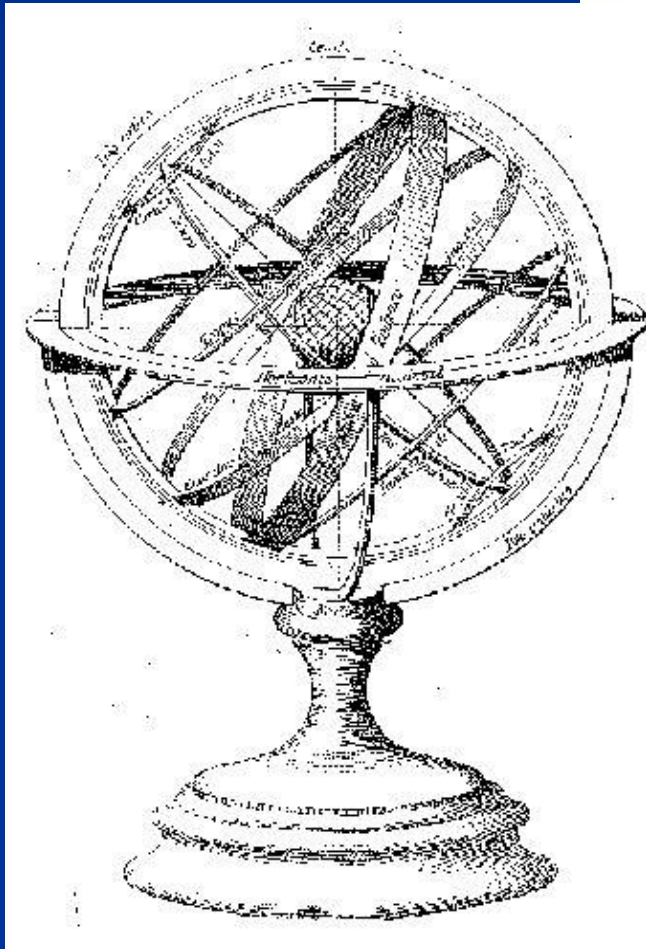
# Περιστροφή και ουράνιες κινήσεις της ημέρας και της νύχτας

- Όχι το ίδιο  
όταν είναι  
ορατές από  
μέσα προς  
τα έξω

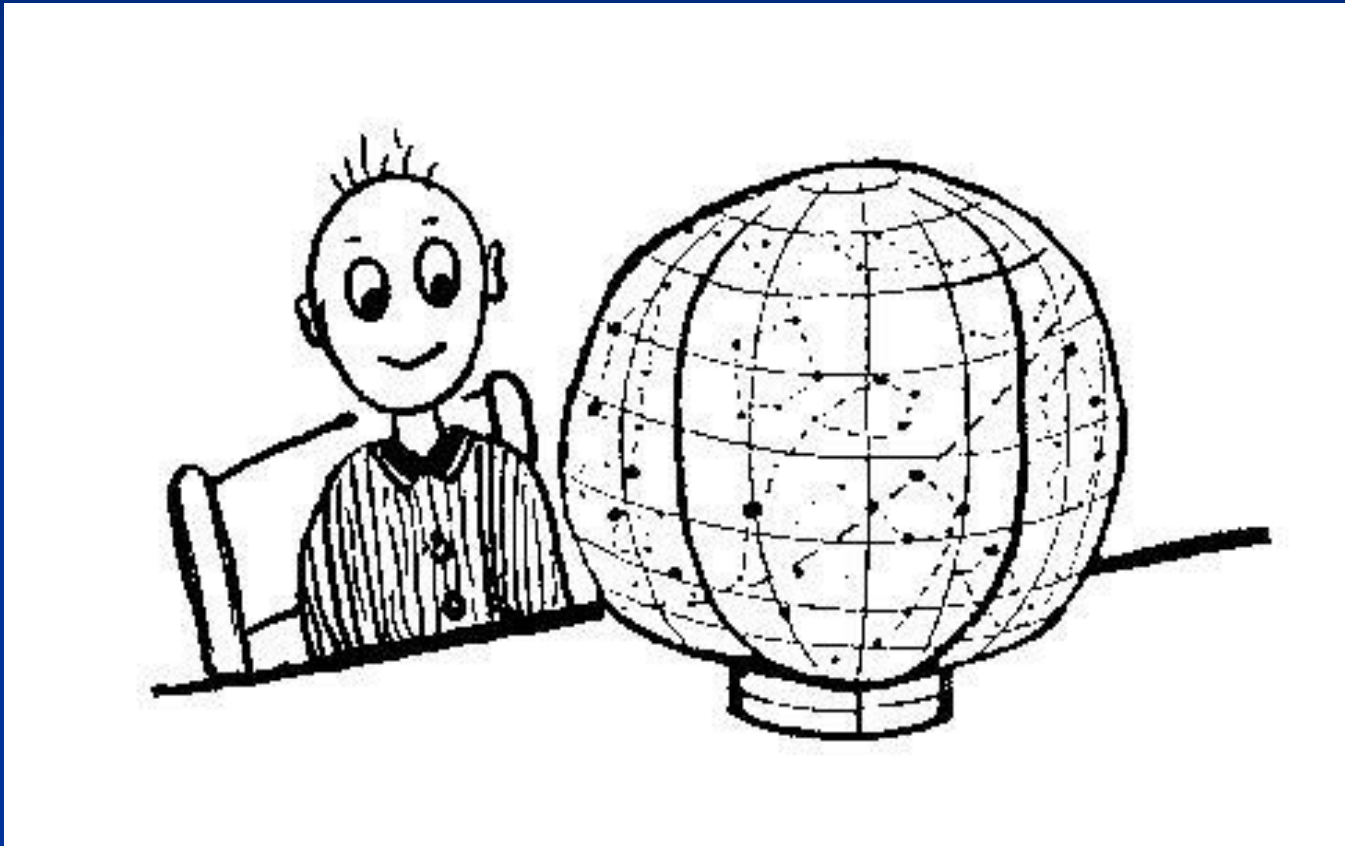


# Ουράνια σφαίρα «από έξω»

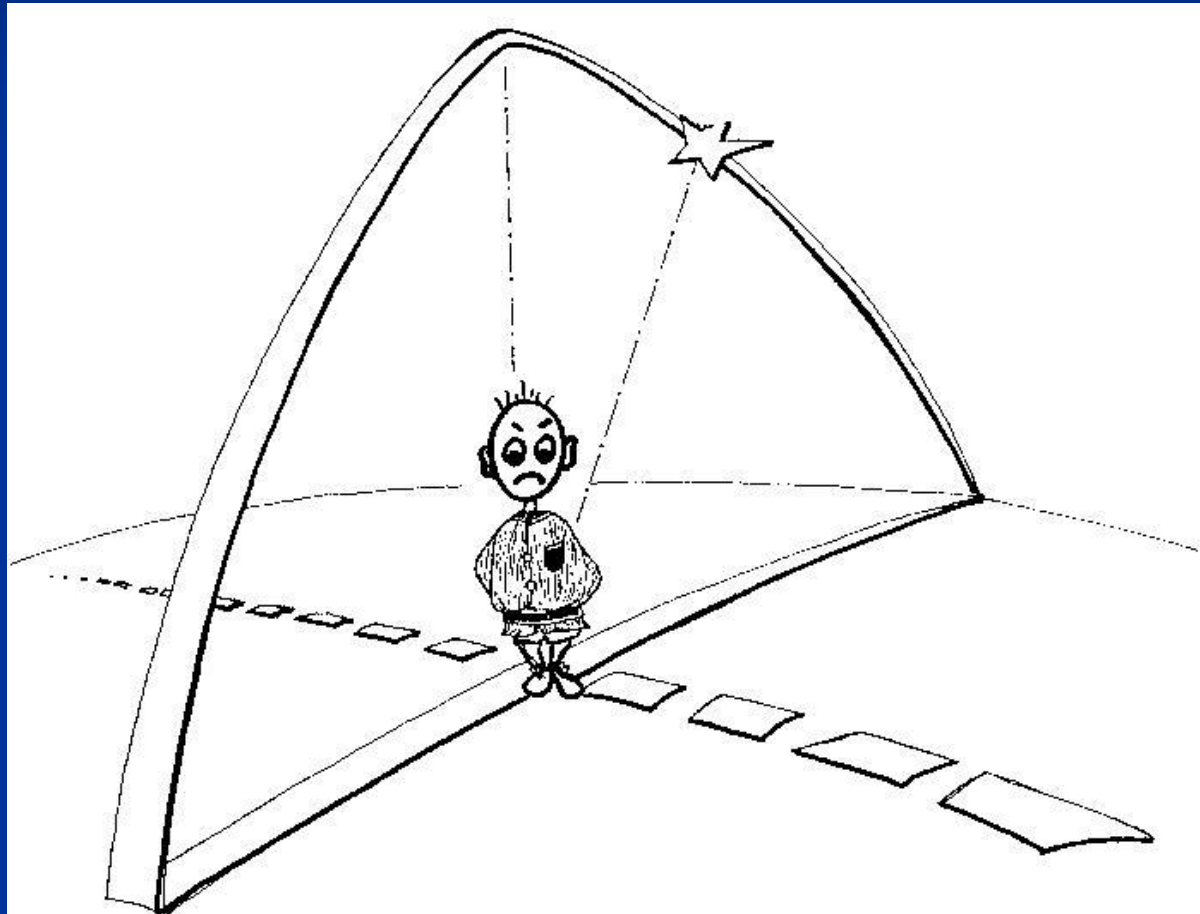
SUN DAY MOVEMENT



... Φαίνεται ότι τα πάντα είναι κατανοητά..



...αλλά μετά το μάθημα, ... είναι αναστατωμένος





# Όλα τα σχολεία έχουν ένα «Εργαστήριο Αστρονομίας»

- Έχουν μια παιδική χαρά ή σχολικό προαύλιο
- Έχουν τον ουρανό από πάνω
- Έχουν ξεινάθαρες μέρες και νύχτες
- ΑΥΤΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ!



