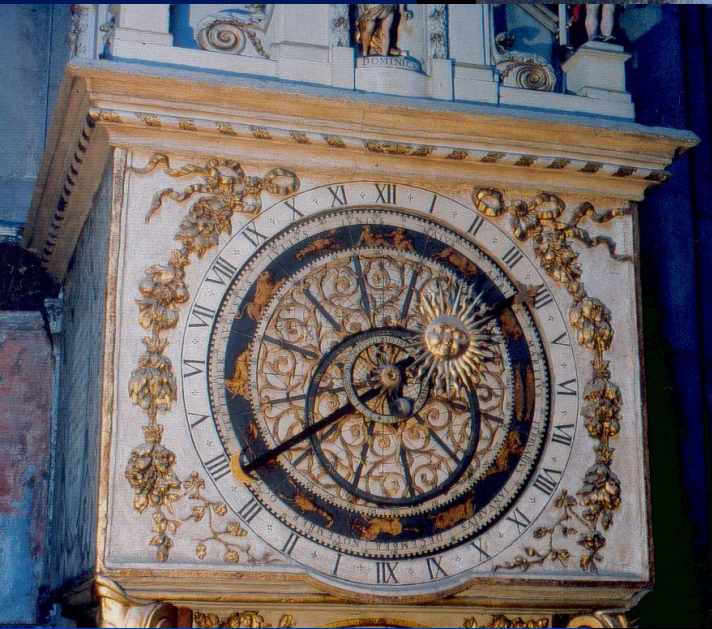
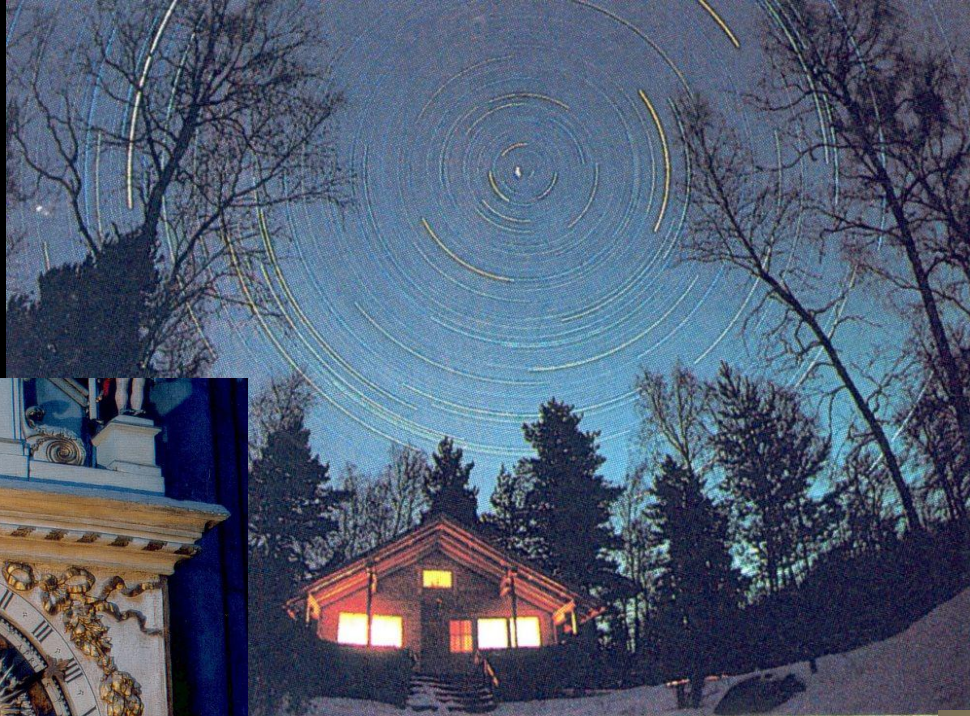


# Astronomía y medida del tiempo



Santiago, 14 de mayo de 2012

# Plan

1. Situarse en el transcurso de los días :  
calendarios
2. Situarse en el transcurso del día
  - ◆ Relojes de agua , Relojes de arena
  - ◆ Primeros relojes mecánicos
  - ◆ 1300 : Mecanismo de escape
  - ◆ 1656 : Huygens y el péndulo
  - ◆ Siglo veinte : quartz...
3. Conclusión
  1. La unidad de tiempo
  2. El guardia del tiempo : El átomo...y la astronomía?

