

지평선과 해시계

Rosa M. Ros

*International Astronomical Union
Technical University of Catalonia, Spain*



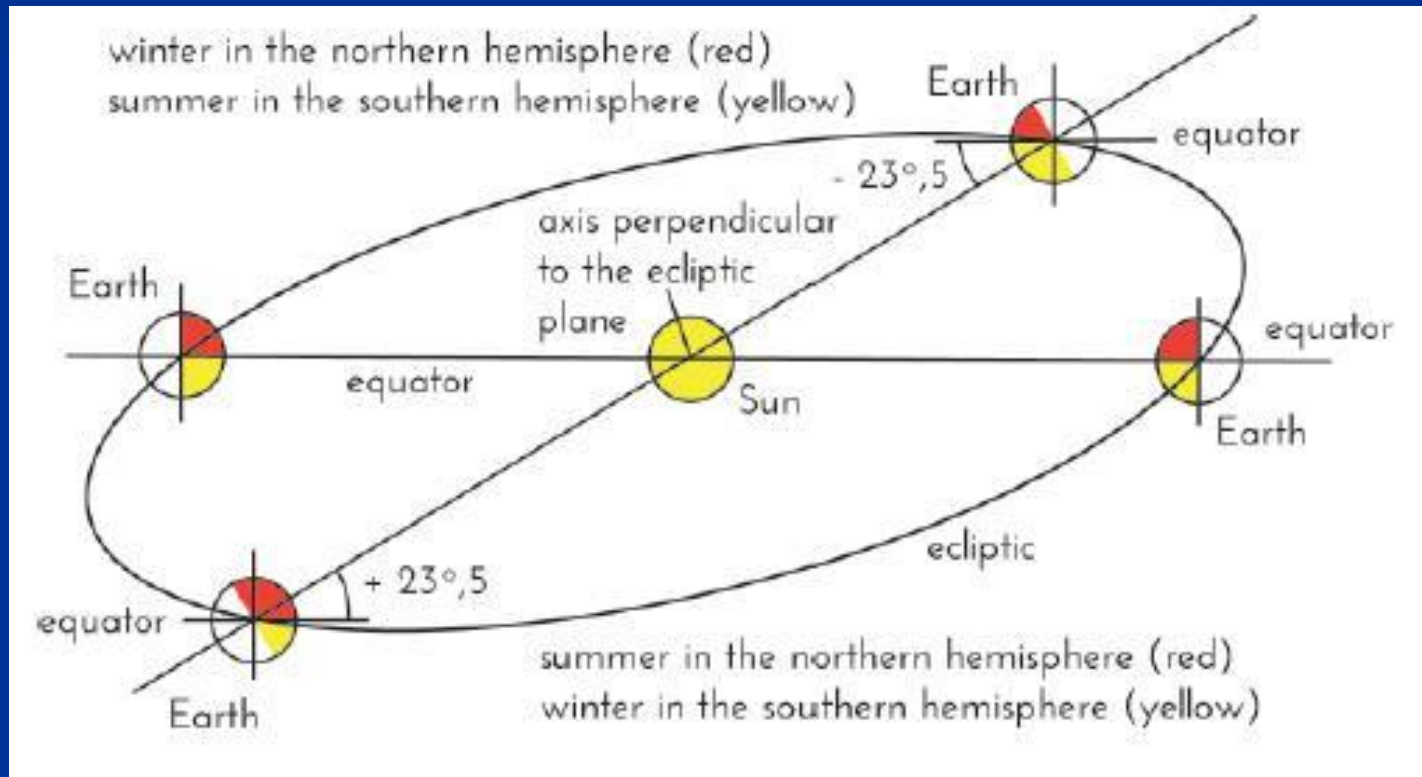
목표

- 태양의 일주운동 이해
- 태양의 연주운동 이해
- 천구의 운동 이해
- 해시계의 구조 이해



지구의 공전과 운동

공전 (낮/밤)
궤도 위치 (계절)



활동 1: 4개의 지구본 가운데 위치한 태양 (램프)

태양의 중심에서 지구 중심까지의 이은 선은 지면과 23.5° 각도를 이룸
(적도의 평면을 나타냄).



북반구의 겨울

남반구의 여름



북반구의 여름

남반구의 겨울



활동 2: 평행 지구

조명이 두개의 구에 동일하게 비쳐지고 빛과 그림자가 동일 영역에 생성



활동 2: 평행 지구



- 지구본 지지대에서 지구본을 꺼내어 컵 위에 올려 놓음
- 나침반을 보면서 자전축을 기울임
- 우리 위치가 맨 위에 오도록 함

활동 2: 평행 지구

위치:

- 우리 위치를 인형으로 표시
- 점토 조각으로 빛/그림자 선을 표시 (시간에 따라 달라짐)
- 그림자를 나타낼 이쑤시개를 꽂음



활동 2: 평행 지구

* The North Pole is on the sunny side so it is summer in the Northern Hemisphere (the midnight sun)

* The South Pole is in shadow and therefore in the Southern Hemisphere it is winter



활동 2: 평행 지구

- 북극은 어두운 영역에 있으므로, 북반구는 겨울
- 남극은 환하므로, 남반구는 여름



활동 2: 평행 지구

낮/밤의 그림자 선이
북극과 남극을
지날때가 봄의 첫날
(춘분)과 가을의 첫날
(추분) 임



활동 2: 평행 지구

북반구 여름



북반구 춘/추분



북반구 겨울



남반구 겨울

남반구 춘/추분

남반구 여름

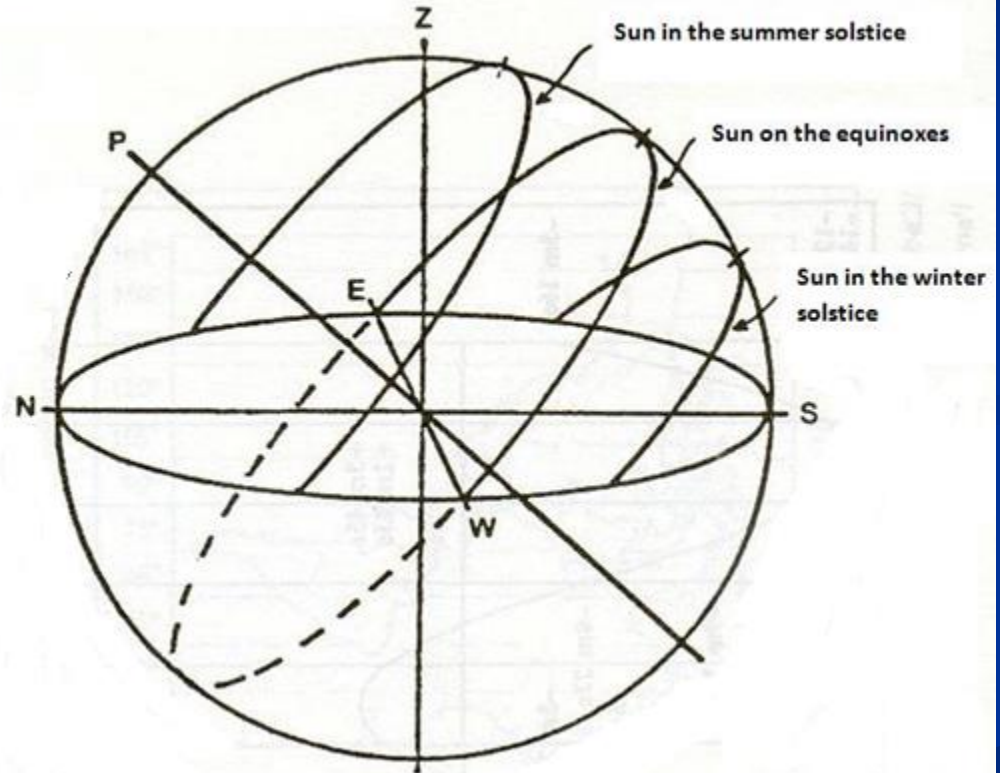
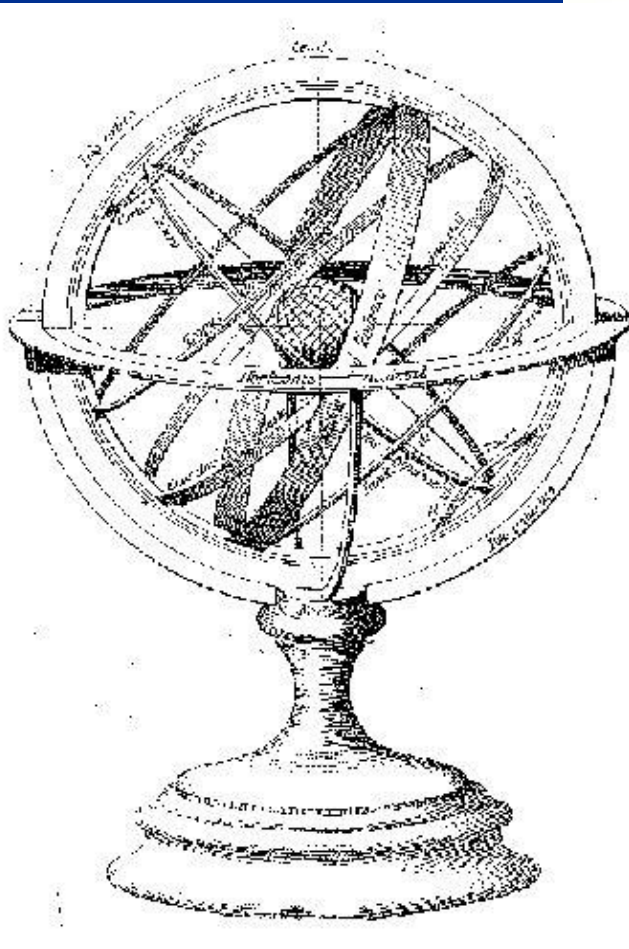
공전과 낮과 밤의 천구의 운동