Δραστηριότητα 3<sup>η</sup> : Θα  
κατασκευάσουμε ένα  
μοντέλο του ορίζοντα,  
ορατό από το σχολείο



# Ξεκινήστε φωτογραφίζοντας «όλη» την τοποθεσία σας

## ■ Τοπικός ορίζοντας



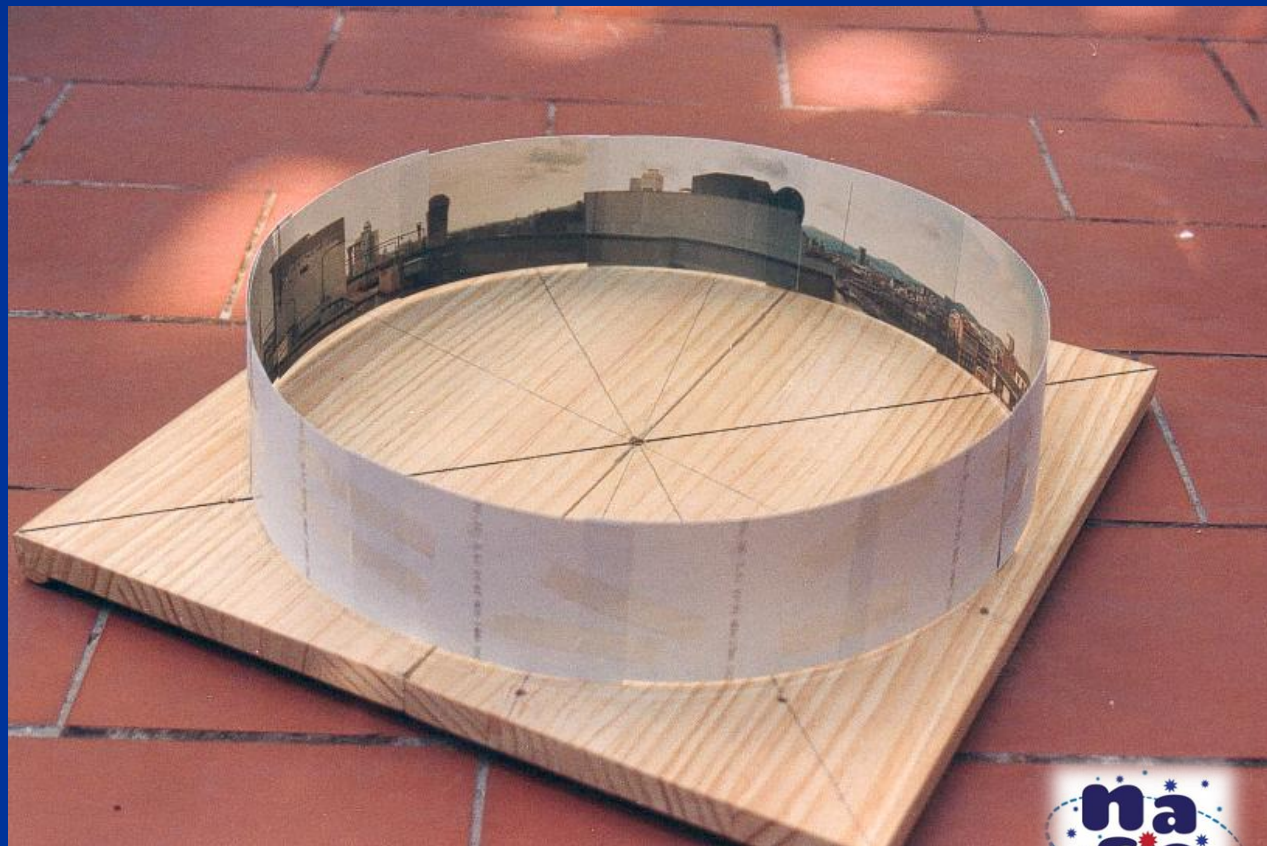
Figure 1: Zona del horizonte fotografiada en Barcelona.

1 Catedral, 2 Montjuic, 3 Tibidabo,  
4 Sagrada Familia, 1 Catedral.



Κολλήστε τις φωτογραφίες μαζί πάνω  
σε μία υποστηρικτική πλατφόρμα

- Τοπικός  
ορίζοντας



... πρέπει να προσαρμόσουμε τον «φωτογραφισμένο» ορίζοντα για να ευθυγραμμιστεί με τον πραγματικό ορίζοντα.

- Η Β - Ν γραμμή και τοπικός μεσημβρινός

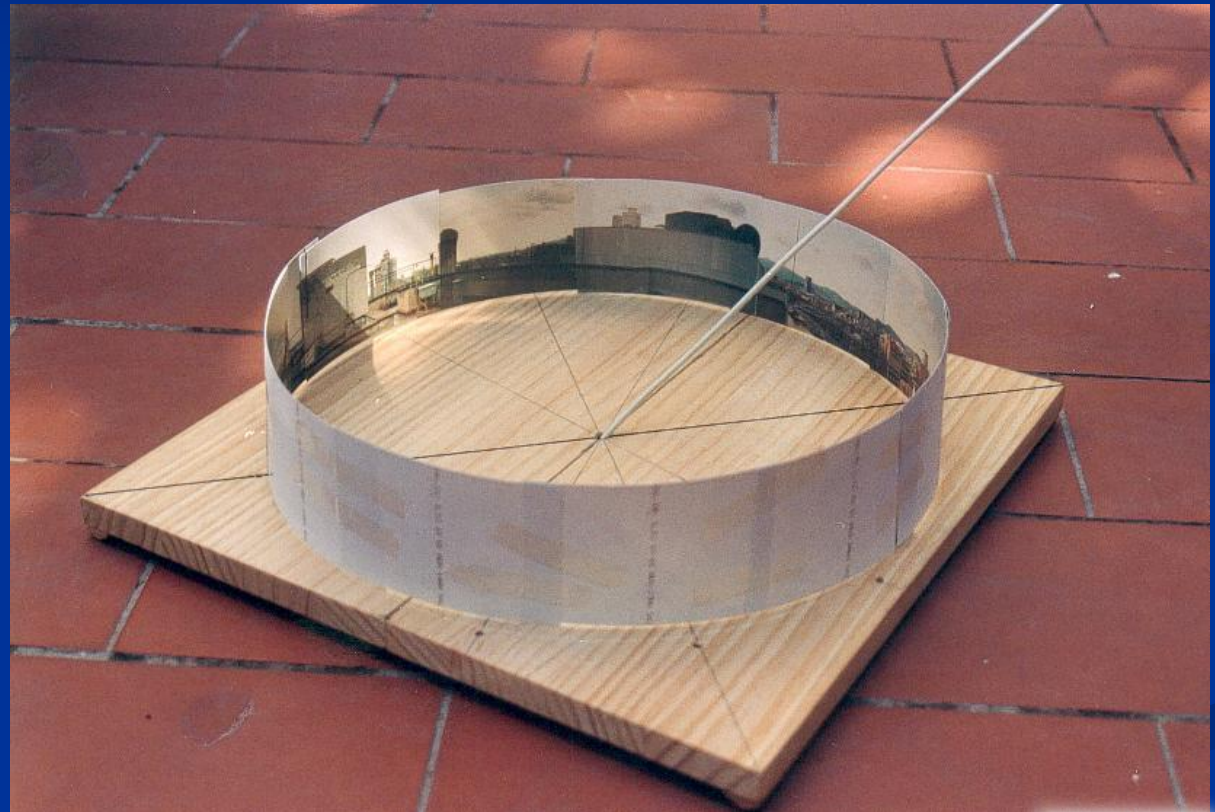


Για να τοποθετήσουμε το μοντέλο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την διεύθυνση της πυξίδας, ή καλύτερα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε, την «προβολή» του πόλου πάνω από τον ορίζοντα