# El cielo y los calendarios

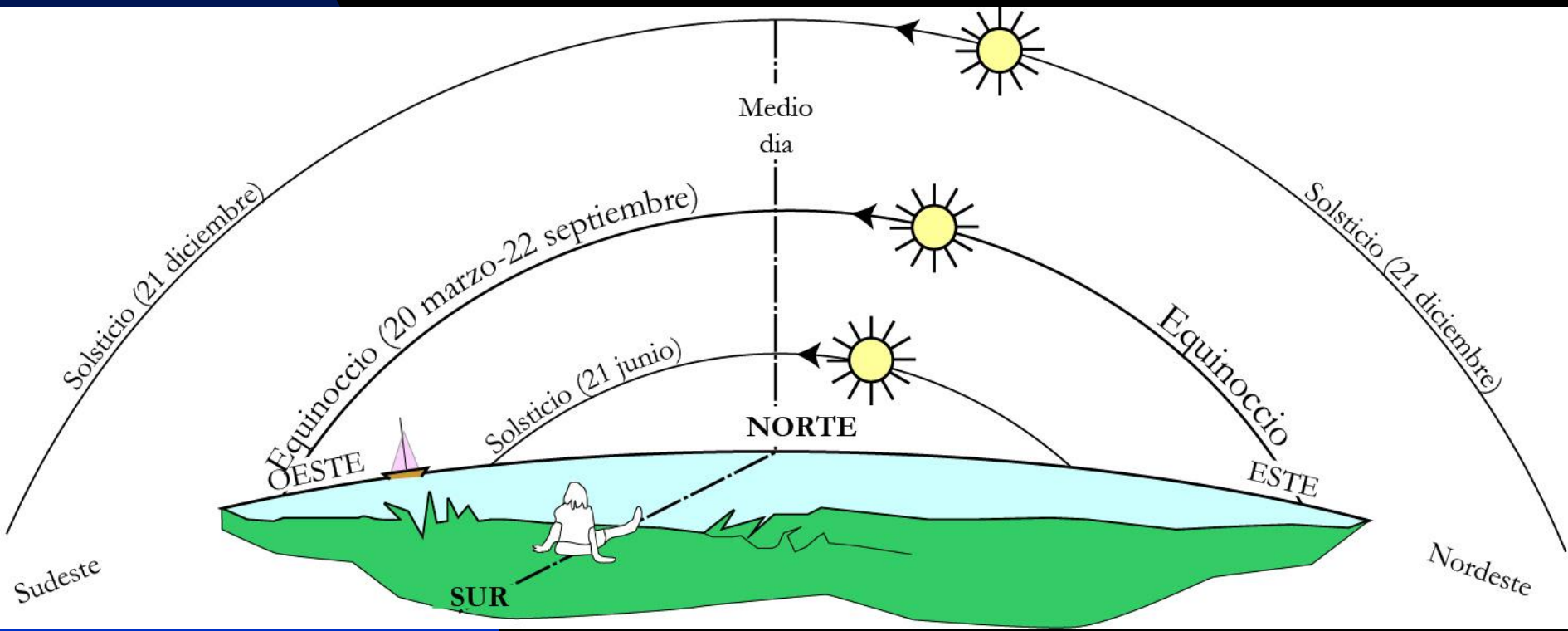


# Movimiento diario

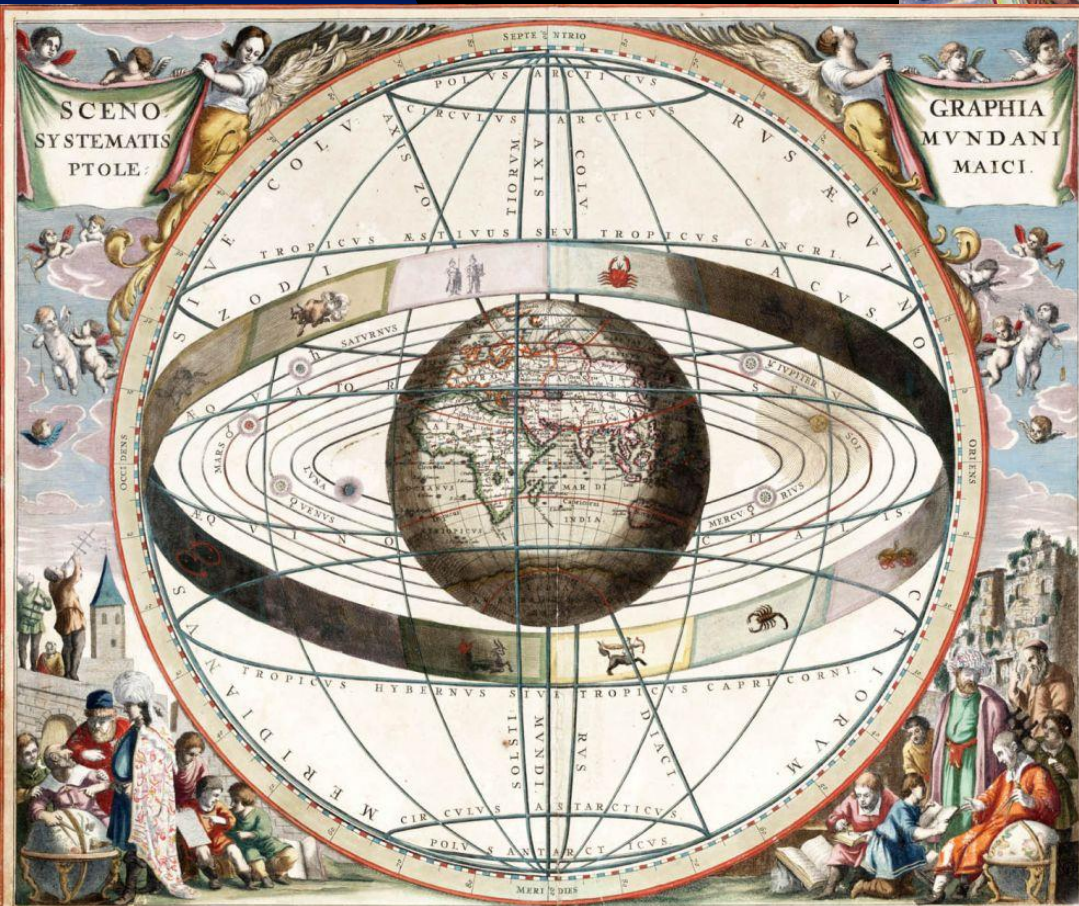
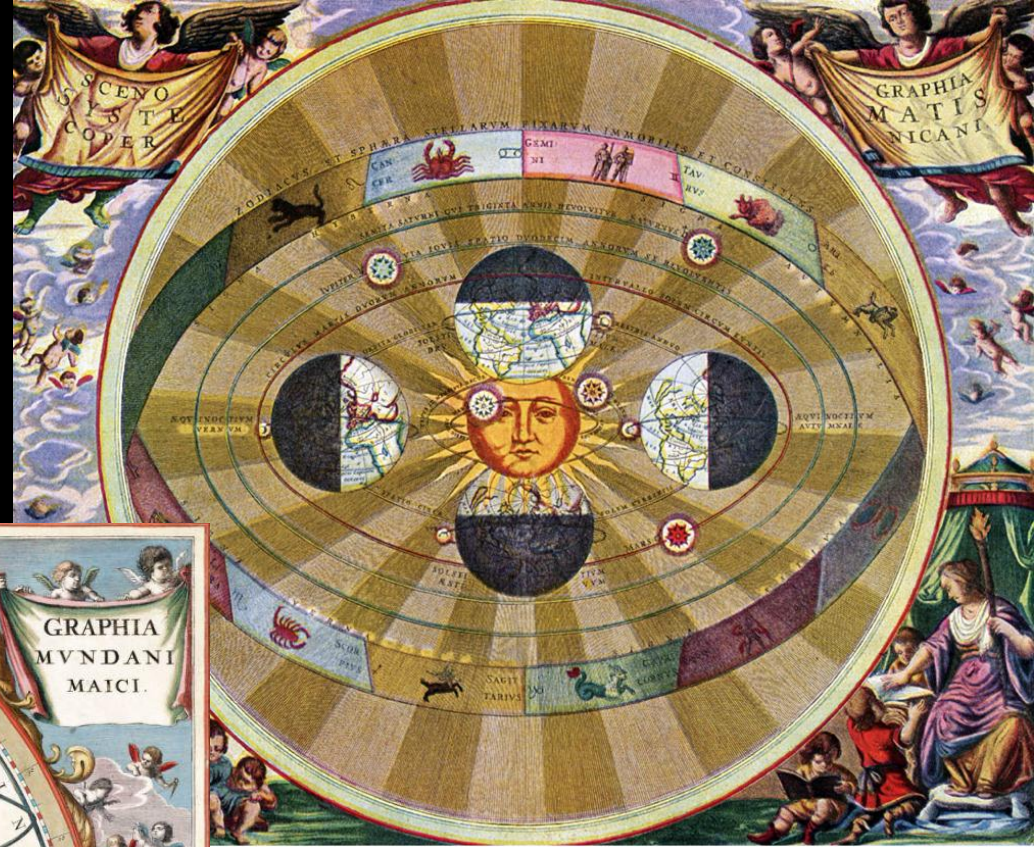