- 안과 밖에서 볼 때 다름

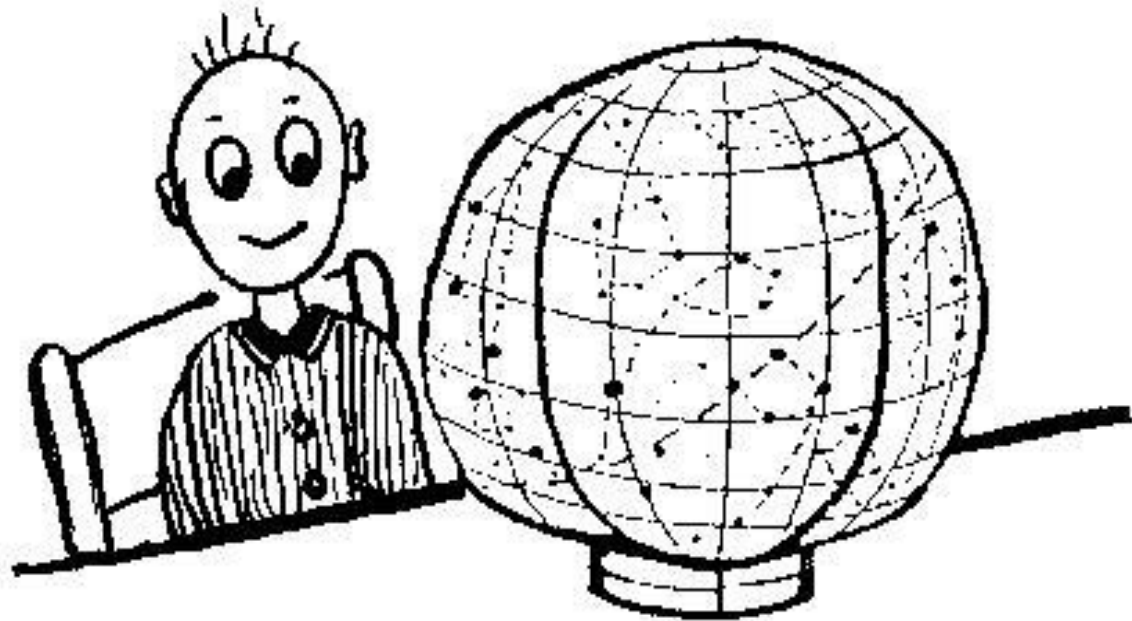


“밖에서 본“ 천구

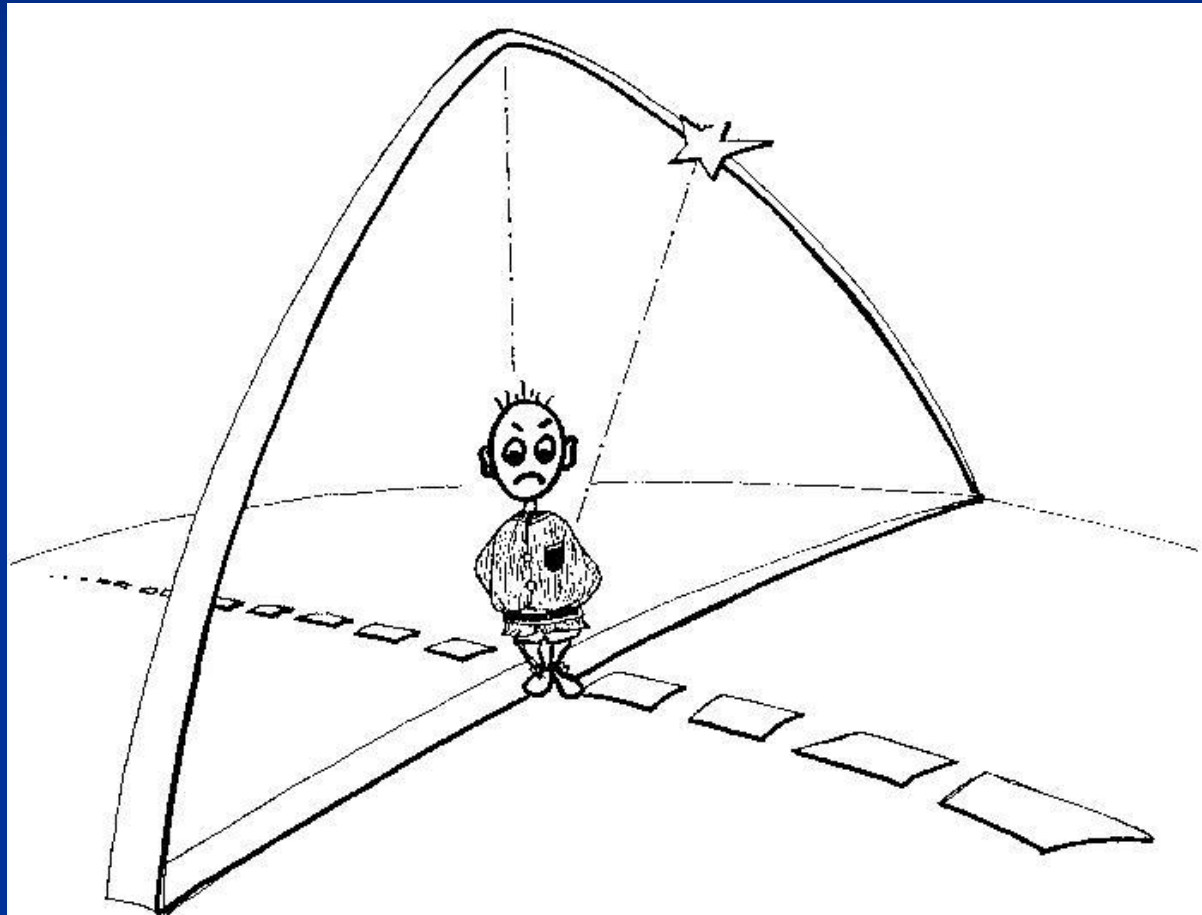
SUN DAY MOVEMENT



... 모든것이 이해됨



... 그러나 수업후, 헛갈림



모든 학교는 “천문학 실험실” 을 가지고 있음

- 운동장과 공터가 있으며
- 머리 위에 하늘이 있고
- 맑은 밤과 낮이 있음
- 사.용.되.어.져.야.함!



활동 3: 학교에서
보이는 지평선 모형을
만들 것이다.



자신이 있는 곳을 뱅 둘러 사진 찍는 것으로 시작

■ 지평선



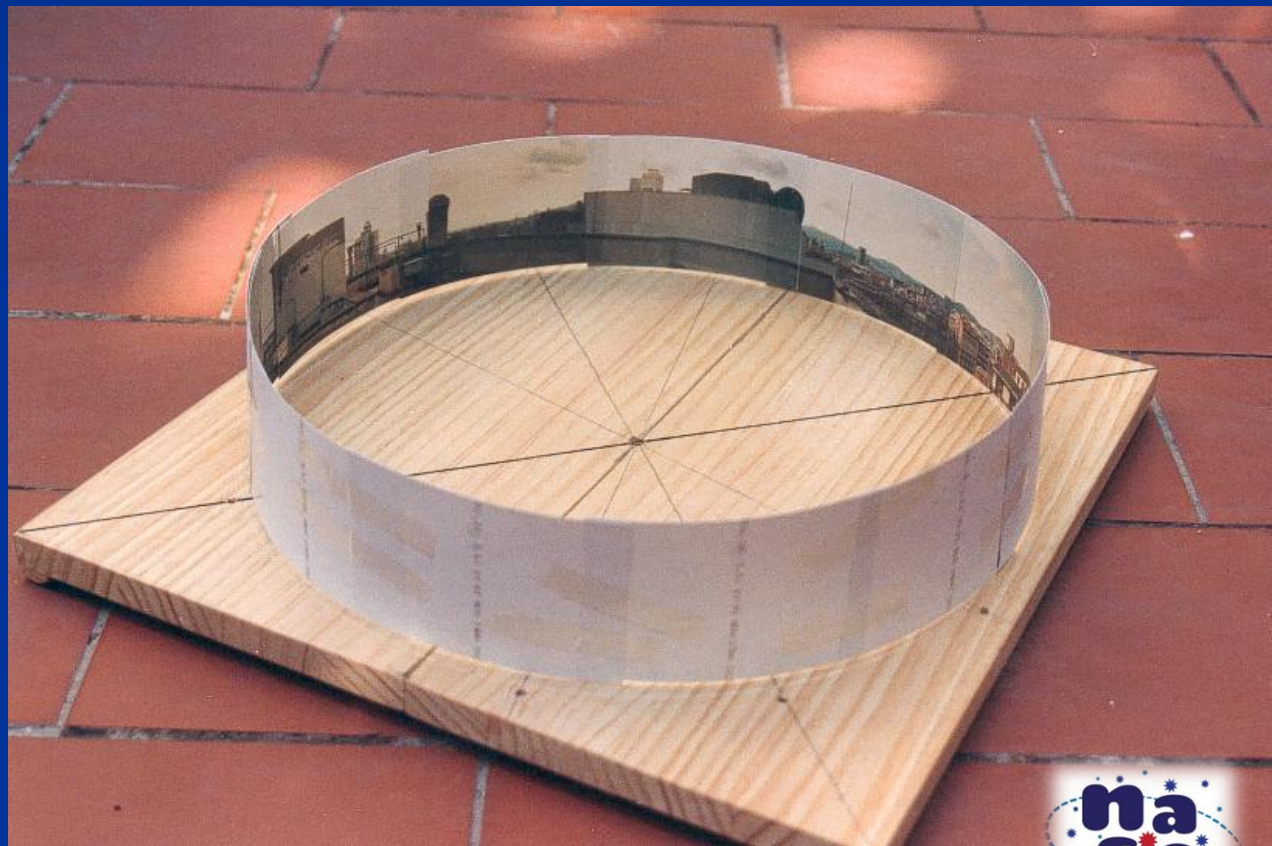
Figure 1: Zona del horizonte fotografiada en Barcelona.