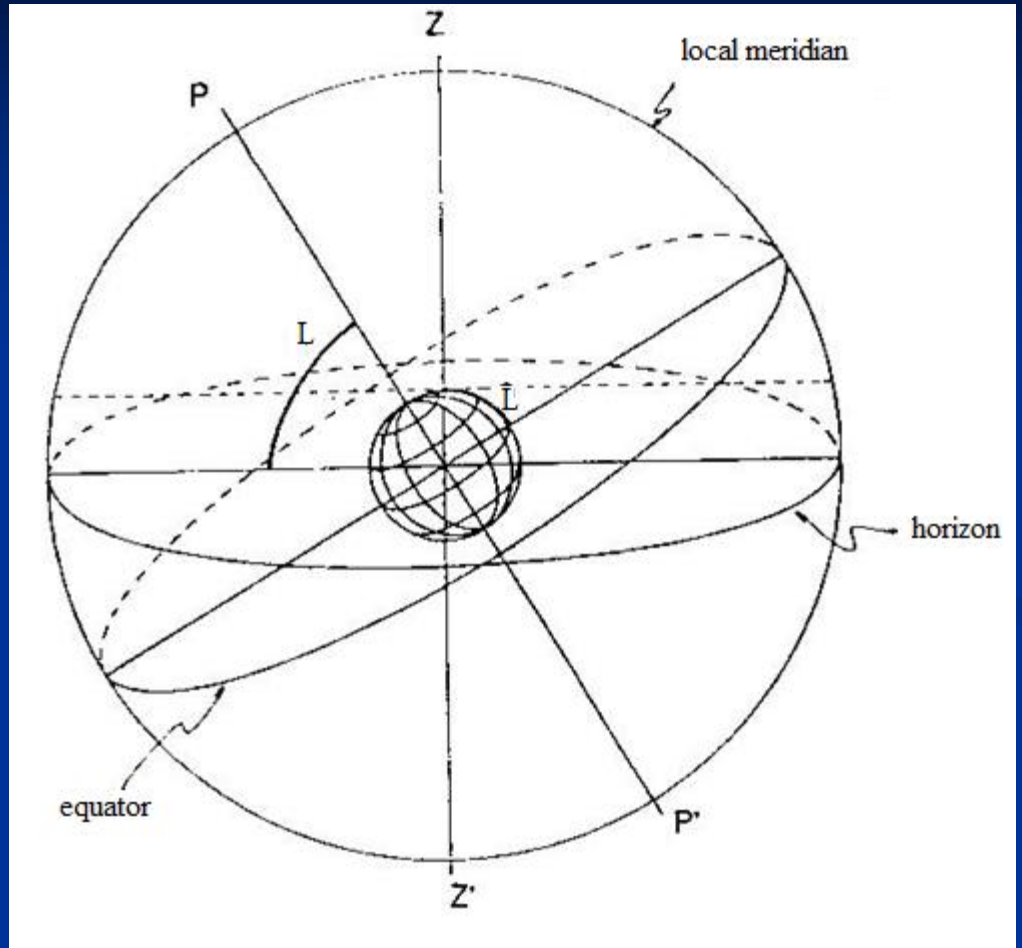


# Εισάγοντας την «περιστροφή» της Γης

- Ο άξονας της Γης



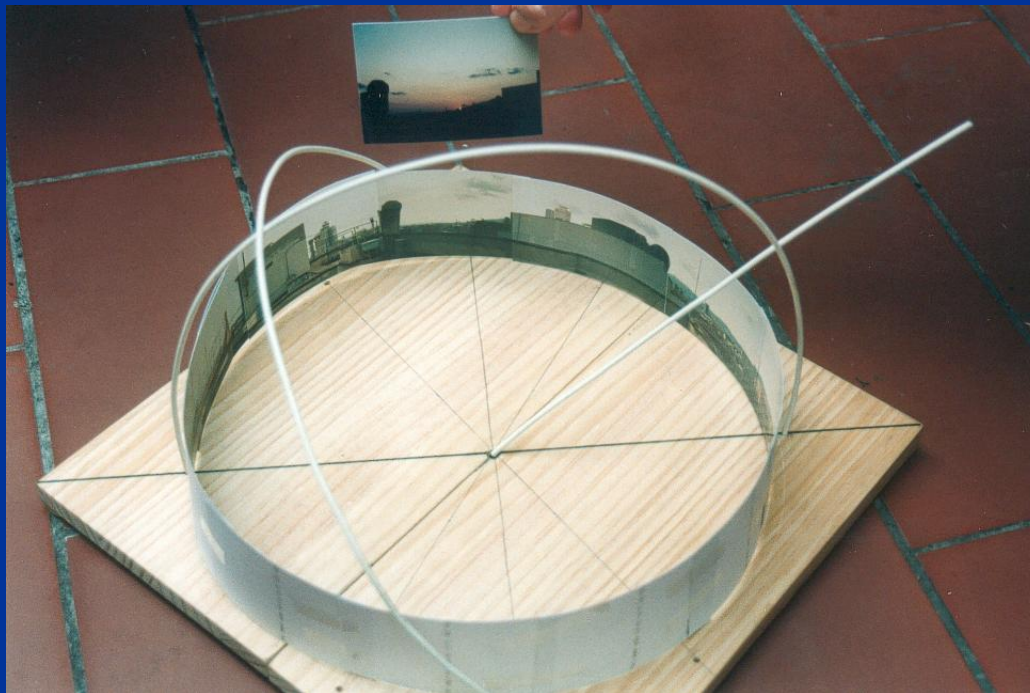
Το ύψος του  
πόλου είναι ίσο με  
το γεωγραφικό  
πλάτος





# Υποδείξτε την προφανή διαδρομή του ήλιου την πρώτη μέρα της άνοιξης ή του φθινοπώρου

- Χρησιμοποιήστε φωτογραφίες της ανατολής και της δύσης του Ηλίου



# Κίνηση λόγω της περιστροφής της Γης: Σημειώστε την γωνία της διαδρομής του Ήλιου

- Ημέρα – Μερικές φωτογραφίες κοντά στο ηλιοβασίλεμα

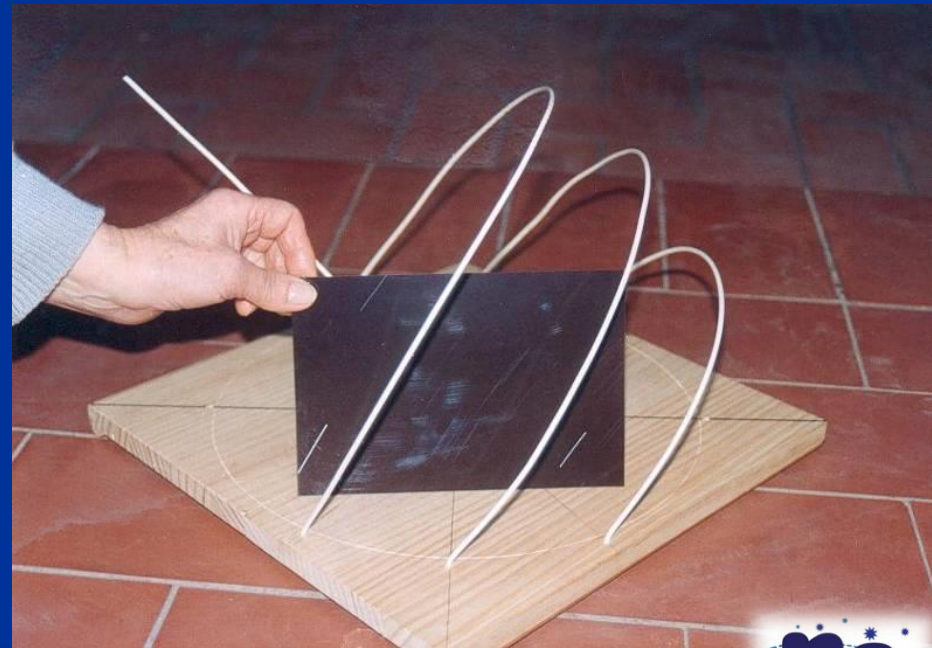
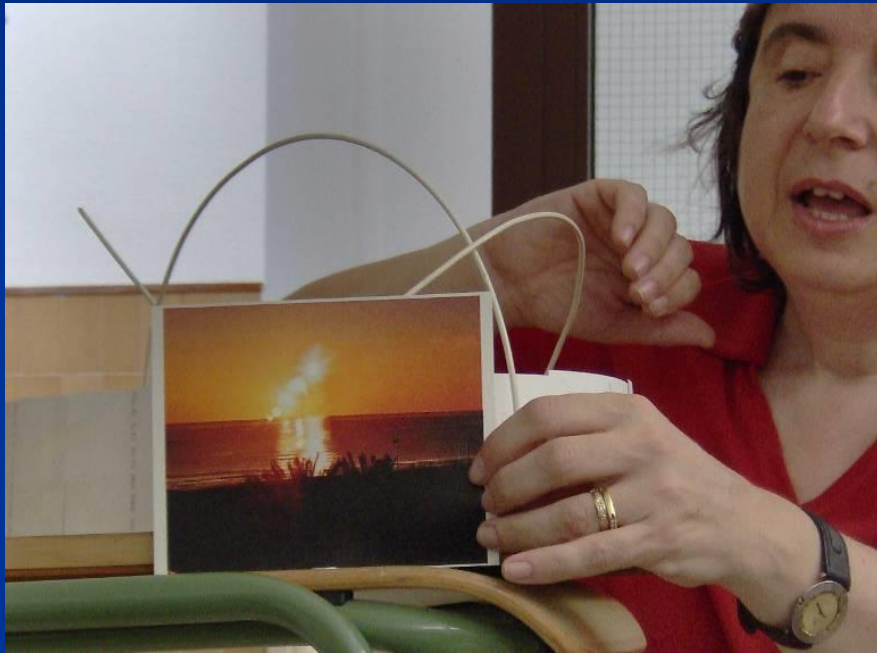


Κίνηση λόγω της περιστροφής της Γης:  
Σημειώστε την γωνία από τα ίχνη των άστρων