# Movimiento anual del sol



Ptolomeo




Copérnico






Solsticio  
diciembre 21



Equinoccios  
20 de marzo  
22 de septiembre



Solsticio  
21 de junio



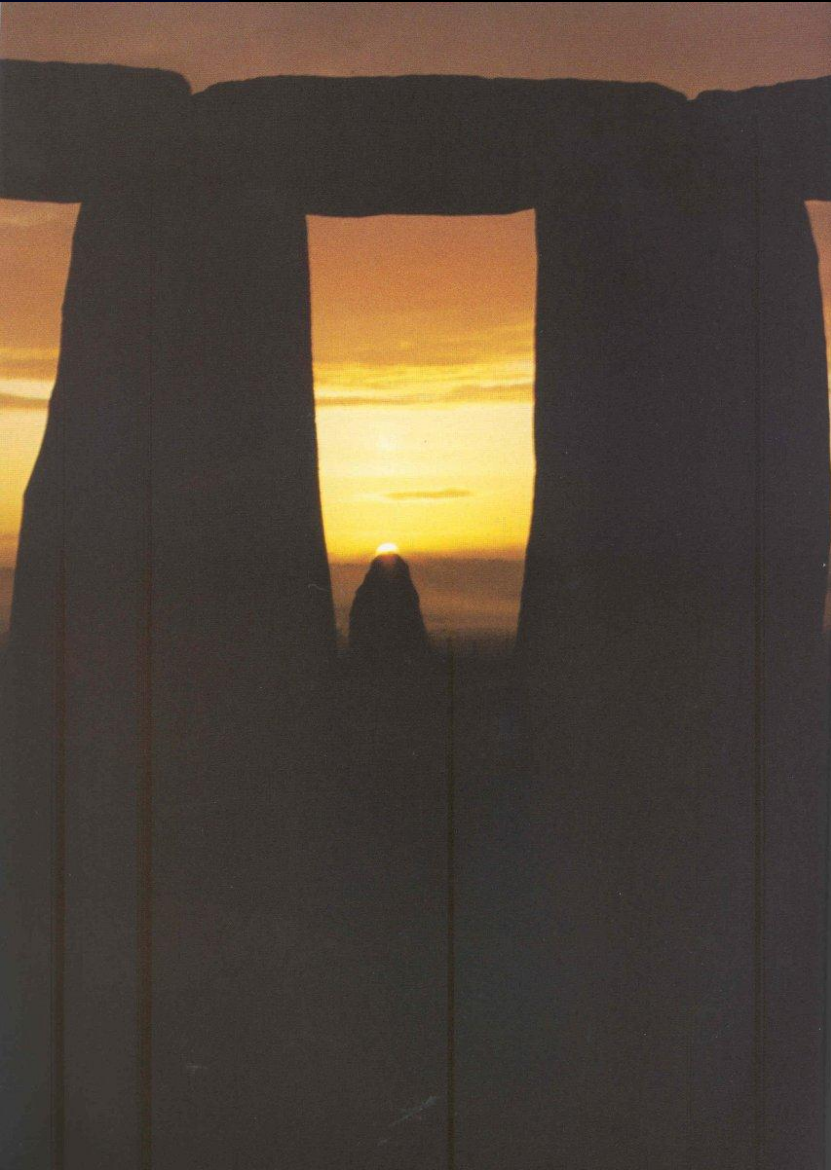
# Stonehenge

Piedras elaboradas





**Para situarse en el transcurso del año solar**



**Calendarios de piedra**

# Calendarios de estrellas : ortos heliacos



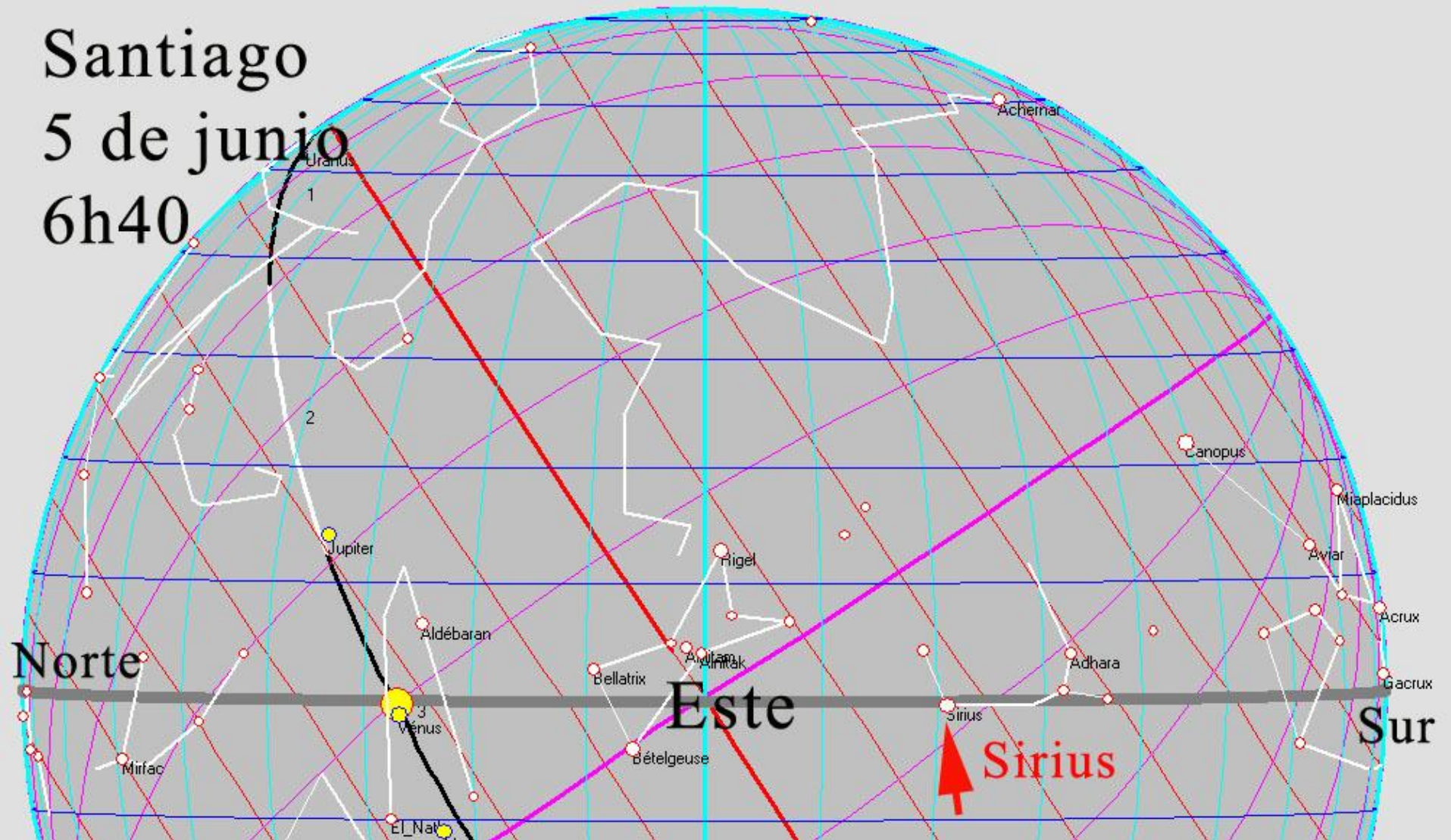
Orto heliaco de Sirius

28 del mes de Shemou



# Orto heliaco de Sirius a Santiago

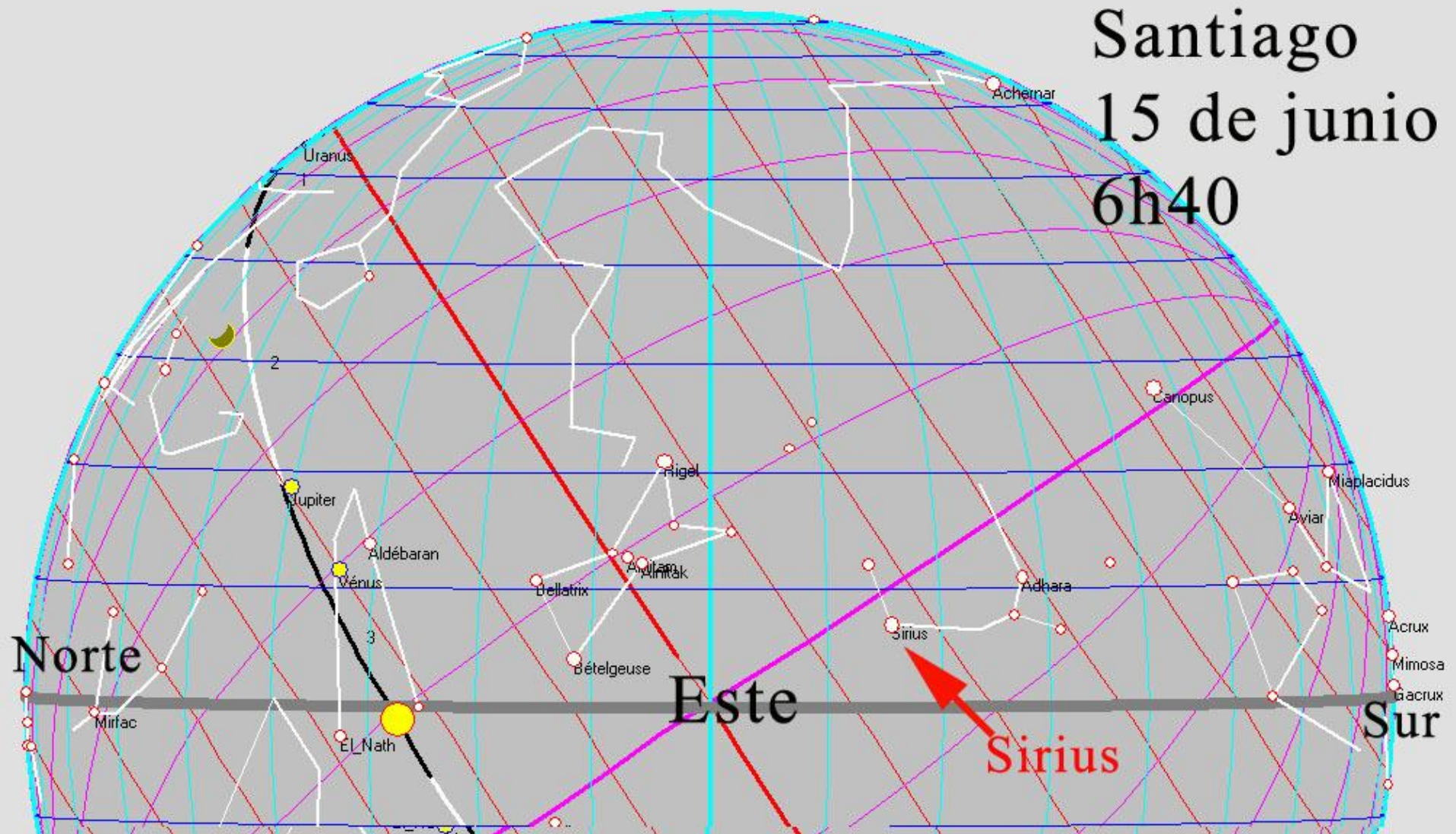
Santiago  
5 de junio  
6h40





# Orto heliaco de Sirius a Santiago

Santiago  
15 de junio  
6h40



Salida Sol : 6h48

Sirius : 6h05



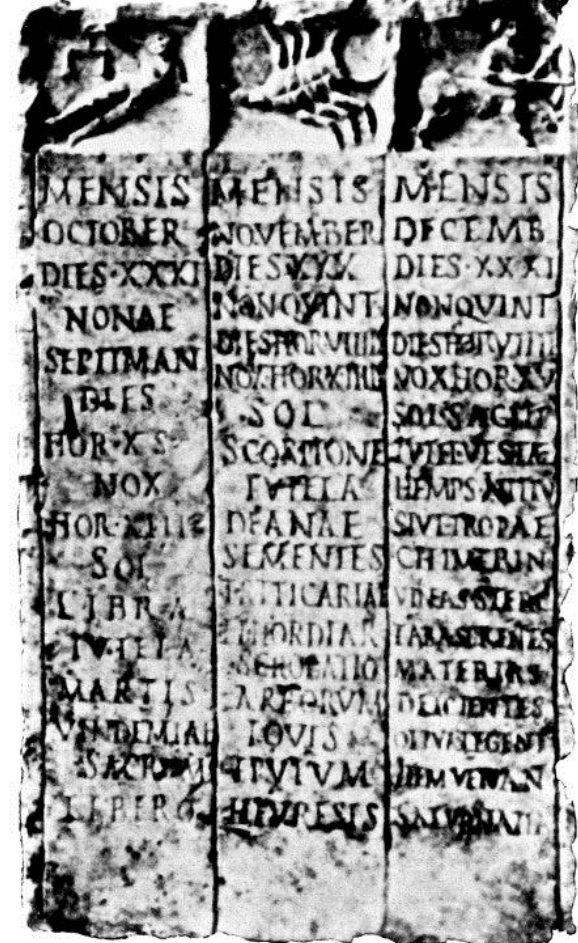
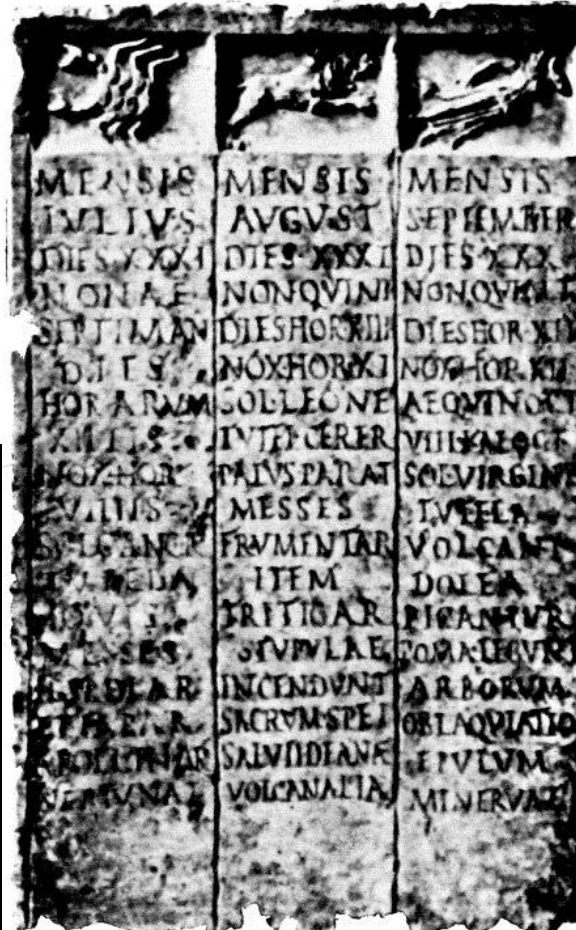
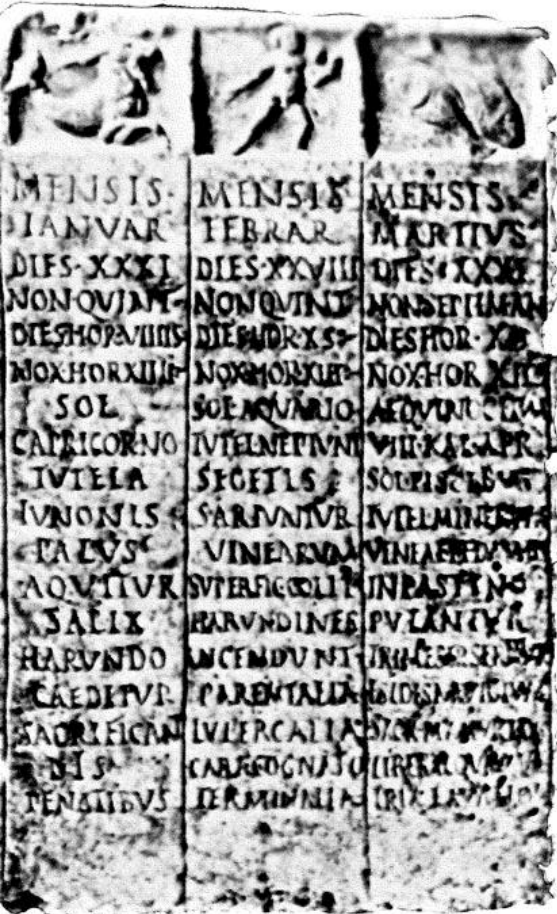
# Calendarios de estrellas

## ■ « Trabajos y días »

Poema escrito por Hesíodo en el año 700 a. C.