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



편평한 것 위에 사진을 말아 붙임

■ 지평선



... 실제 지평선과 잘 맞도록 사진의 수평선을 조정함

■ 남-북 라인과 지역의 자오선

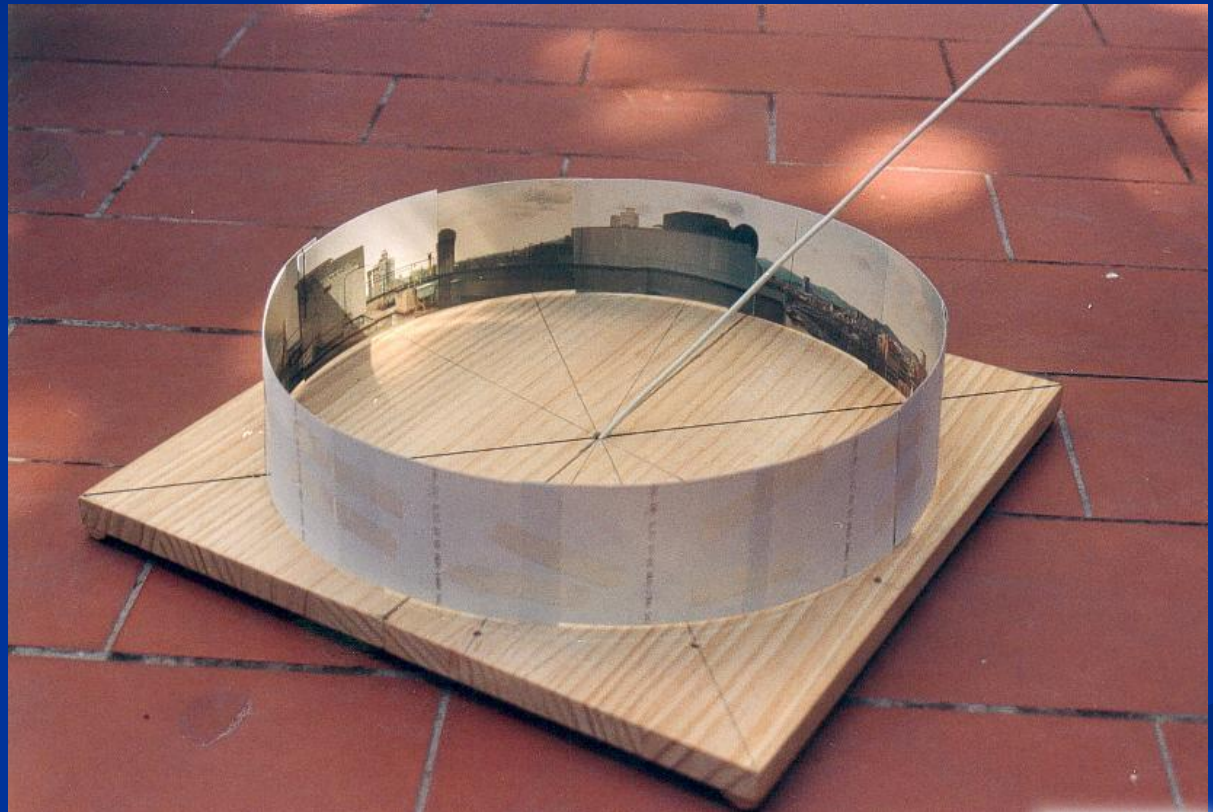


나침반 혹은 앱을 활용하여 모형을 놓음.
지평선 위로 북극(남극)을 투영하는
방법도 좋음.