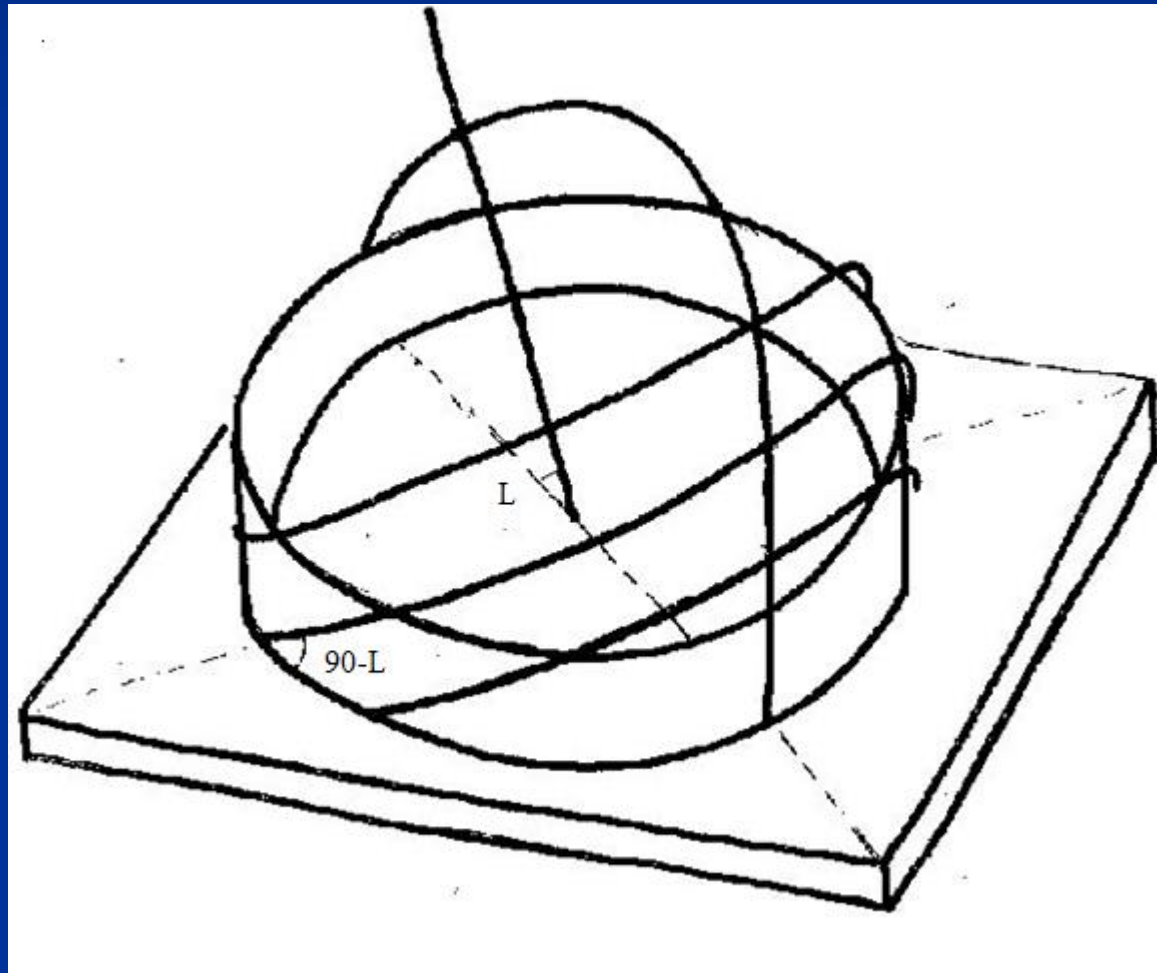
- Νύχτα— ο χρόνος έκθεσης των άστρων



# «Περιστροφική κίνηση» πάνω στο μοντέλο

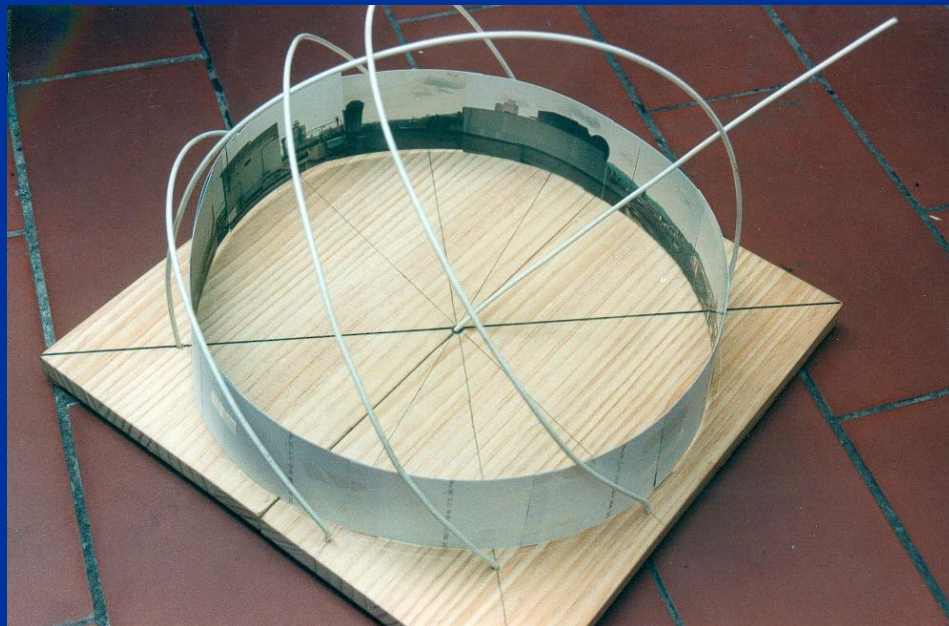


# Η κλίση της προφανούς διαδρομής του Ήλιου και των των άστρων (ΐχνη) ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος

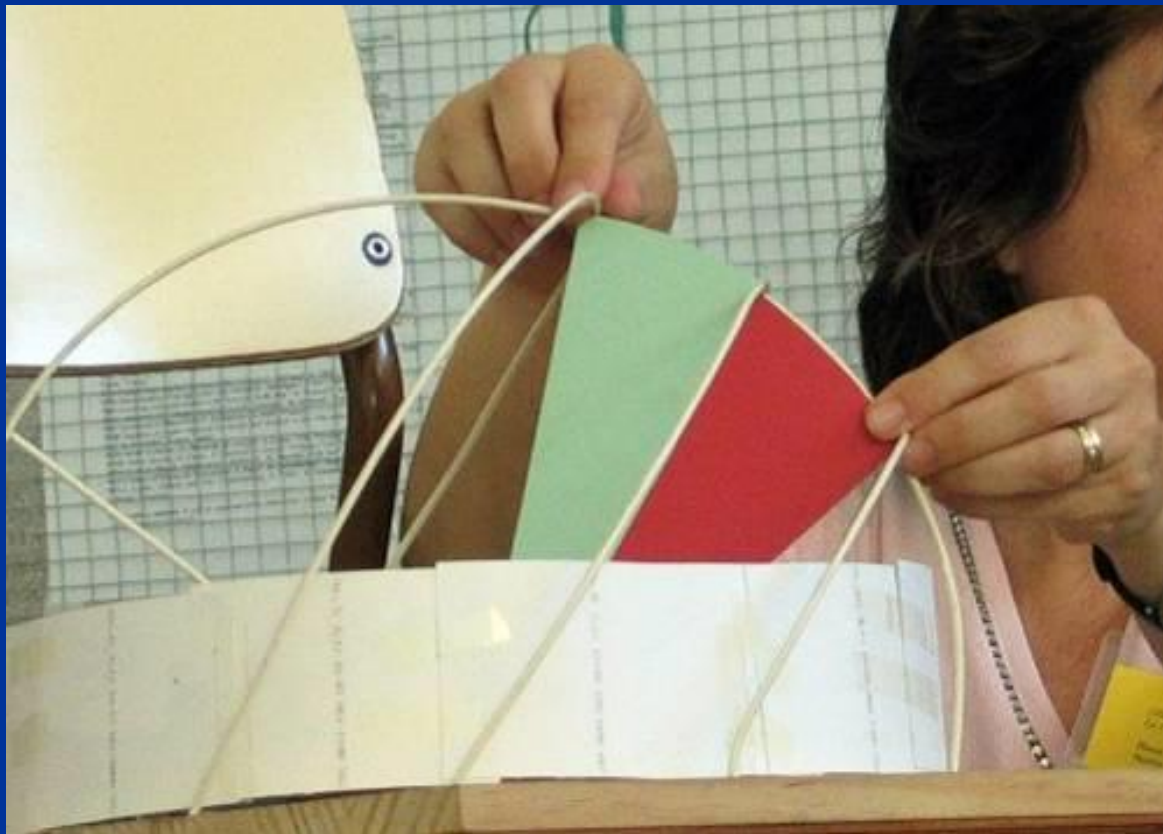


# «Ηλιακές διαδρομές» την πρώτη μέρα κάθε εποχής (σημειώστε τις διαφορετικές διάρκειες)

- Θερινό ηλιοστάσιο
- Φθινοπωρινή/Εαρινή ισημερία
- Χειμερινό ηλιοστάσιο



# Η τροχιακή κίνηση οδηγεί στις εποχές



- Καλοκαίρι
- Άνοιξη / φθινόπωρο
- Χειμώνας
- Γωνία ανάμεσα στον Ισημερινό και στον Τροπικό του καρκίνου ή στον τροπικό του αιγόκερου =  $23.5^\circ$



Η τροχιακή κίνηση της Γης οδηγεί στην αλλαγή της «θέσης» των ηλιοβασιλεμάτων κάθε μέρα

■ 3 ηλιοβασιλέματα:

Χειμώνας—Άνοιξη ή Φθινόπωρο –  
Καλοκαίρι





Η τροχιακή  
κίνηση της  
Γης οδηγεί  
στην αλλαγή  
της θέσης  
των  
ανατολών  
κάθε μέρα

Variación de la posición del Sol al amanecer  
(Lleida, de Junio a Diciembre de 2008)