- Cuando Orion y Sirio (208) lleguen al centro del cielo, y Aurora de dedos rosados vea a Arturo (209) ¡ oh Perses! , entonces corta todos los racimos y llévalos a casa. Expónlos al sol (210) diez días y diez noches, y cinco ponlos a la sombra, más, al sexto, sácalo, y viértelo en cántaros, el don de Dioniso que tanto deleita (211).
- Y una vez que Pléyades, Hiades y Fuerza de Orion se oculten (212), a partir de entonces acuérdate de la labranza en su sazón (213). ¡Y que el año en la tierra quede preparado! (214).

# Calendarios « modernos »



# Calendarios « modernos » : 3 principales

- Calendario lunar. Ejemplo : calendario musulmán  
Mes=1 lunacion (29 o 30 días)  
Año=12meses= 354 o 355 días
- Calendario solar . Ejemplo : Calendario gregoriano.  
Año= 364 o 365 días
- Calendario lunisolar Ejemplo : Calendario hebreo.  
Año (12 o 13 meses)= 353,354,355,383,384,385 días



# Situarse en el transcurso del día

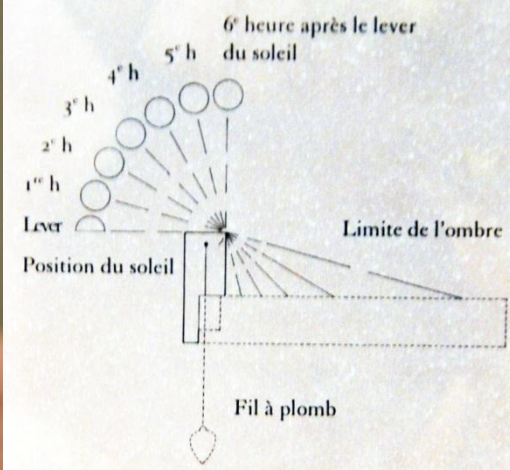
# Antiguos instrumentos en Egipto

Relojes de sol

Relojes de agua (clepsidra)