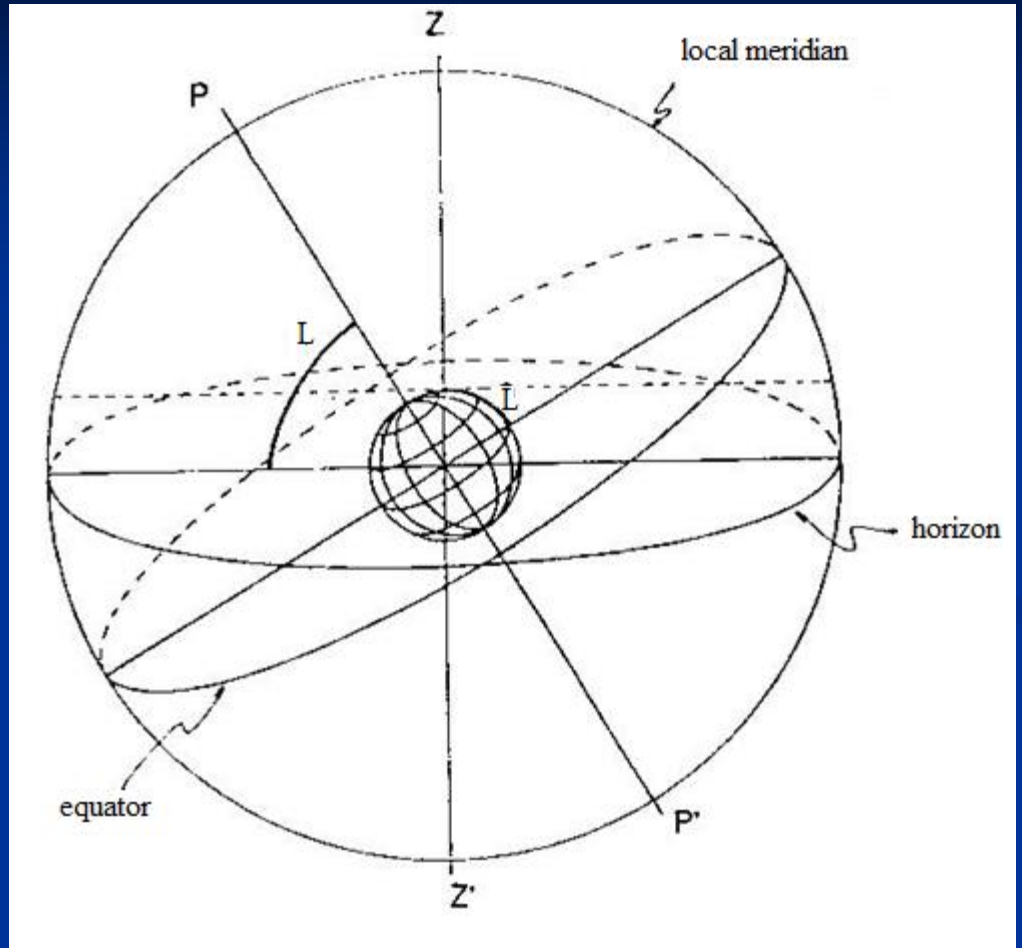


지구 자전의 이해

- 지구자전축

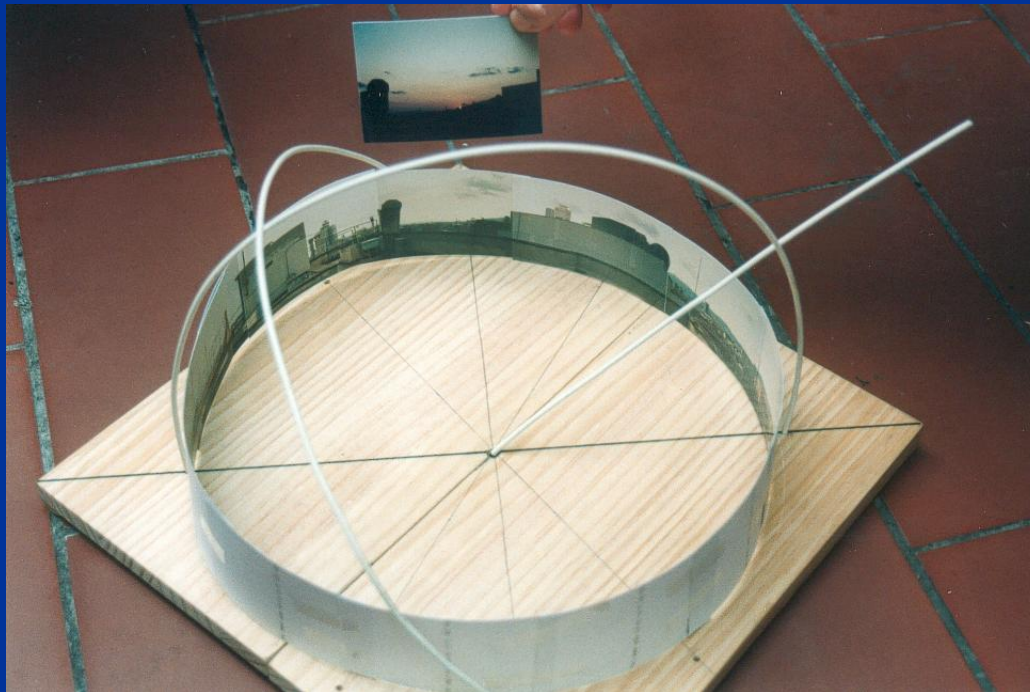


북극의 고도는
현지의 위도와
같음



춘분과 추분날 태양의 경로 표시

- 일출과 일몰 사진 사용



지구 자전에 의한 움직임: 태양 경로의 각도 확인

- 낮 - 일몰할 때 사진 몇 장

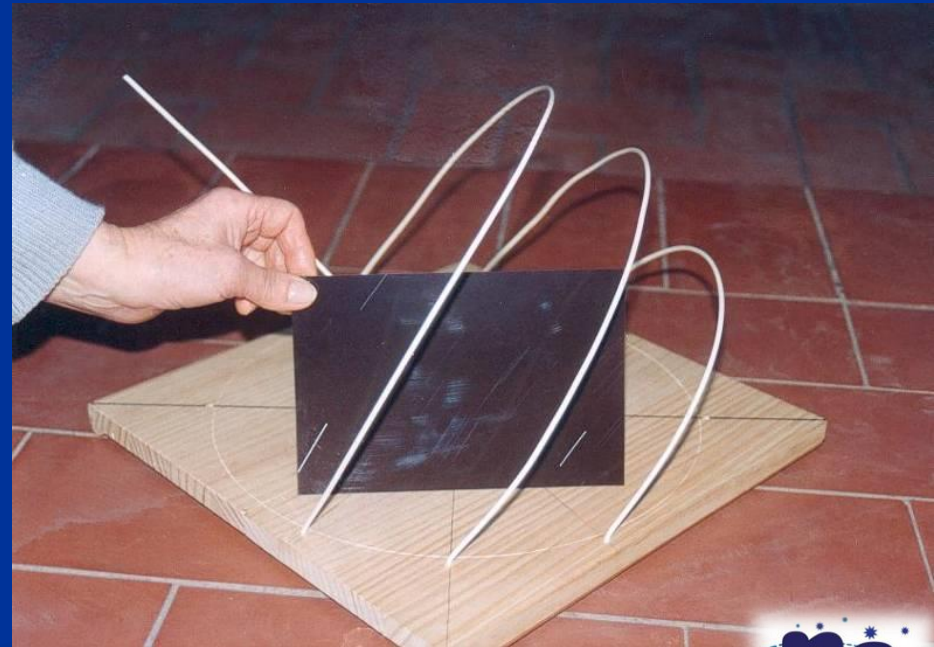
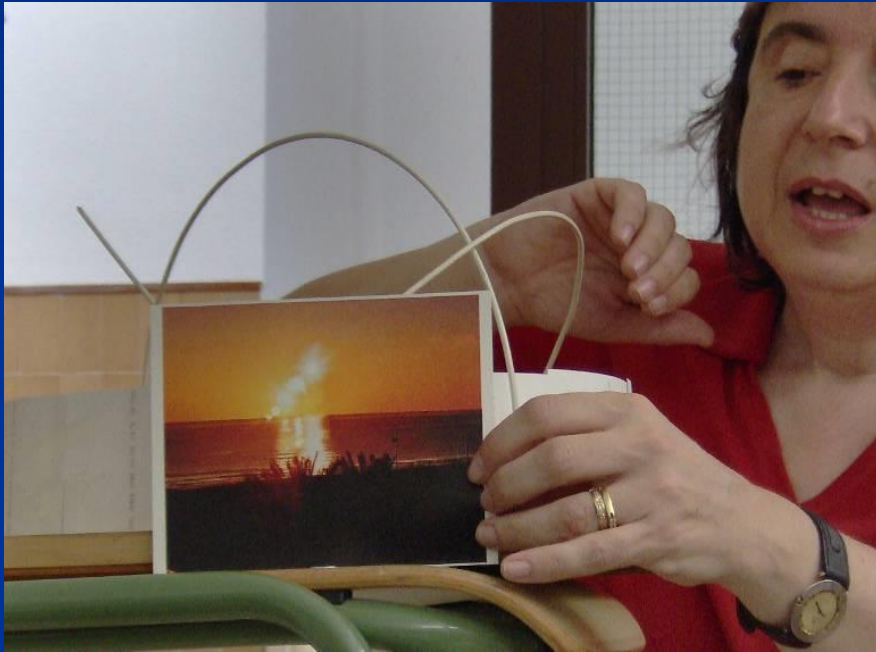