25 de Junio



24 de Julio



16 de Agosto



27 de Septiembre



16 de Octubre



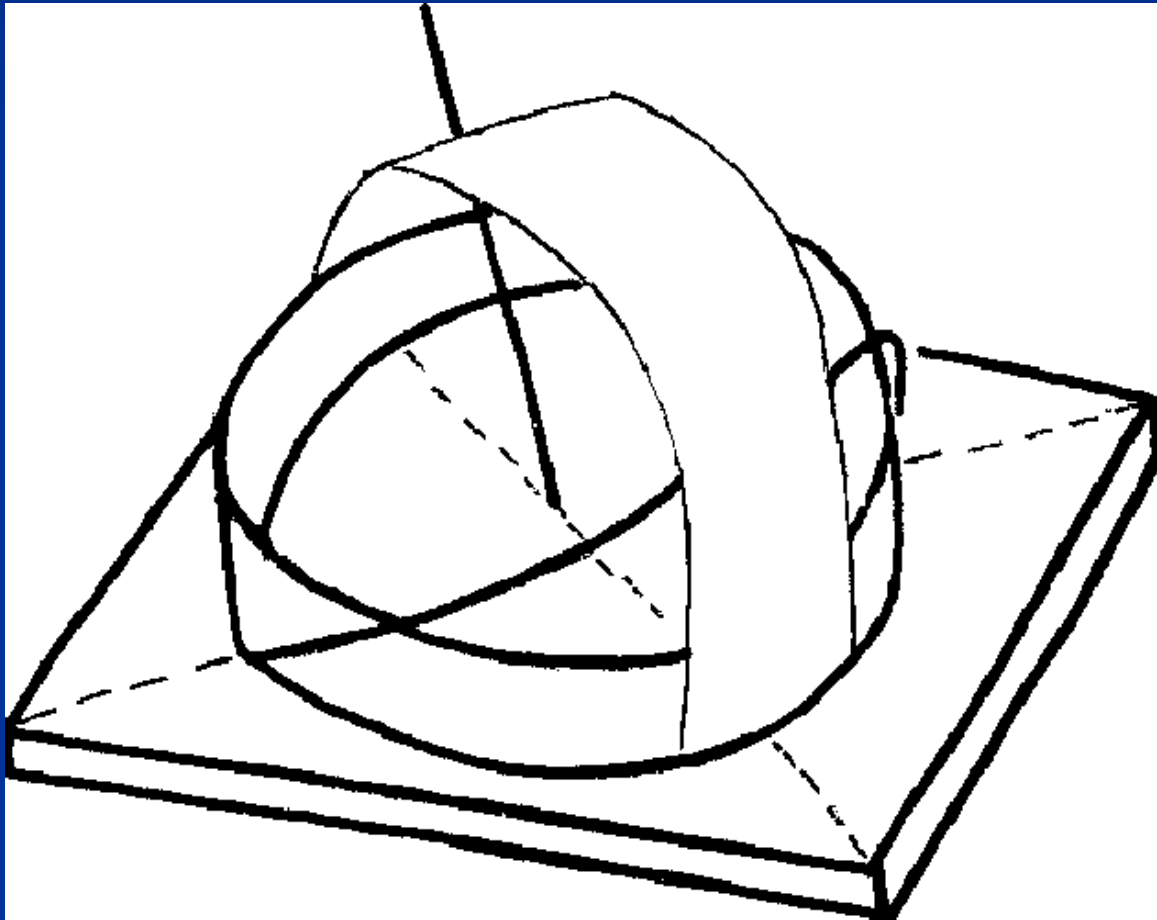
23 de Noviembre



30 de Diciembre



# Βλέποντας τον «Μεσημβρινό» στο μοντέλο



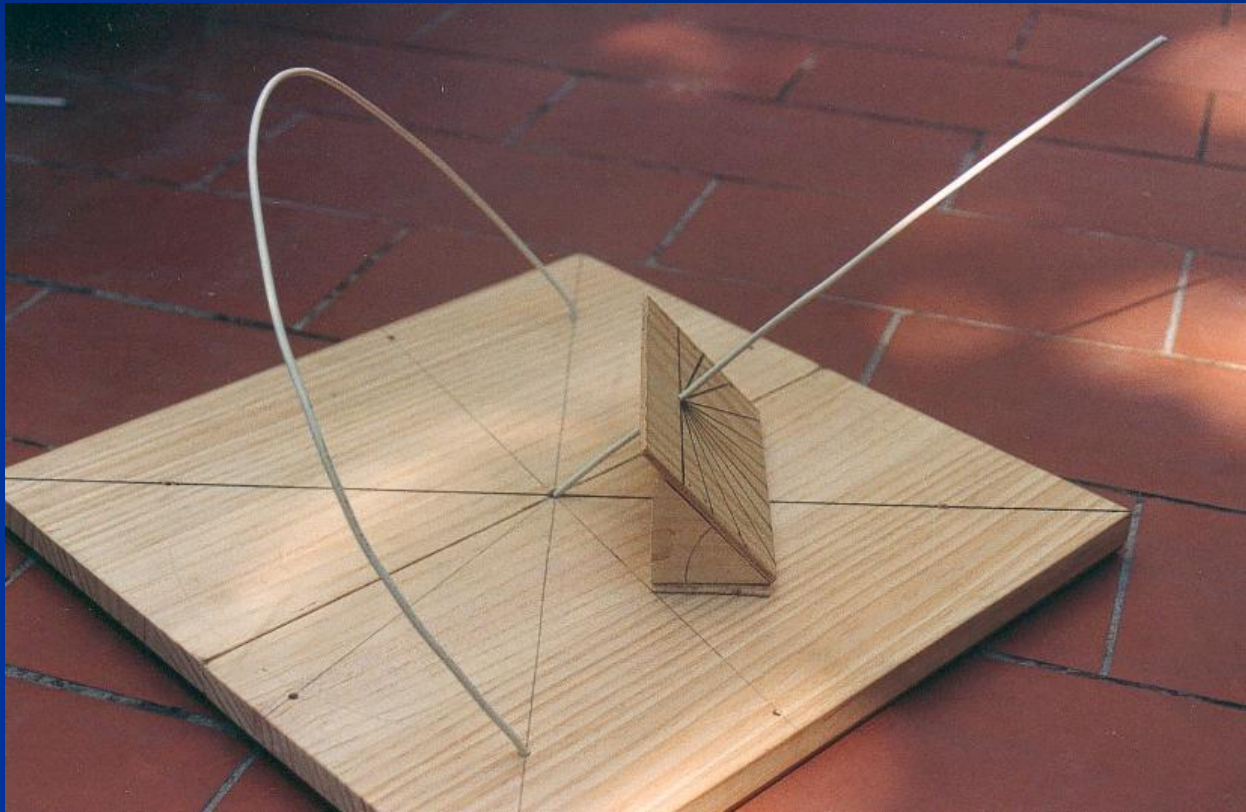
...γύρω από τον βόρειο ουράνιο πόλο!!



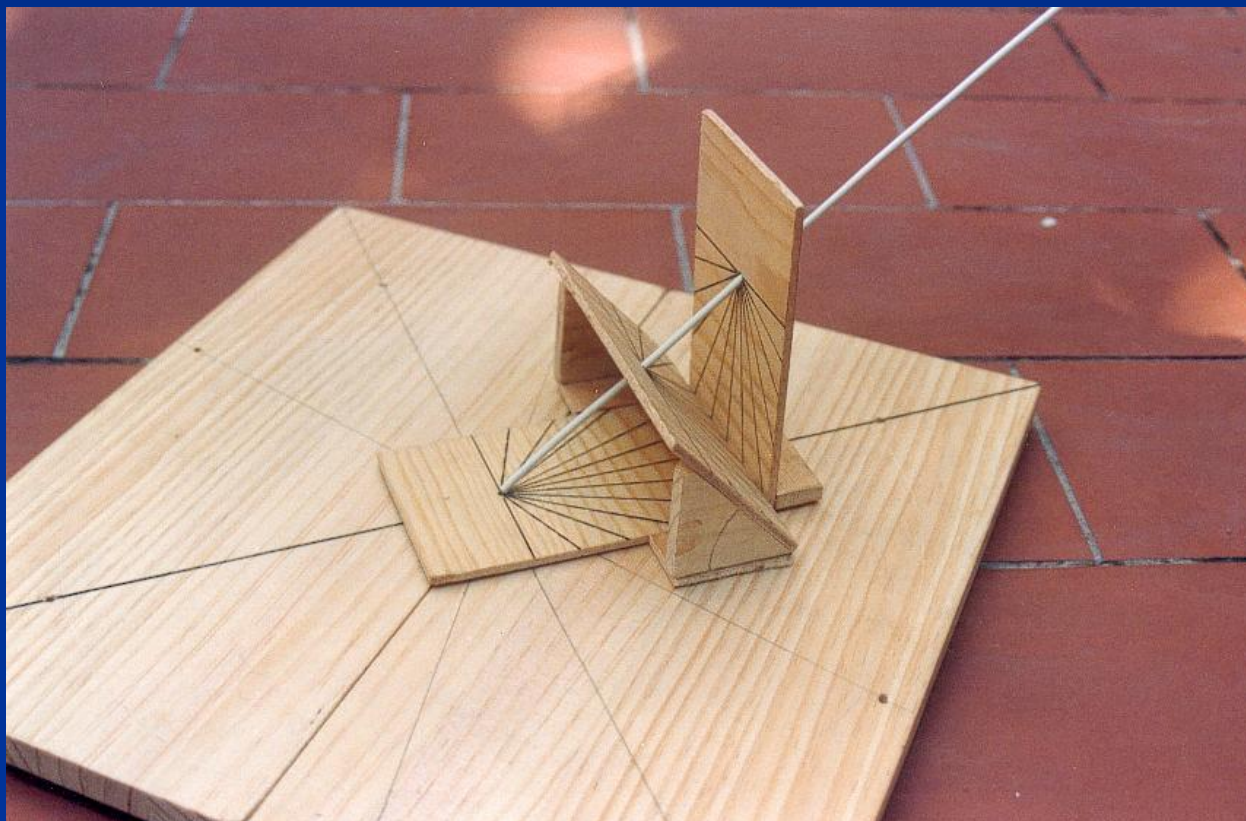
...κοντά στον ισημερινό τα ίχνη μεταβάλλονται  
από κοίλα σε κυρτά



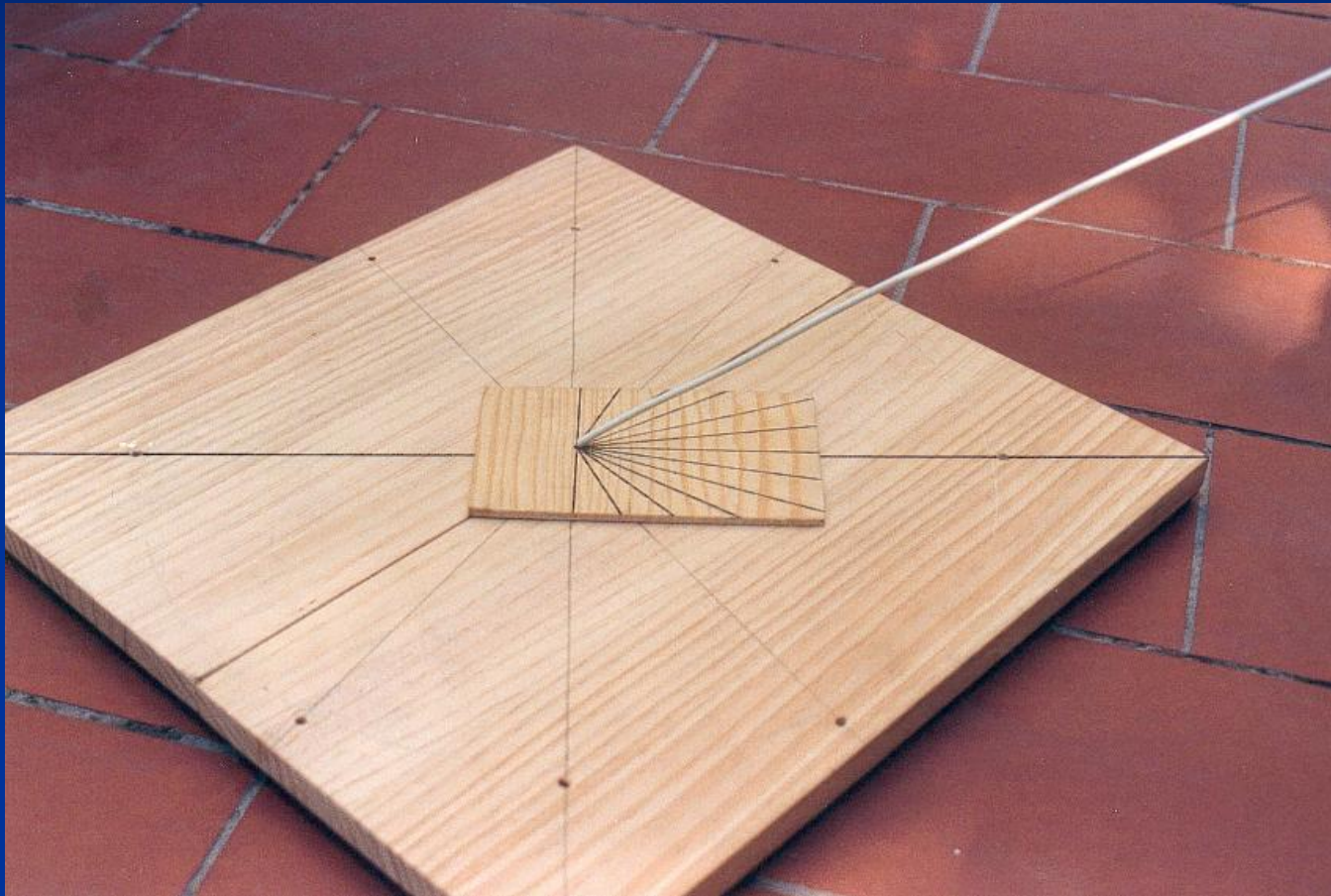
...το μοντέλο δεν είναι τίποτα άλλο παρά  
ένα Ισημερινό ηλιακό ρολόι!