Relojes de estrellas





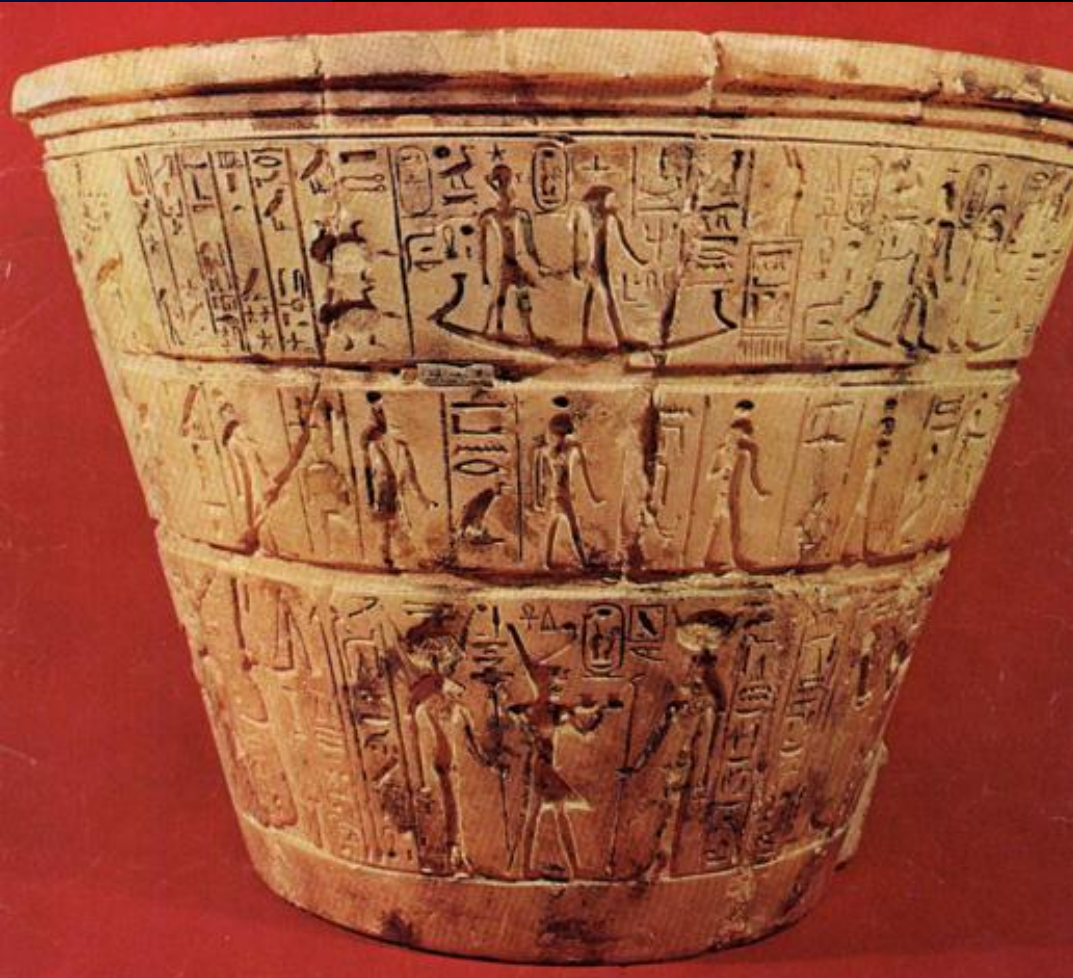
# Reloj del sol



# Clepsidra egipcia

Para localizarse de día o de noche

- época de Amenophis III (hacia 1400 AD)