지구 자전에 의한 움직임: 별의 일주의 각도 확인

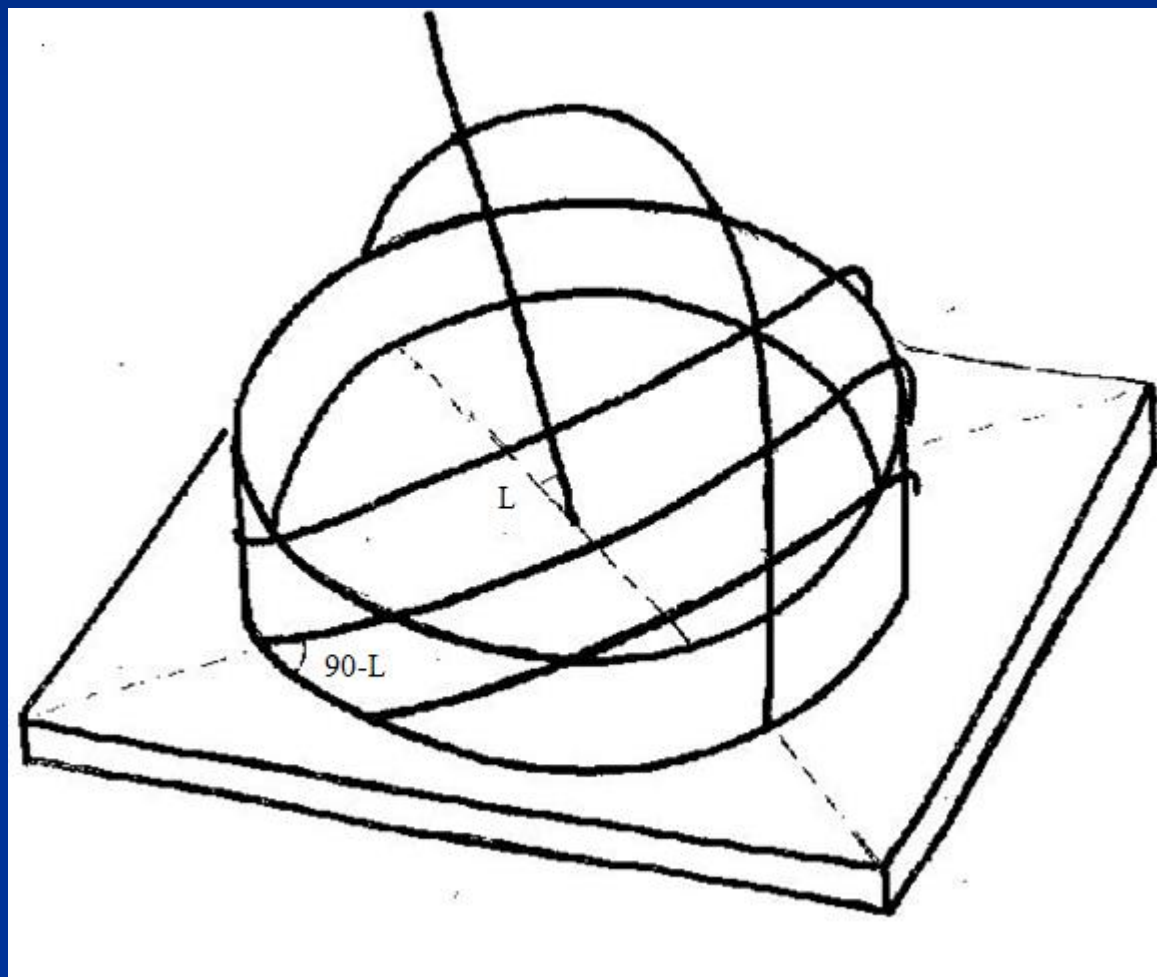
- 밤 - 별사진을 오래 노출해서 촬영



모형의 자전 운동

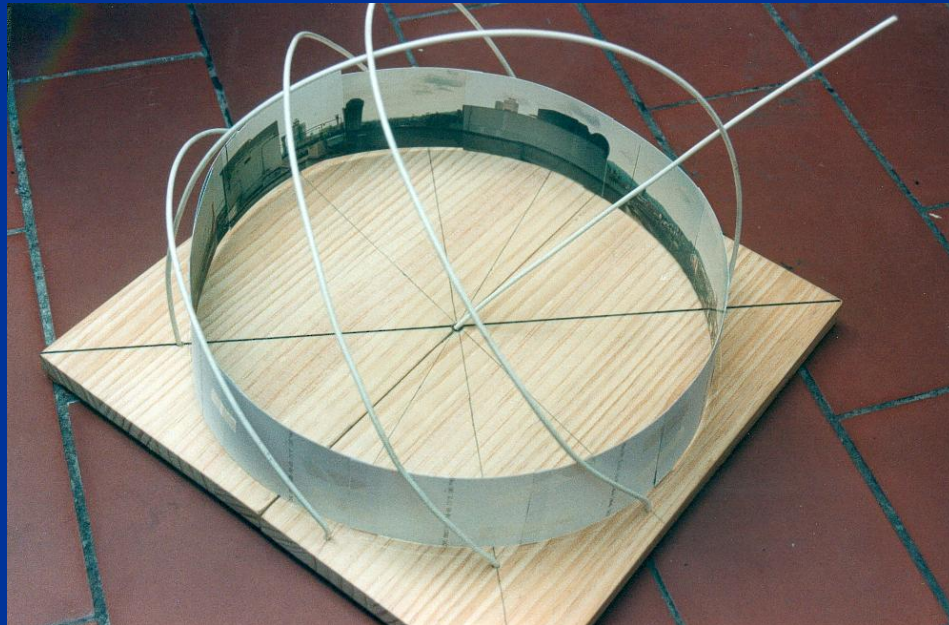


태양의 지나가는 경로와 별의 일주 운동의 경사각은 위도에 따라 정해진다.

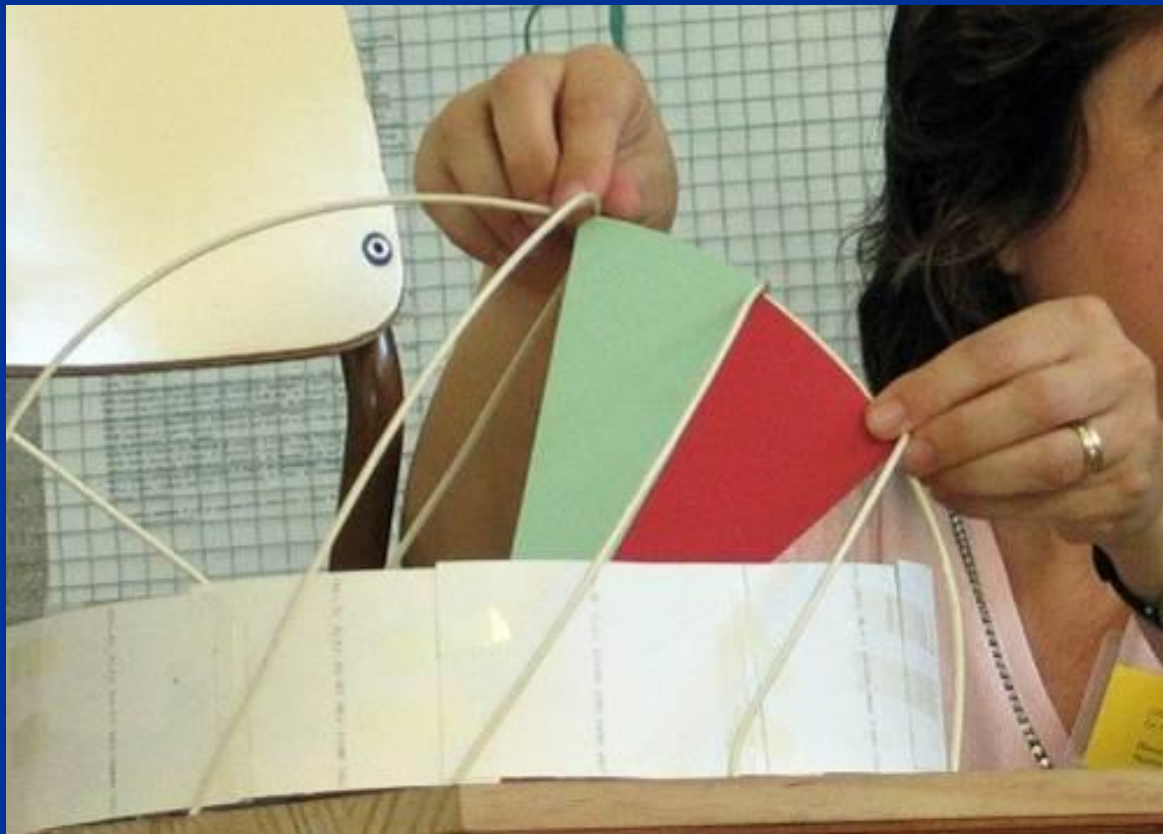


각 계절 첫날의 태양의 경로 (지속 시간이 다르다는 점 확인)