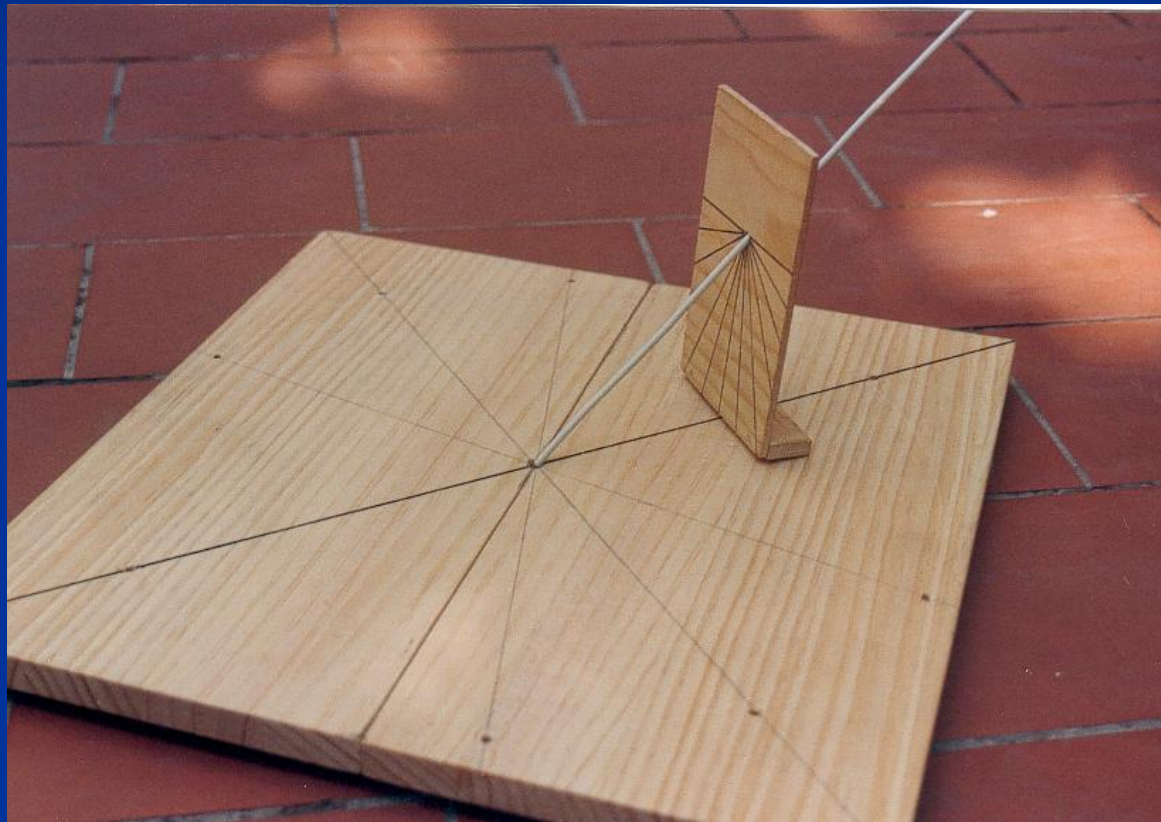
...και άλλα ηλιακά ρολόγια μπορούν να κατασκευαστούν με βάση αυτό του ισημερινού