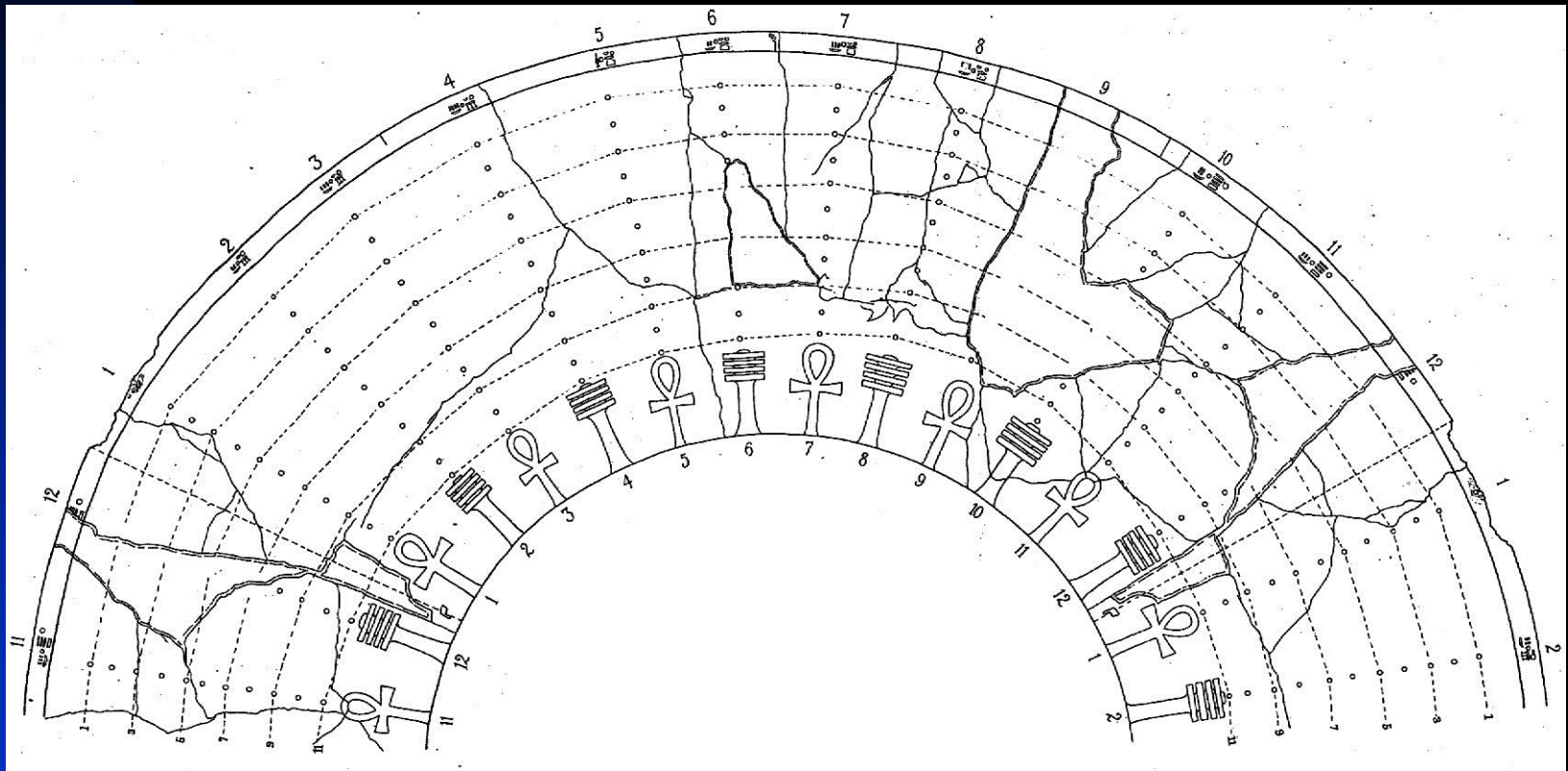


Museo Egipcio del Cairo





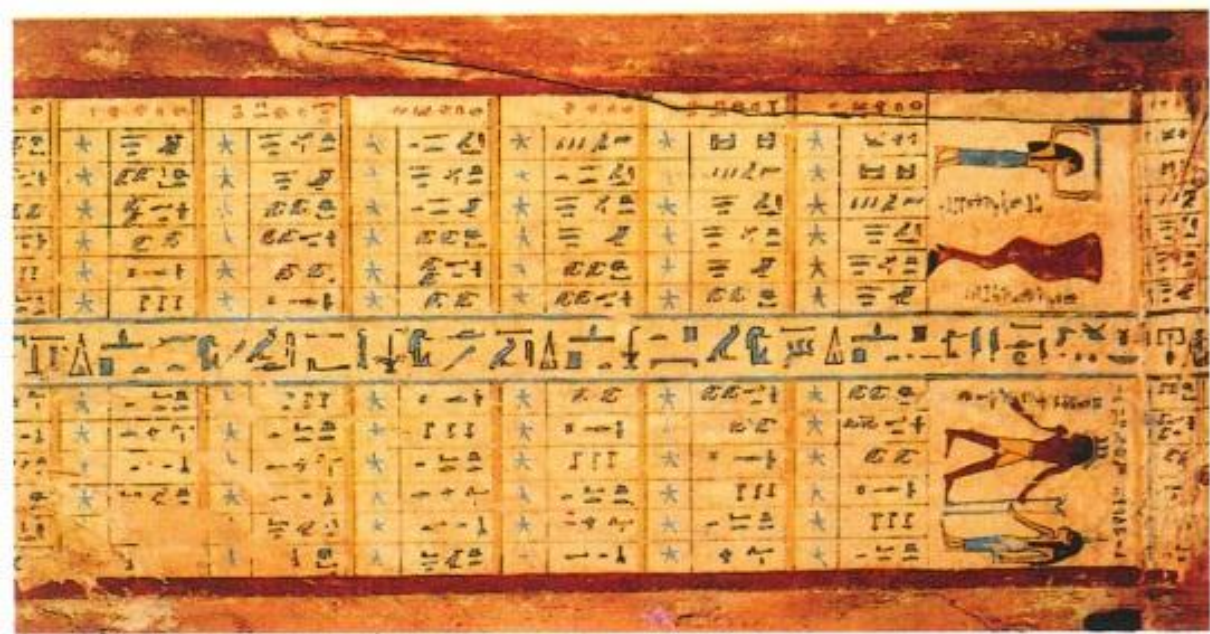
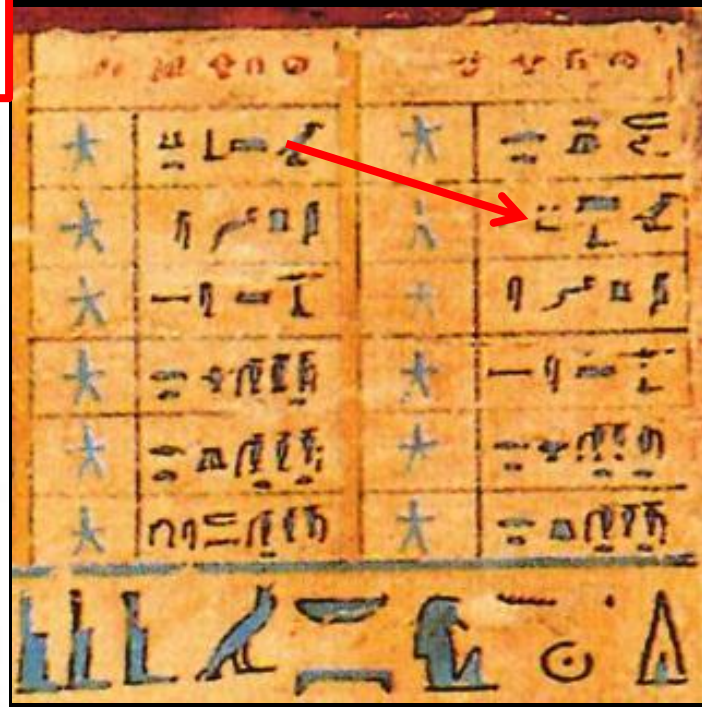
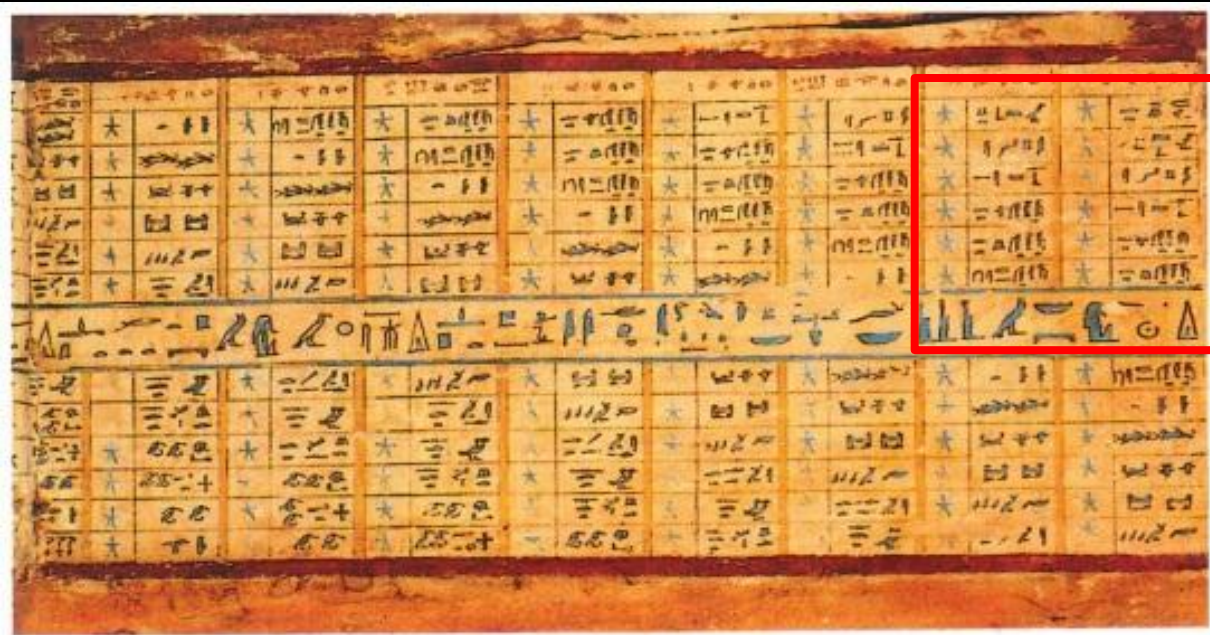
# Interior de la clepsidra de Amenophis III



12 columnas graduadas (por los 12 meses del año)