- 하지
- 추분과 춘분
- 동지



궤도 운동은 계절마다 위치가 다름



- 여름
- 봄/가을
- 겨울
- 적도와 북회귀선 (남회귀선)의 각도는 $= 23.5^\circ$

지구의 궤다 운동에 따라 일몰의 위치가 매일 변함

- 일몰사진 3장:
겨울 - 봄(가을) - 여름



The Earth's
orbital
motion
leads to the
change of
the position
of sunrises
every day

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



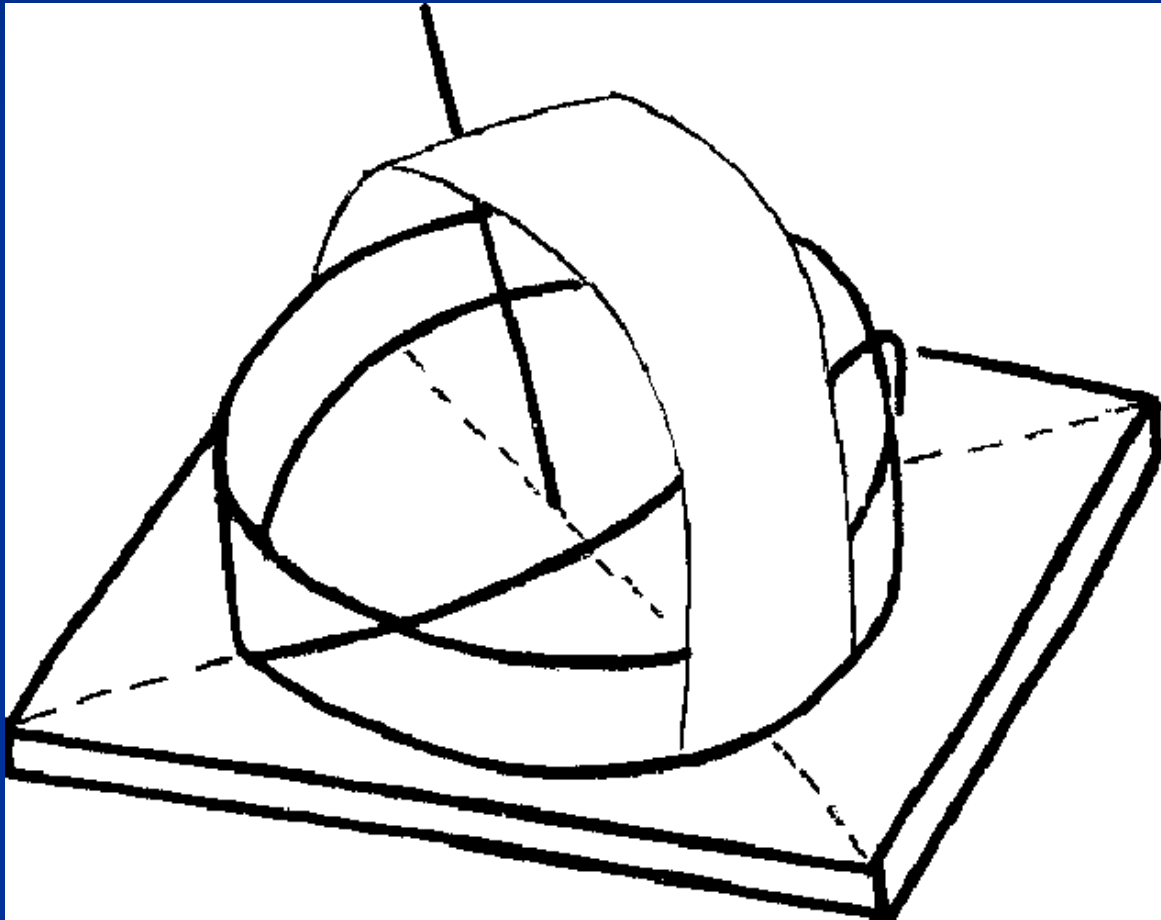
23 de Noviembre



30 de Diciembre



모형에서 “자오선” 보기



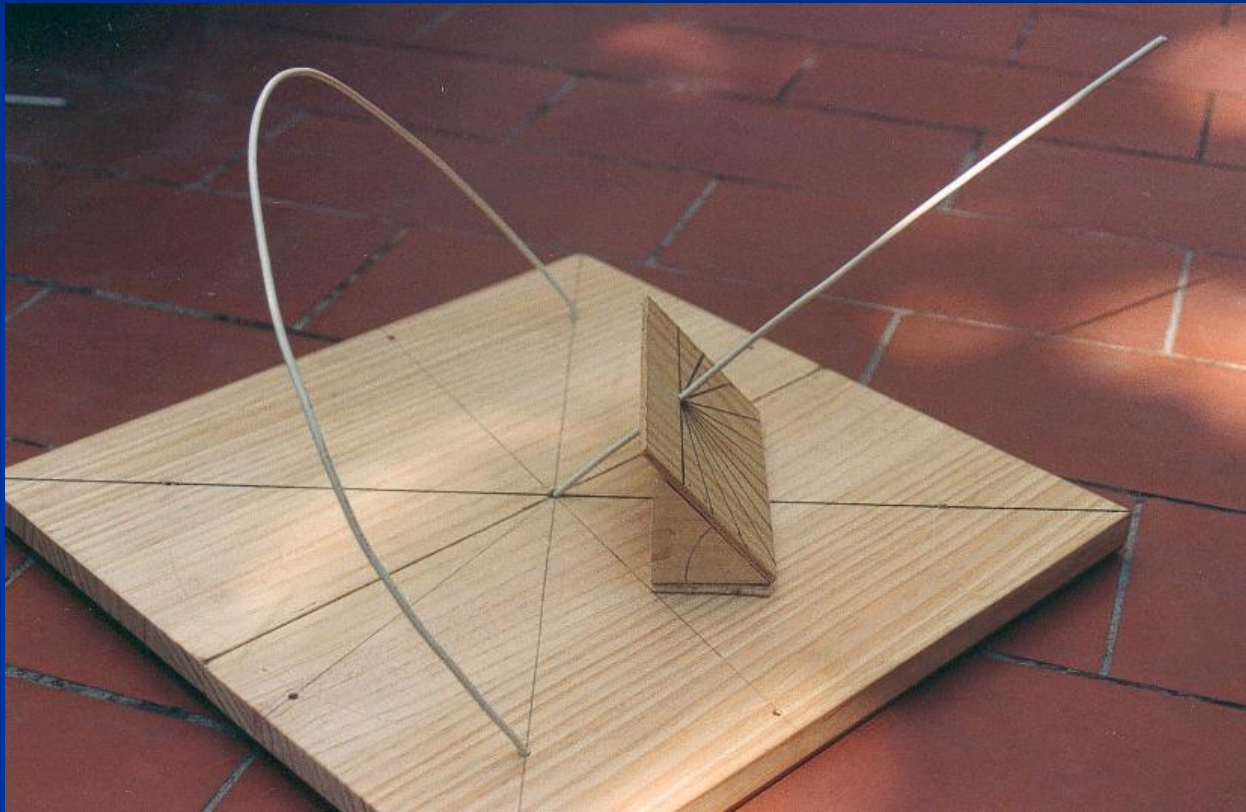
... 북극(남극) 주변 - 원



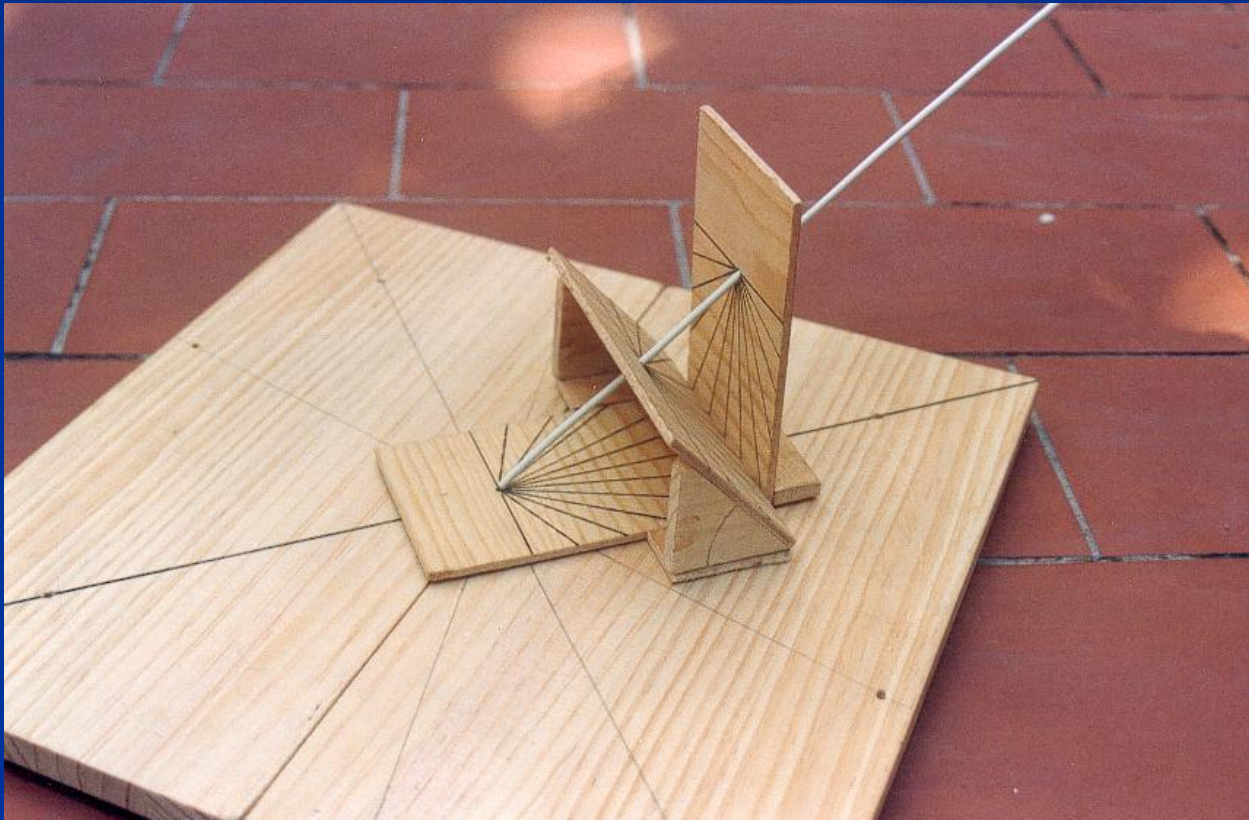
... 적도 근처에서는 경로가 오목한 모양에서
볼록한 모양으로 바뀜



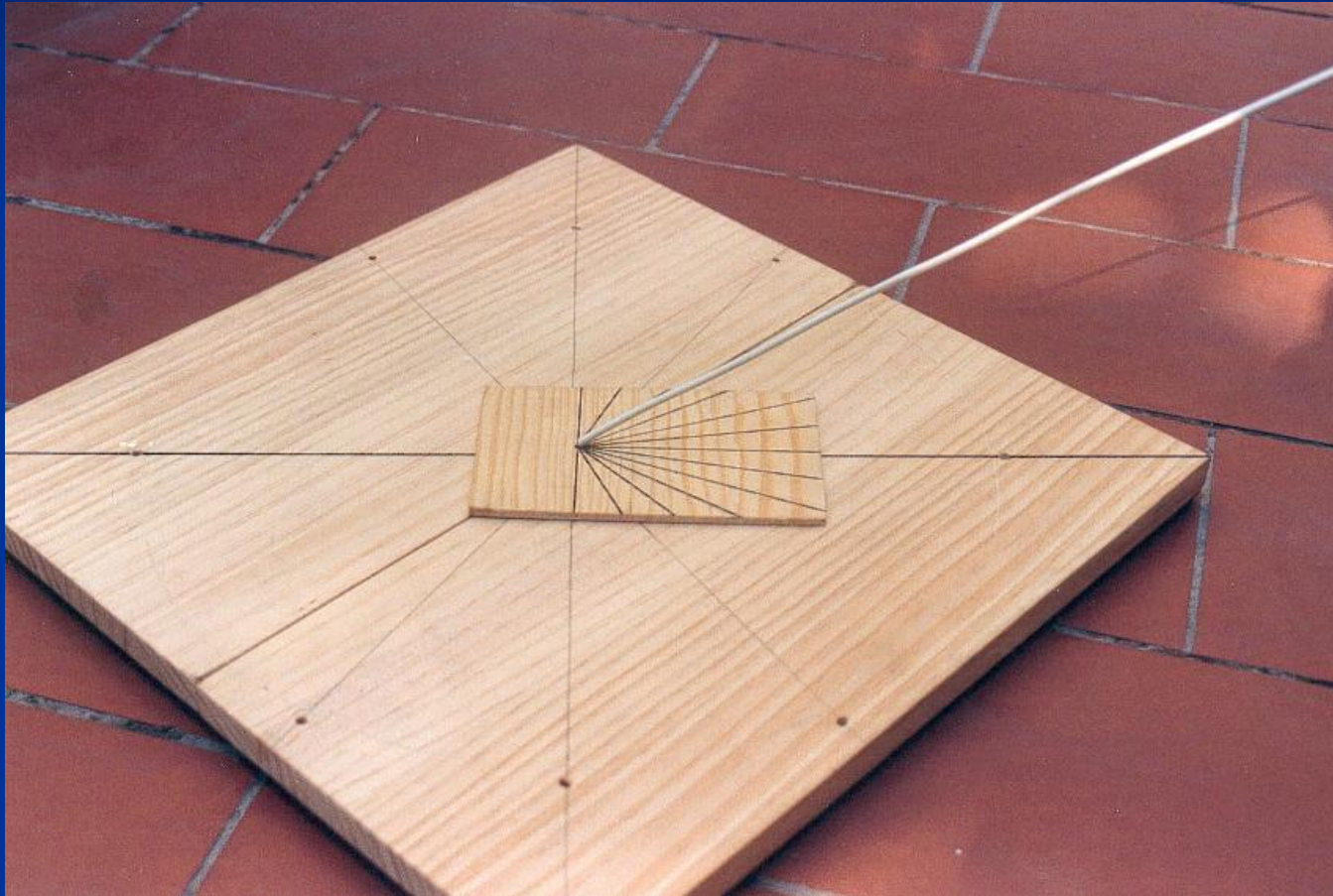
... The model is no more than an
Equatorial Sundial!