...το οριζόντιο ηλιακό ρολόι

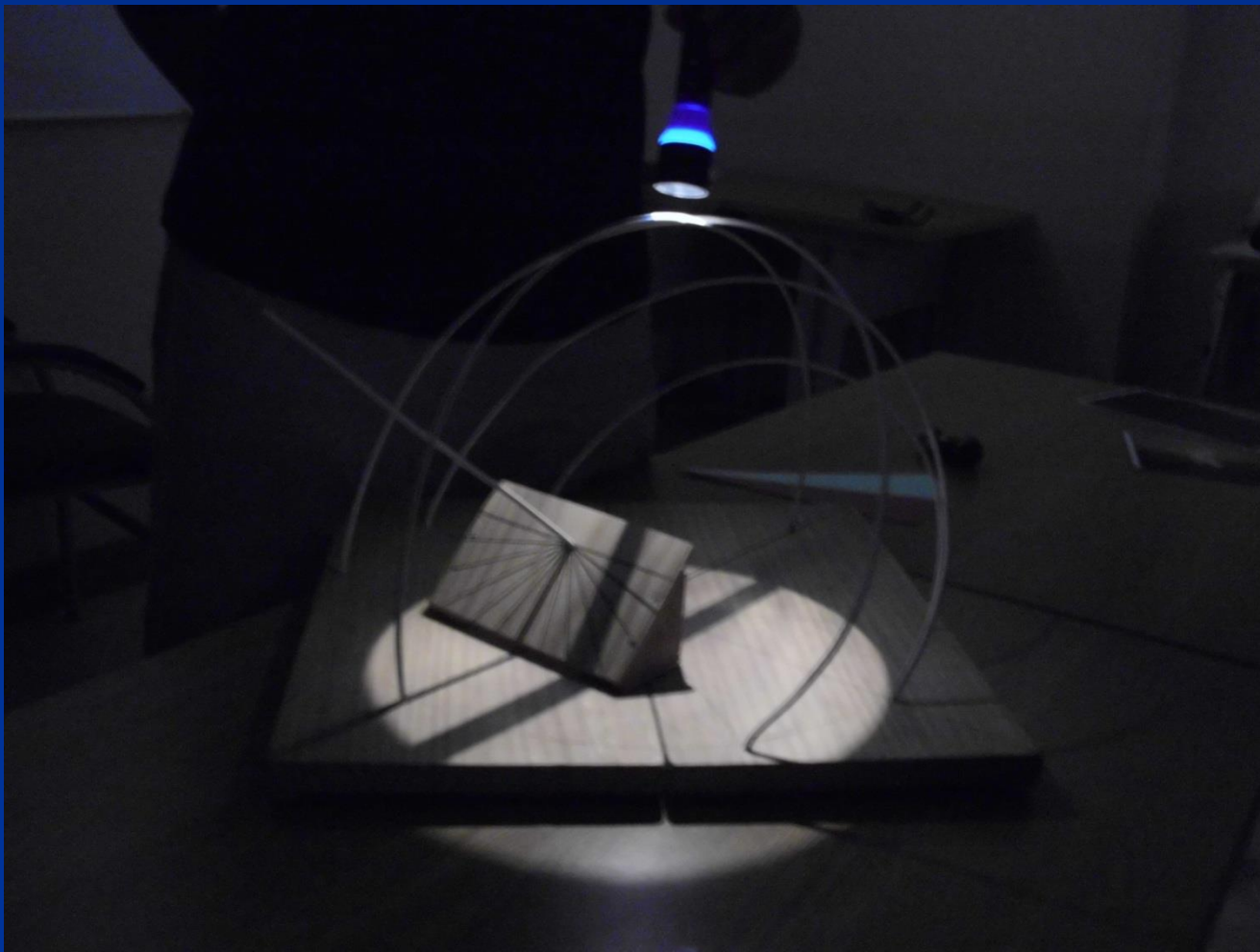


... και το κάθετα προσανατολισμένο Α-Δ  
ηλιακό ρολόι

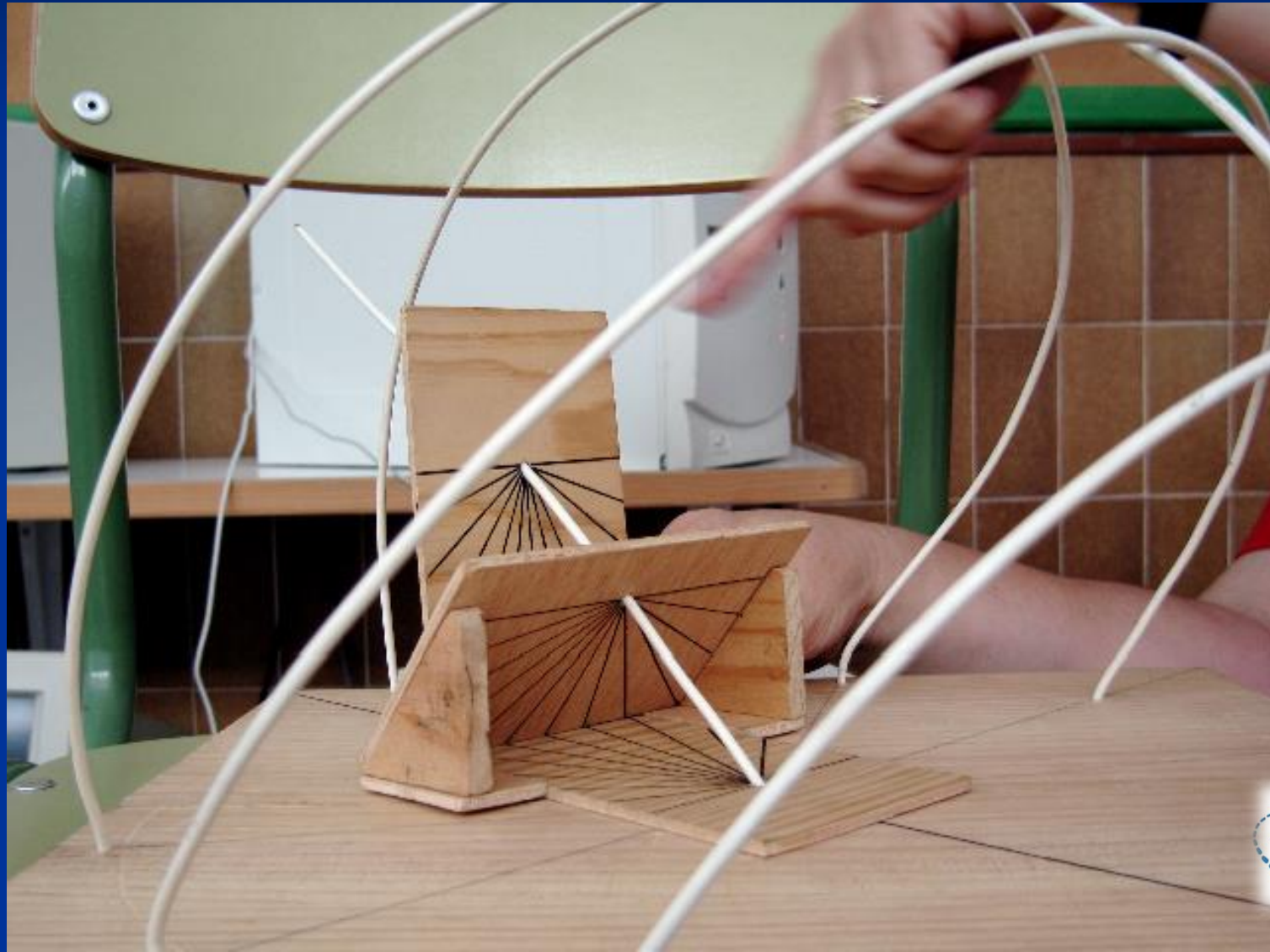




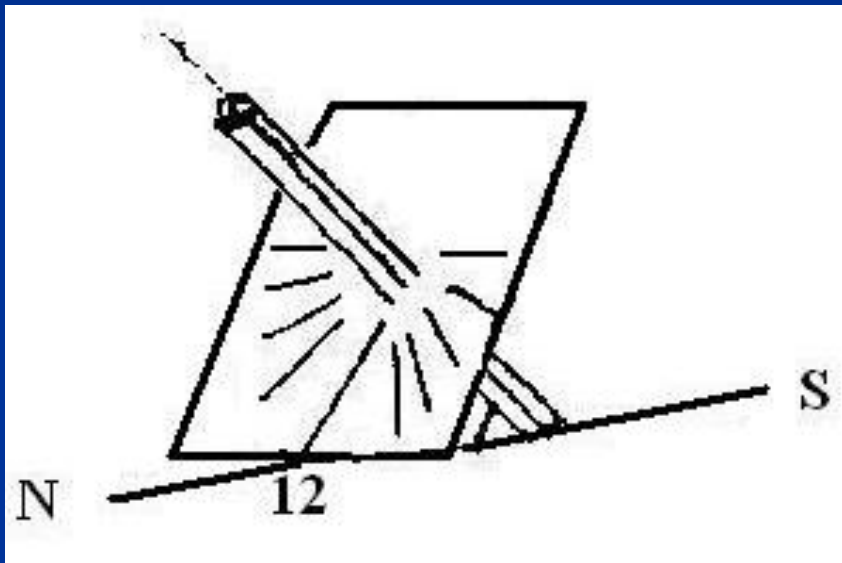
... και με τον Ήλιο (ή με έναν φακό)  
παρατηρούμε το μοντέλο μας, ως  
ένα ηλιακό ρολόι



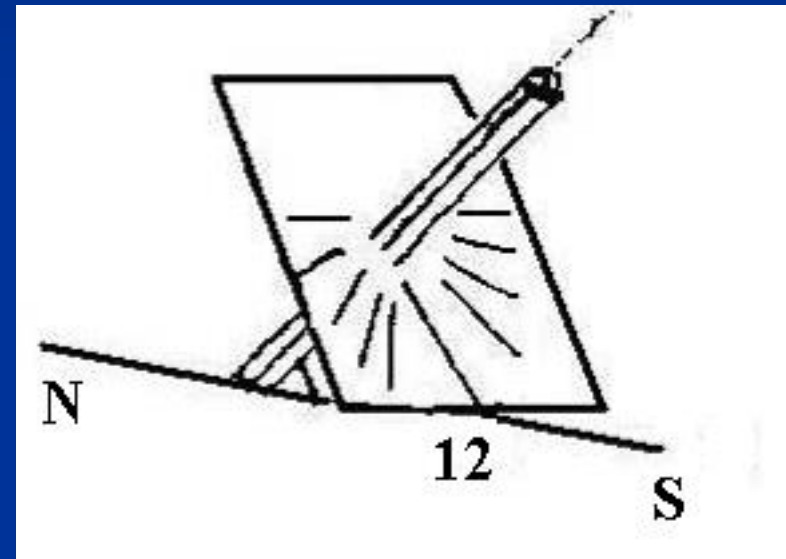
# Τα τρία ηλιακά ρολόγια, στο μοντέλο



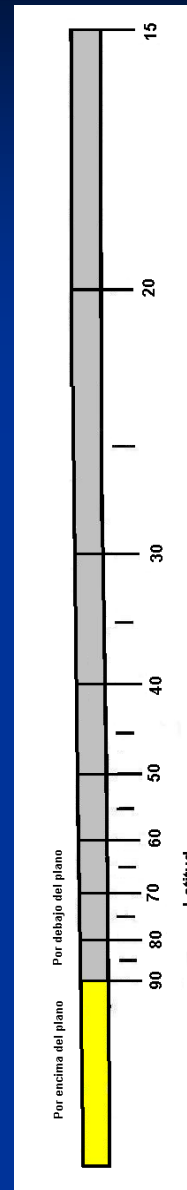
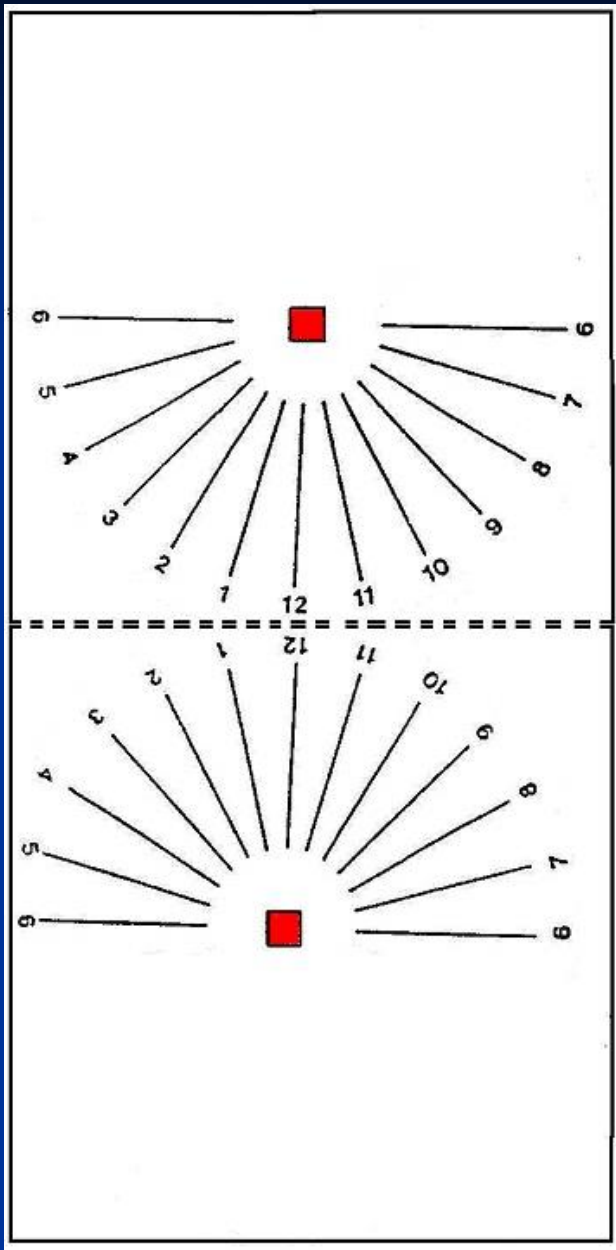
# Δραστηριότητα 3<sup>η</sup> : Ας δούμε πώς να κατασκευάσουμε ένα πολύ απλό «ισημερινό» ηλιακό ρολόι!



■ Βόρειο Ημισφαίριο



■ Νότιο Ημισφαίριο



## Δραστηριότητα 4<sup>η</sup>: “ισημερινό” ηλιακό ρολόι!

- Διπλώστε το μοτίβο κατά μήκος της διάστικτης γραμμής
- Κόψτε τη γραφίδα για το γεωγραφικό σας πλάτος. Το κίτρινο κομμάτι πάει πάνω από το επίπεδο

# Δραστηριότητα 5<sup>η</sup>: Πώς να διαβάσουμε την Ώρα

Ηλιακή Ώρα + Συνολική προσαρμογή = Ώρα του ρολογιού χειρός

Συνολική προσαρμογή =

- Προσαρμογή του γεωγραφικού μήκους
- Θερινή/Χειμερινή Προσαρμογή
- Εξίσωση της Προσαρμογής του Χρόνου

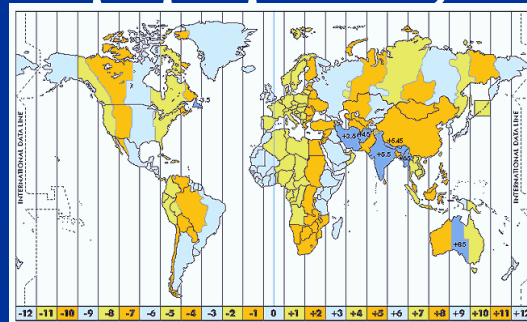


# Δραστηριότητα 5<sup>η</sup>: Διαβάστε την ώρα, Προσαρμογή του γεωγραφικού μήκους

- Ο κόσμος είναι χωρισμένος σε 24 ζώνες ώρας από το Μηδέν ή τον Μεσημβρινό του Greenwich
- Πρέπει να γνωρίζουμε το τοπικό γεωγραφικό μήκος και το «κανονικό» μεσημβρινό γεωγραφικό μήκος της περιοχής σας.