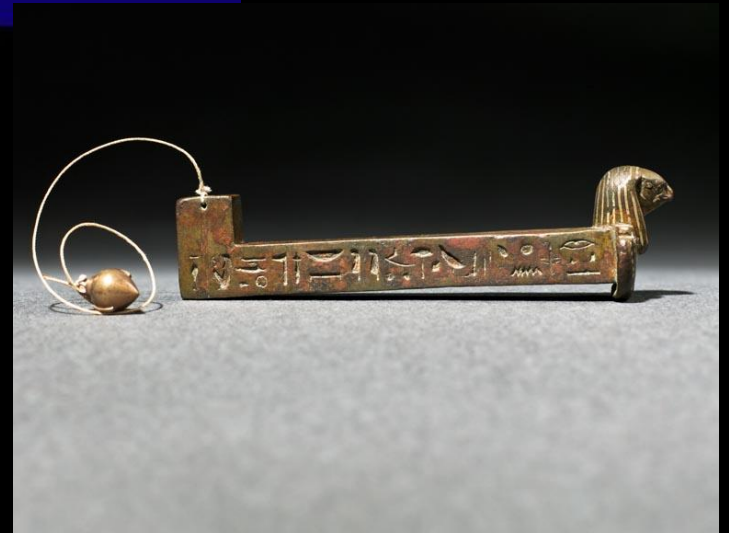
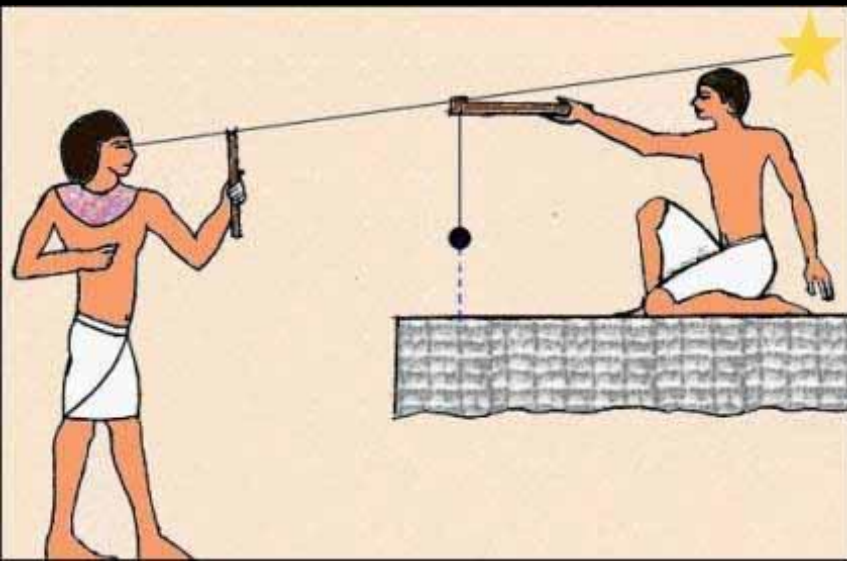
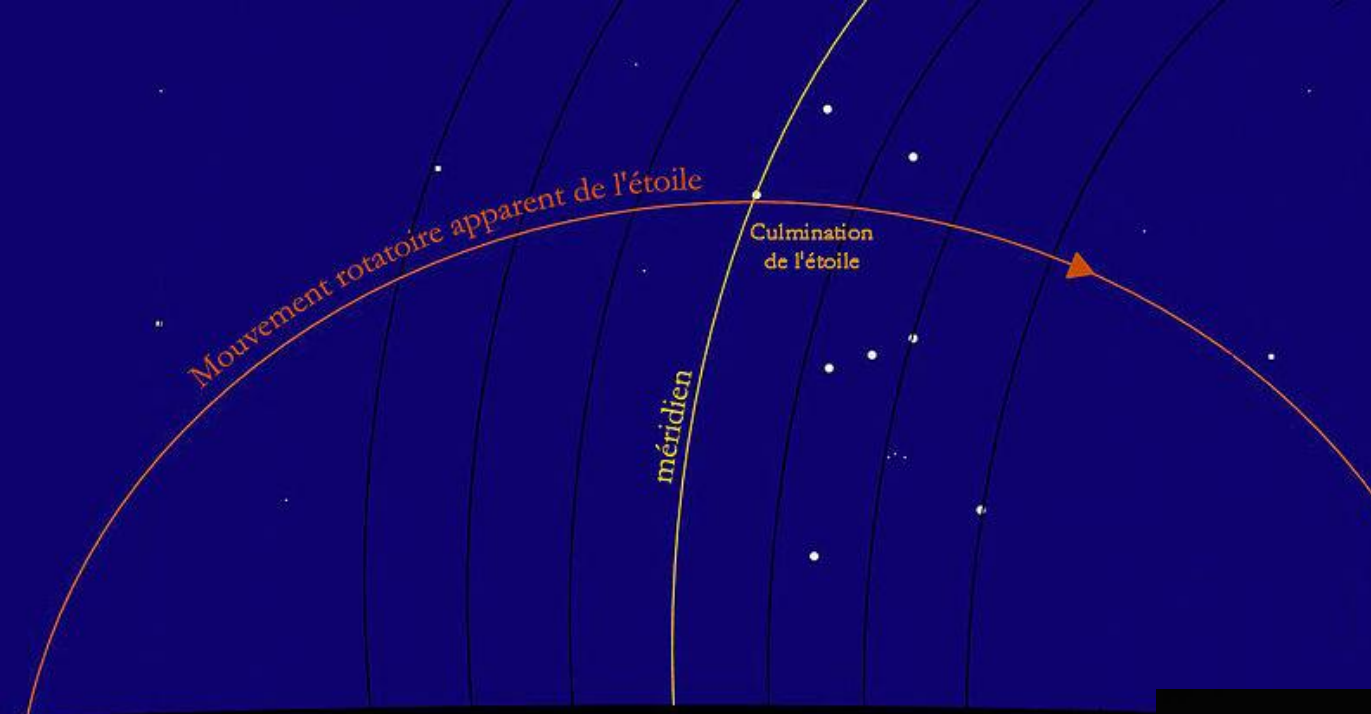
Cada columna graduada en 12 partes (por las 12 horas de la noche)

# Relojes decanales





# Reloj de estrellas



# 24 tablas de estrellas

Horas de noche

*16, Thoth.*

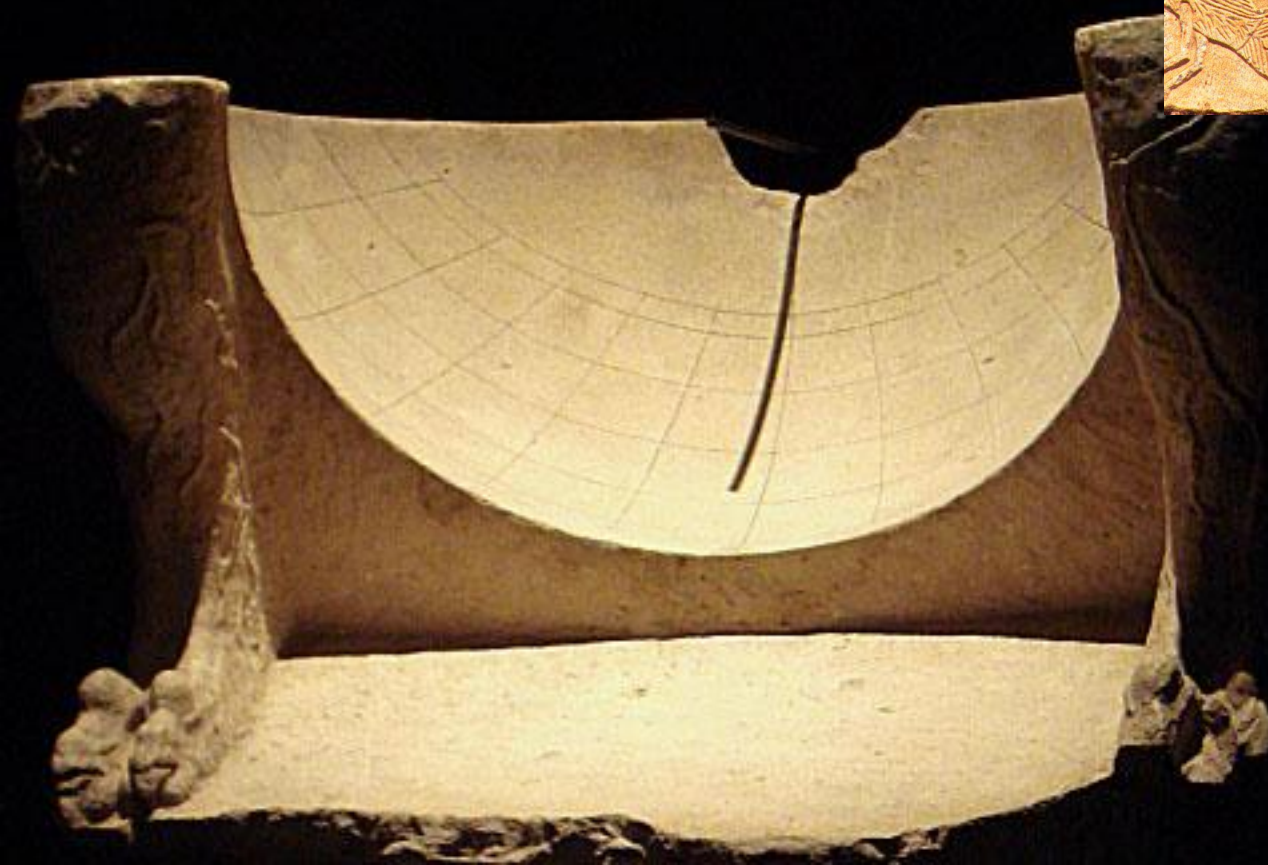
	Hombro	Oreja	Ojo	Meridiano	Ojo	Oreja	Hombro
0				*			
1				*			
2			*				
3						*	
4			*				
5					*		
6			*				
7			*				
8			*				
9					*		
10			*				
11			*				
12	*						