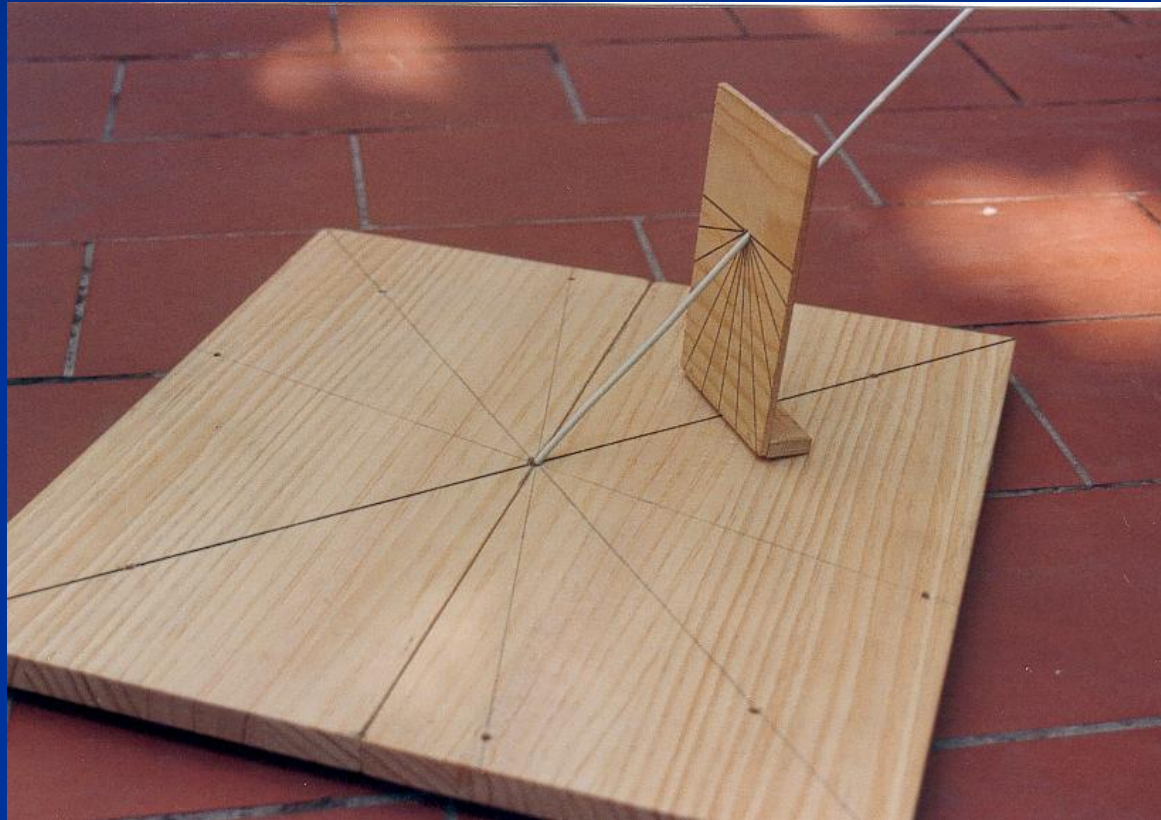
...다른 해시계도 적도면으로부터 만들수
있음



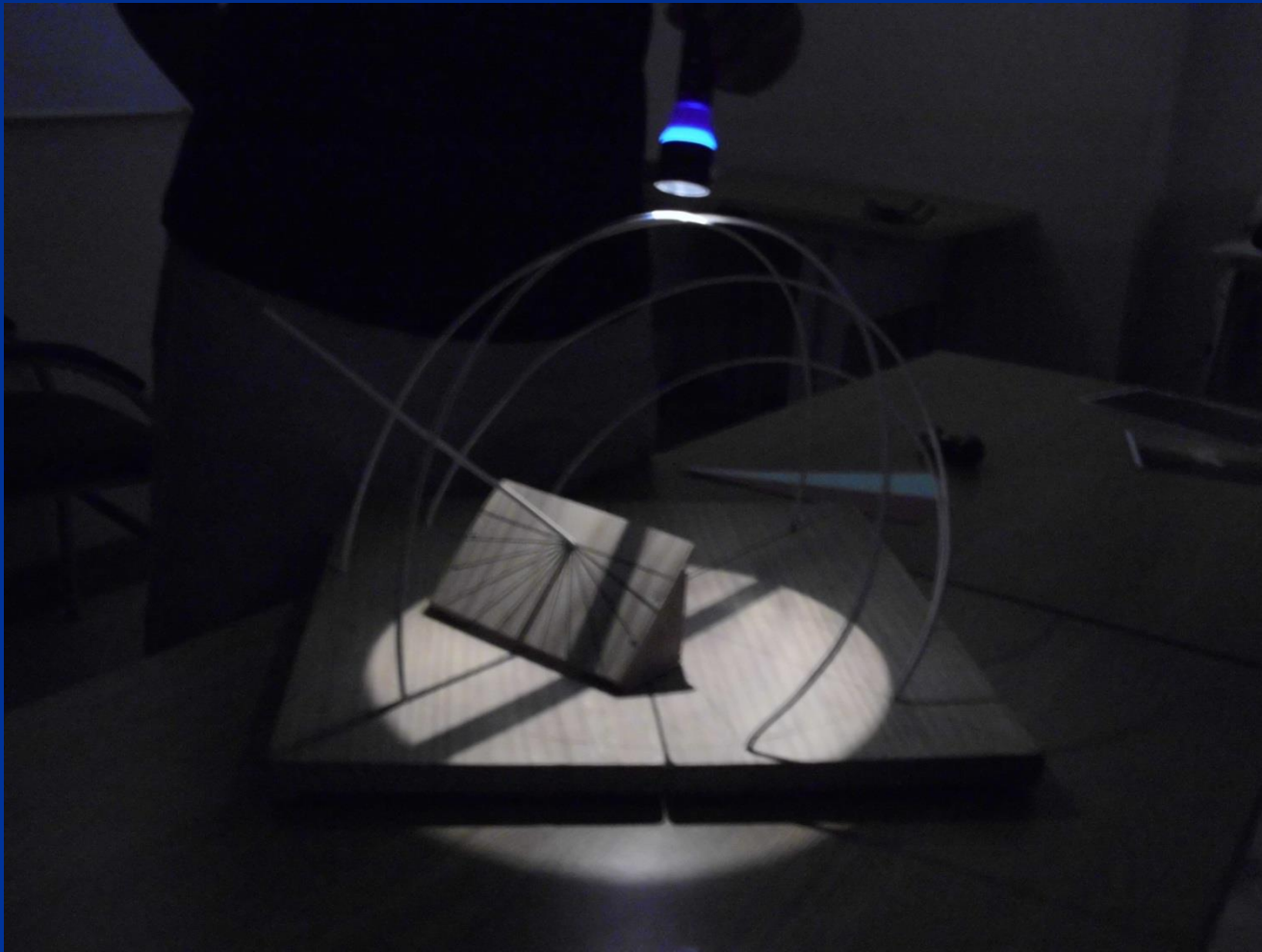
... 수평 해시계



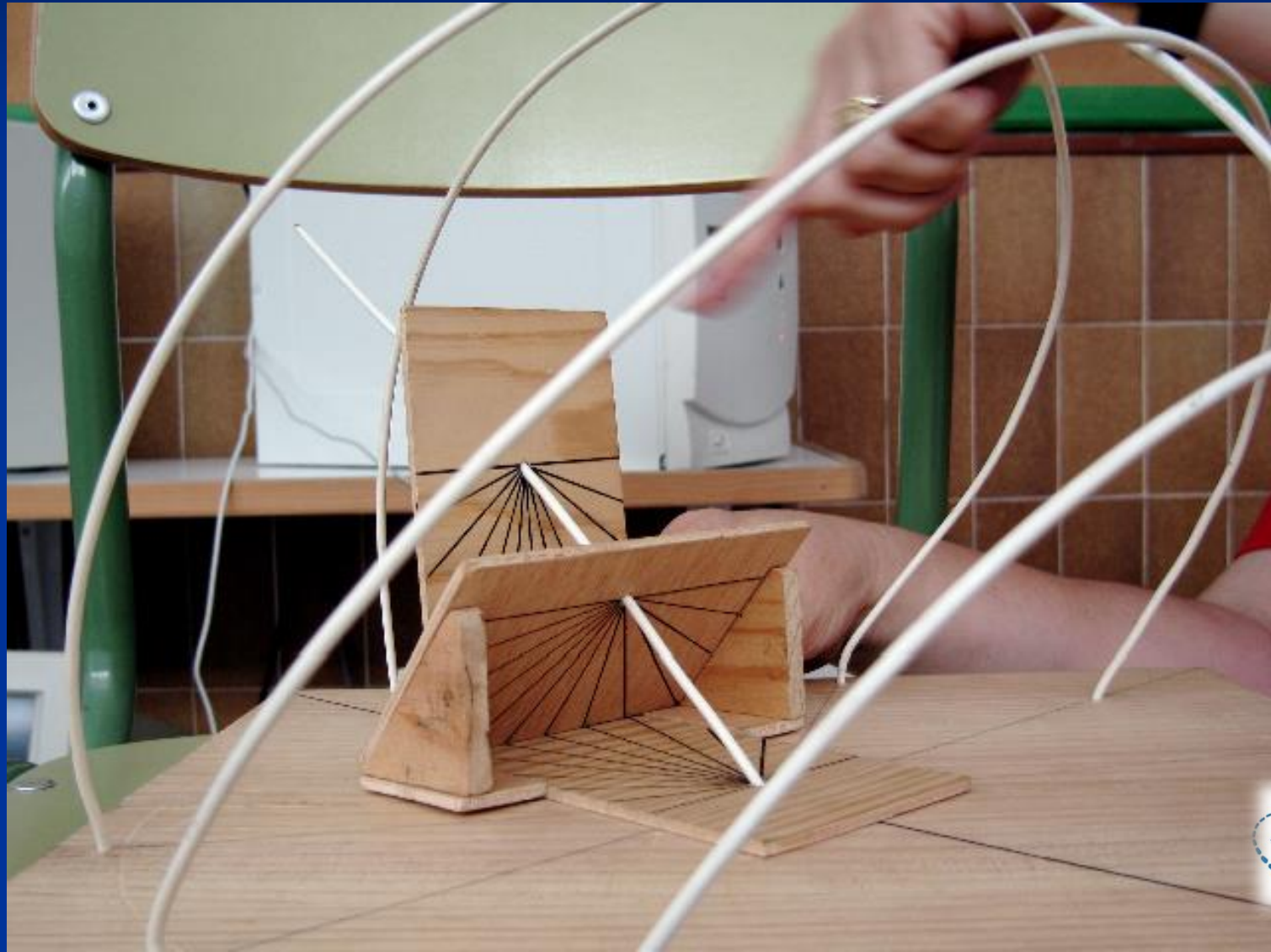
...수직하게 세워진 E-W 해시계



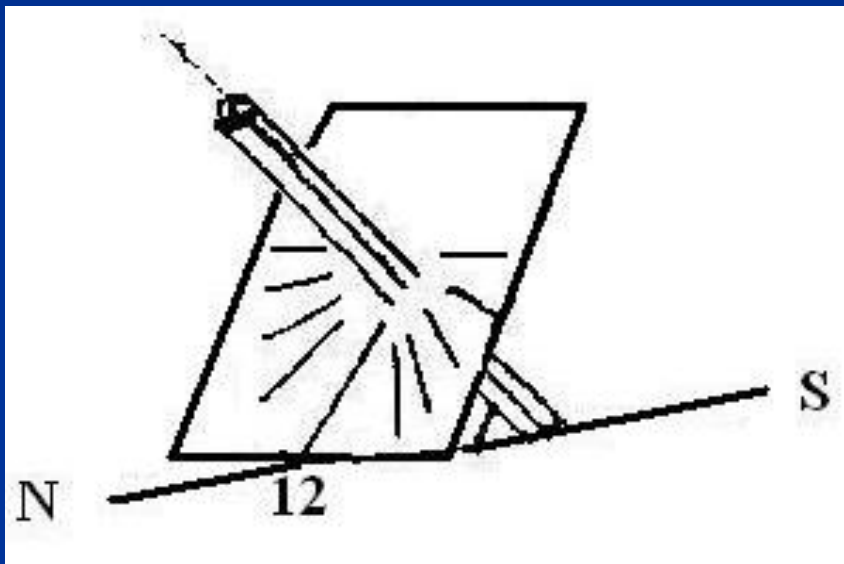
... 태양 (혹은 손전등) 으로 해시계처럼
활용할 수 있음



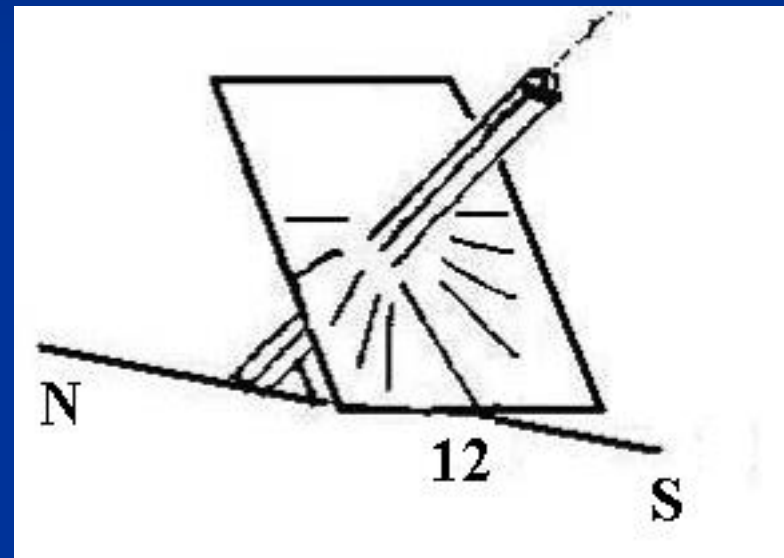
모형에 위치한 세 개의 해시계



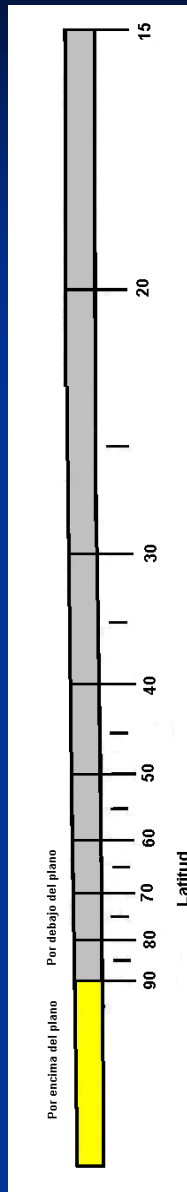
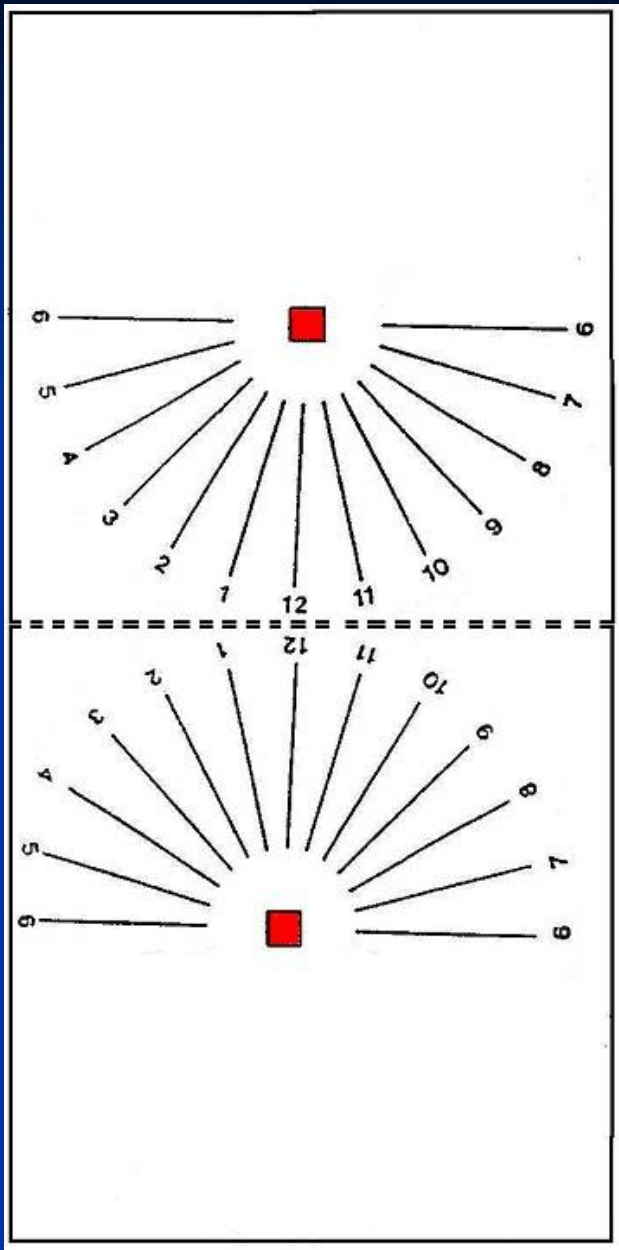
활동 4: 아주 간단한 “적도“ 해시계를 만들어 보자



■ 북반구



■ 남반구



활동 4: “적도” 해시계!

- 점선을 따라 종이에 있는 패턴을 접는다
- 위도에 맞게 스타일러스를 자른다. 노란색 부분이 면 위로 오게 한다.



활동 5: 시간을 읽어보자

태양시간 + 보정 = 시계의 시간

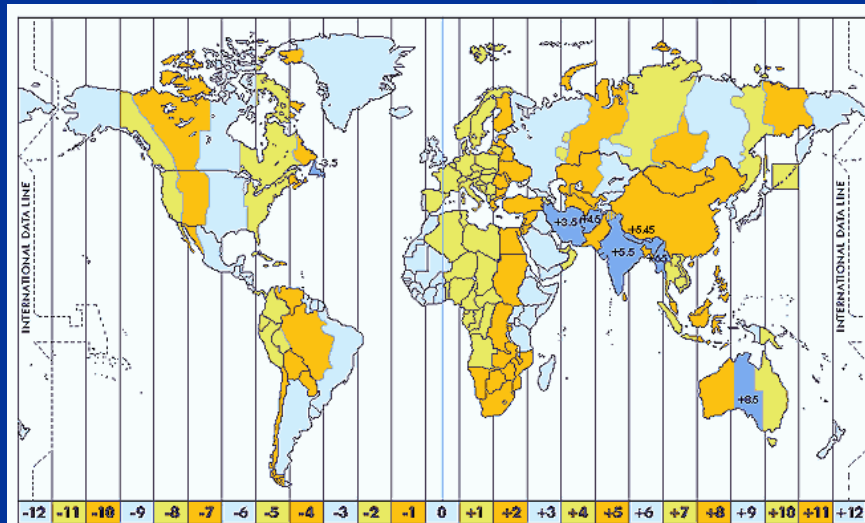
보정 =

- 경도 보정
- 여름/겨울 보정
- 시간 보정식



활동 5: 시간 읽기, 경도 보정

- 지구는 그리니치 자오선으로부터 24시간 대역으로 나뉜다.
- 우리가 있는 경도와 “표준“ 자오선 경도를 알아야 한다.
- 동쪽방향으로는 + 를, 서쪽방향으로는 - 를 사용
- 경도는 h, m 과 s ($1^{\circ}=4m$) 로 표기



활동 5: 시간 읽기, 여름 / 겨울 보정

- 많은 나라에서 여름에 한시간을 더한다.
(썸머 타임)
- 나라에 따라 여름과 겨울에 시계를
조정한다.



활동 5: 시간 읽기, 시간 보정식

- 지구는 면적속도가 일정하게 태양주위를 공전한다. 즉, 움직이는 속도가 일정하지 않다. 1년 동안의 평균으로 평균시 (시계 기준)를 정한다.
- 시간에 대한 식은 “실제 태양에 의한 시각 ” 과 “평균 시각 ” 이 다르며, 몇 분 정도 차이가 난다.