Χρησιμοποιήστε το σύμβολο + προς την Ανατολή και το σύμβολο –προς την Δύση.

- Γράψτε τα γεωγραφικά μήκη σε h, m και s ( $1^\circ=4m$ ).



# Δραστηριότητα 5<sup>η</sup>: Διαβάστε την Ώρα, Θερινή/Χειμερινή Προσαρμογή

- Πολλές χώρες προσθέτουν μία ώρα το καλοκαίρι.
- Αυτή η αλλαγή των ρολογιών για το καλοκαίρι/χειμώνα είναι απόφαση της κυβέρνησης της χώρας



# Δραστηριότητα 5<sup>η</sup>: Διαβάστε την Ώρα, Εξίσωση διόρθωσης του Χρόνου

- Η Γη περιστρέφεται γύρω από τον Ήλιο σύμφωνα τον νόμο των εμβαδών του Κέπλερ, δηλ. δεν είναι μία ομαλή κίνηση. Ορίζουμε τον μέσο χρόνο (των μηχανικών ρολογιών) ως τον μέσο χρόνο, κατά τη διάρκεια ενός ολόκληρου έτους.
- Η εξίσωση του χρόνου είναι η διαφορά μεταξύ του «Προφανούς Ηλιακού Χρόνου» και του «Μέσου Χρόνου» σε λεπτά του χρόνου

Μέρ α	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕΜ	ΔΕΚ
1	+3m 33s	+13m 35s	+12m 22s	+3m 54s	-2m 54s	-2m 12s	+3m 50s	+6m 21s	+0m 2s	-10m 18s	-16m 24s	-11m 1s
6	+5m 50s	+14 m 5s	+11m 17s	+2m 27s	-3m 23s	-1m 22s	+4m 45s	+5m 54s	-1m 23s	-11m 51s	-16m 22s	-9m 1s
11	+7m 55s	+14m 14s	+10m 3s	+1m 4s	-3m 38s	-0m 23s	+5m 29s	+5m 13s	-3m 21s	-13m 14s	-15m 31s	-6m 49s
16	+9m 45s	+14m 4s	+8m 40s	-0m 11s	-3m 40s	+0m 39s	+6m 3s	+4m 17s	-5m 7s	-14m 56s	-15m 15s	-4m 27s
21	+11m 18s	+13m 37s	+7m 12s	-1m 17s	-3m 27s	+1m 44s	+6m 24s	+3m 10s	-6m 54s	-15m 21s	-14m 10s	-1m 58s
26	+12m 32s	+12m 54s	+5m 42s	-2m 12s	-3m	+2m 49s	+6m 32s	+1m 50s	-8m 38s	-16m 1s	-12m 44s	+0m 31s
31	+13m 26s		+4m 12s		-2m 21s		+6m 24s	+0m 21s		-16m 22s		





# Δραστηριότητα 5<sup>η</sup> : Διαβάζοντας τον Χρόνο

Παράδειγμα 1<sup>ο</sup>: Barcelona (Ισπανία) την 24<sup>η</sup> Μαΐου

Διόρθωση	Σχόλιο	Αποτέλεσμα
1. Γεωγραφικό Μήκος	Η Barcelona είναι στην ίδια κανονική ζώνη με το «Greenwich». Το γεωγραφικό της μήκος είναι $2^{\circ} 10' A = 2.17^{\circ} A = -8.7 m$ ( $1^{\circ}$ είναι ισοδύναμο των 4 m)	-8.7 m
2. Θερινή ώρα	Ο Μάιος έχει θερινή ώρα +1 h	+ 60 m
3. Εξίσωση του Χρόνου	Διαβάζουμε τον πίνακα για τη 24 <sup>η</sup> Μαΐου	-3.4 m
Σύνολο		+47.9 m

Για παράδειγμα την 12η ηλιακή ώρα (μεσημέρι), τα ρολόγια μας δείχνουν (Ηλιακή ώρα)  $12h + 47.9 m = 12h 47.9 m$   
(ώρα ρολογιού χειρός)



# Δραστηριότητα 5<sup>η</sup>: Διαβάζοντας τον χρόνο

Παράδειγμα 2<sup>ο</sup> : Tulsa, Οκλαχόμα (ΗΠΑ) 16<sup>η</sup> Νοεμβρίου

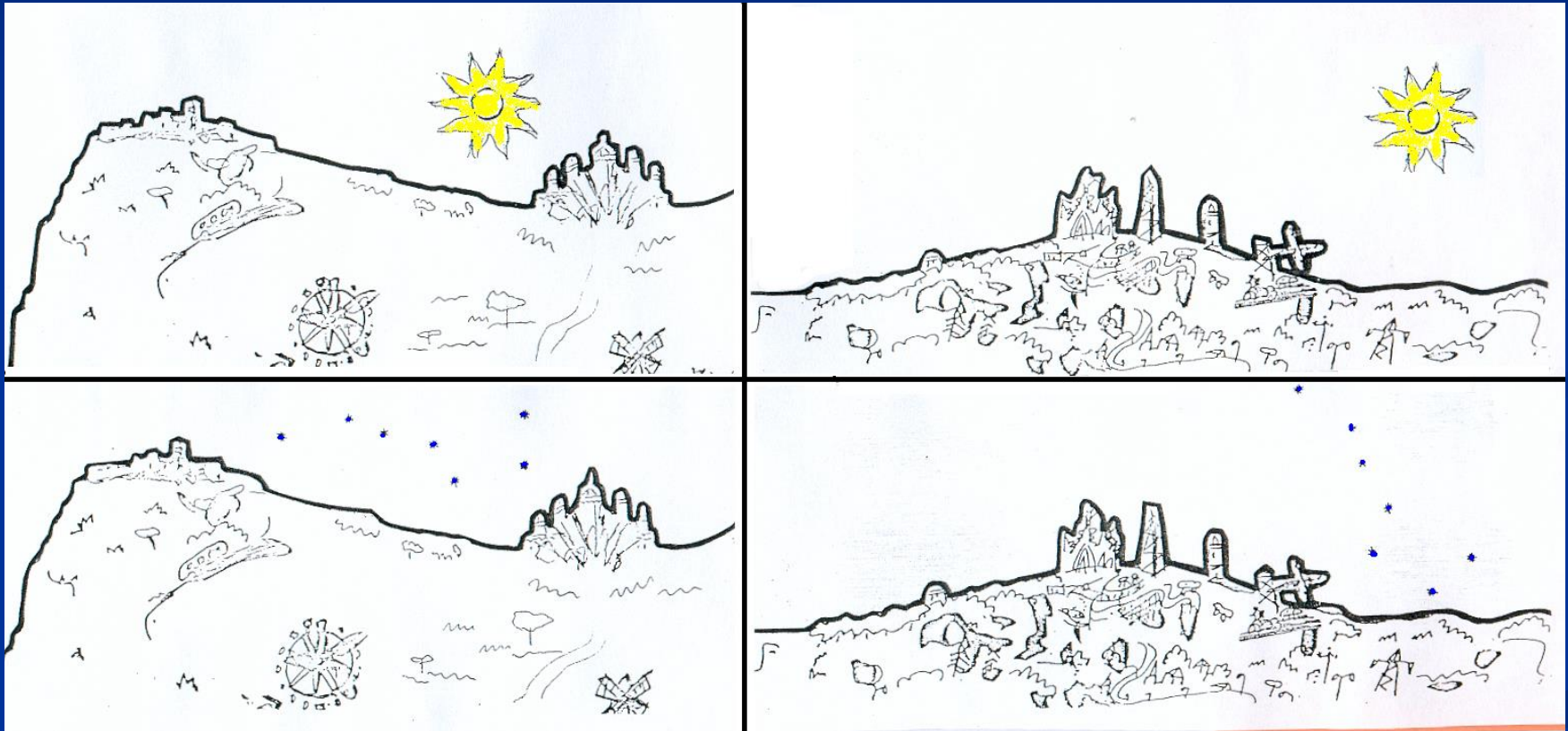
Προσαρμογή	Σχόλιο	Αποτέλεσμα
1. Γεωγραφικό Μήκος	Ο μέσος μεσημβρινός της Tulsa είναι $90^\circ \Delta$ . Το γεωγραφικό της μήκος είναι $95^\circ 58' \Delta = 96^\circ \Delta$ , άρα είναι $6^\circ W$ από τον κανονικό μεσημβρινό ( $1^\circ$ είναι ισοδύναμη των 4 m)	+24 m
2. Χειμερινή Ώρα	Η 16 <sup>η</sup> Νοεμβρίου δεν έχουμε θερινή ώρα	0
3. Εξίσωση του Χρόνου	Διαβάζουμε τον πίνακα για τη 16 <sup>η</sup> Νοεμβρίου	-15.3 m
Σύνολο		+ 8.7 m

Για παράδειγμα στις 12 ηλιακή ώρα (μεσημέρι), τα ρολόγια μας θα δείξουν(Ηλιακή Ώρα)

$12h + 8.7 m = 12h 8.7 m$  (Ώρα ρολογιού χειρός)



# Το μοντέλο υπηρετεί στο να μας προσανατολίζει...



... να παρατηρήσουμε και να  
κατανοήσουμε...



# Συμπεράσματα

- Καταλαβαίνουμε τις «προβολές» του μοντέλου από μέσα και έξω
- Φτάσαμε το επίπεδο χρήσης αφηρημένων εννοιών που μας επιτρέπουν να διαβάσουμε βιβλία και να κάνουμε σχόλια
- Νιώθουμε προσανατολισμένοι στον αληθινό ορίζοντα
- Βλέπουμε ότι η ανατολή του ήλιου δεν συμβαίνει πάντοτε στο σημείο Ανατολής του ορίζοντα, και ότι η δύση του ήλιου δεν συμβαίνει πάντοτε στο σημείο Δύσης του ορίζοντα



Ευχαριστώ πολύ για  
την προσοχή σας!