day	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
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		+2m 57s



활동 5: 시간 읽기

예제 1: 바르셀로나 (스페인), 5월 24일

보정	내용	결과
1. 경도	바르셀로나는 그린위치와 동일한 “표준” 영역에 있다. 경도는 $2^{\circ} 10' E = 2.17^{\circ} E = -8.7$ 분 (1° 는 4 분 이다.)	-8.7 m
2. 썸머타임	5월의 일광절약시간은 +1 h	+ 60 m
3. 시간 보정식	5월 24일에 대한 표를 읽는다.	-3.4 m
합계		+47.9 m

예를 들어 태양에 의한 시각 (정오)이 12시 일때, 우리 시계는 (태양에 의한 시각) $12h + 47.9 m = 12h 47.9 m$ (시계 시각) 을 나타낸다



활동 5: 시간 읽기

예제 2: 툄사, 오클라호마 (미국), 11월 16일

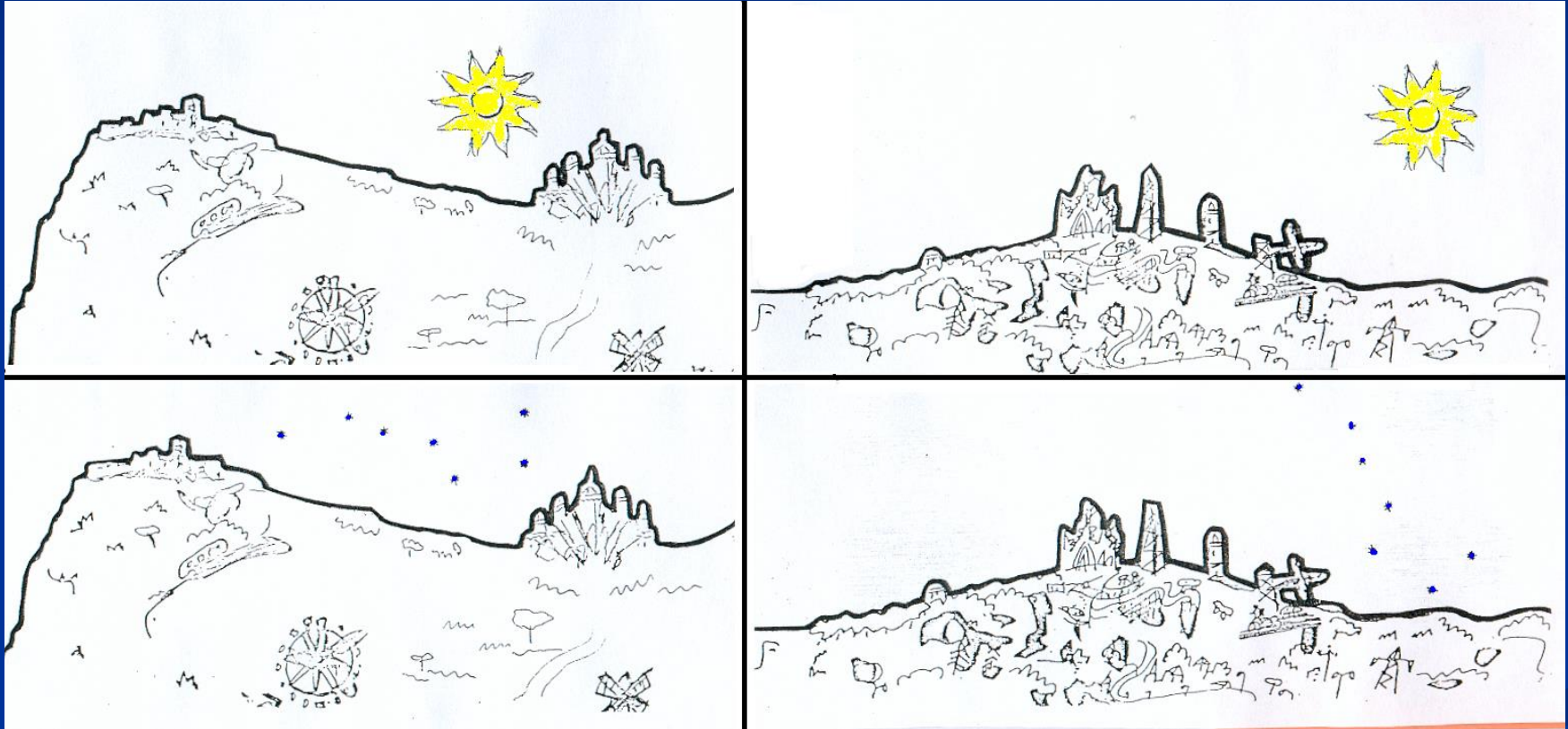
보정	내용	결과
1. 경도	툄사의 표준 자오선은 $90^\circ W$ 경도는 $95^\circ 58' W = 96^\circ W$ 이므로 표준자오선과의 차이는 $6^\circ W$ (1° 는 4 분)	+24 m
2. 썸머타임	11월 16일에는 썸머타임을 적용 안함	0
3. 시간 보정식	11월 16일에 대한 표를 읽는다	-15.3 m
합계		+ 8.7 m

예를 들어 태양에 의한 시각 (정오)이 12시 일때, 우리 시계는 (태양에 의한 시각) $12h + 8.7 m = 12h 8.7 m$ (시계 시각)을 나타낸다.



모형은 우리가 방향을 잡을 수 있게 한다

...



... 관찰하고 이해하기 위해 ...



결론

- 모형의 안과 밖의 관점을 이해함
- 책을 읽고 의견을 낼 수 있는 수준에 도달함
- 실제 지평선의 방향을 느낌
- 일출은 항상 동쪽에서 일어나는게 아니고, 일몰도 항상 서쪽에서 일어나는게 아님을 알 수 있음

감사합니다!

Rosa M. Ros