Posición  
de  
estrellas



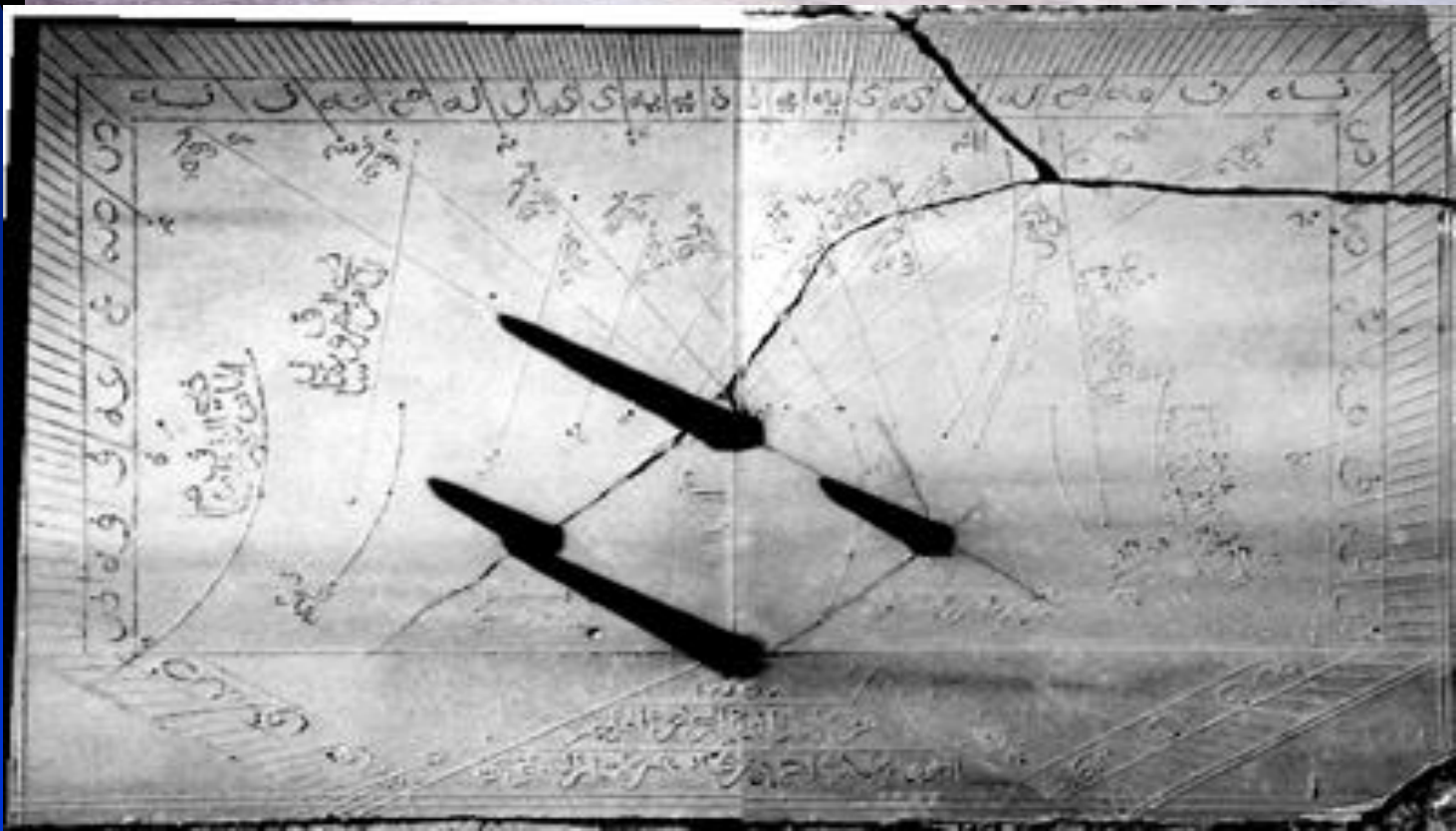


# Relojes de sol griegos y arabes





# K a i r o u n





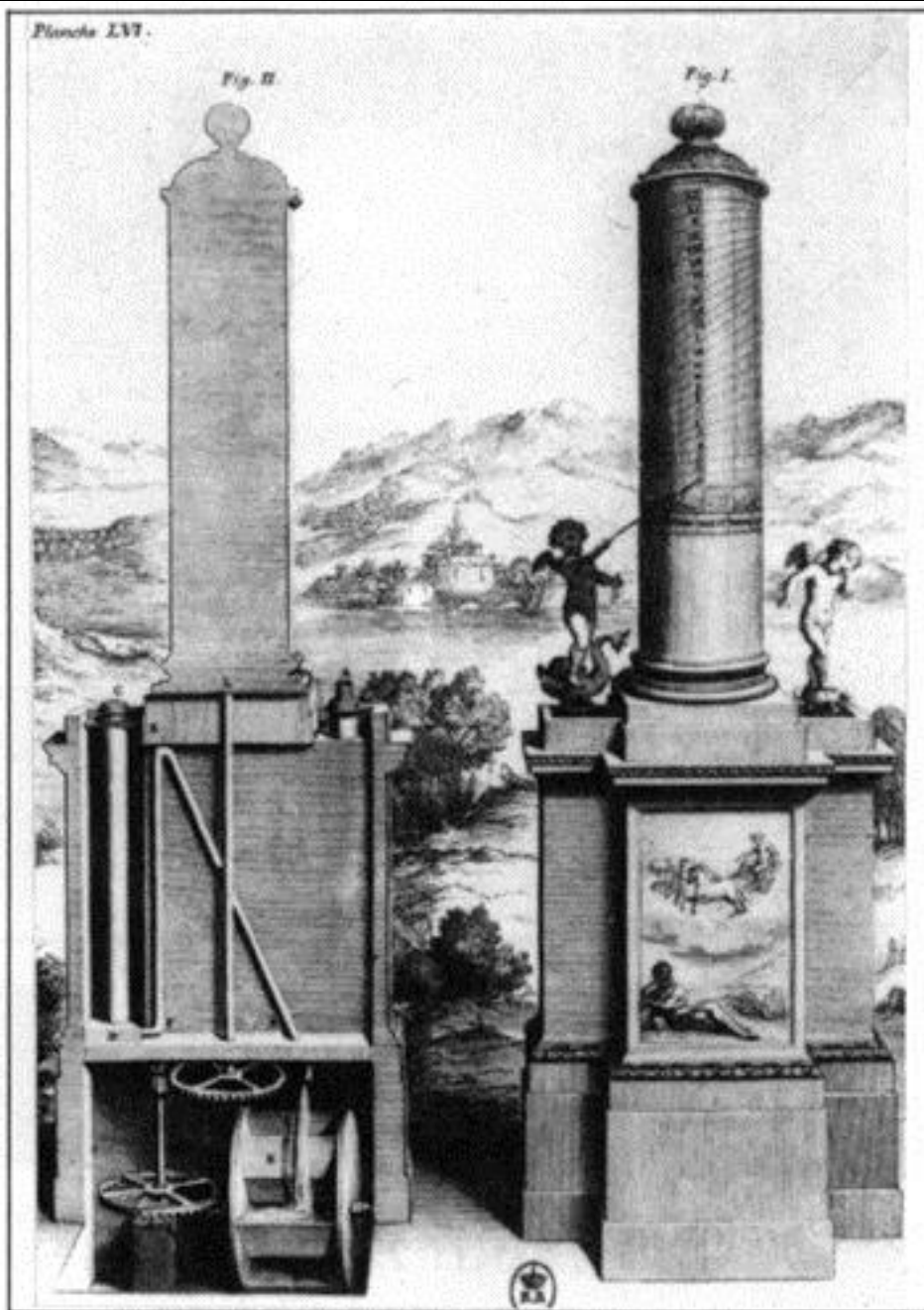
# Primeros instrumentos mecánicos

## Invenciones griegas y árabes

# Primeros instrumentos mecánicos

Relojes de agua

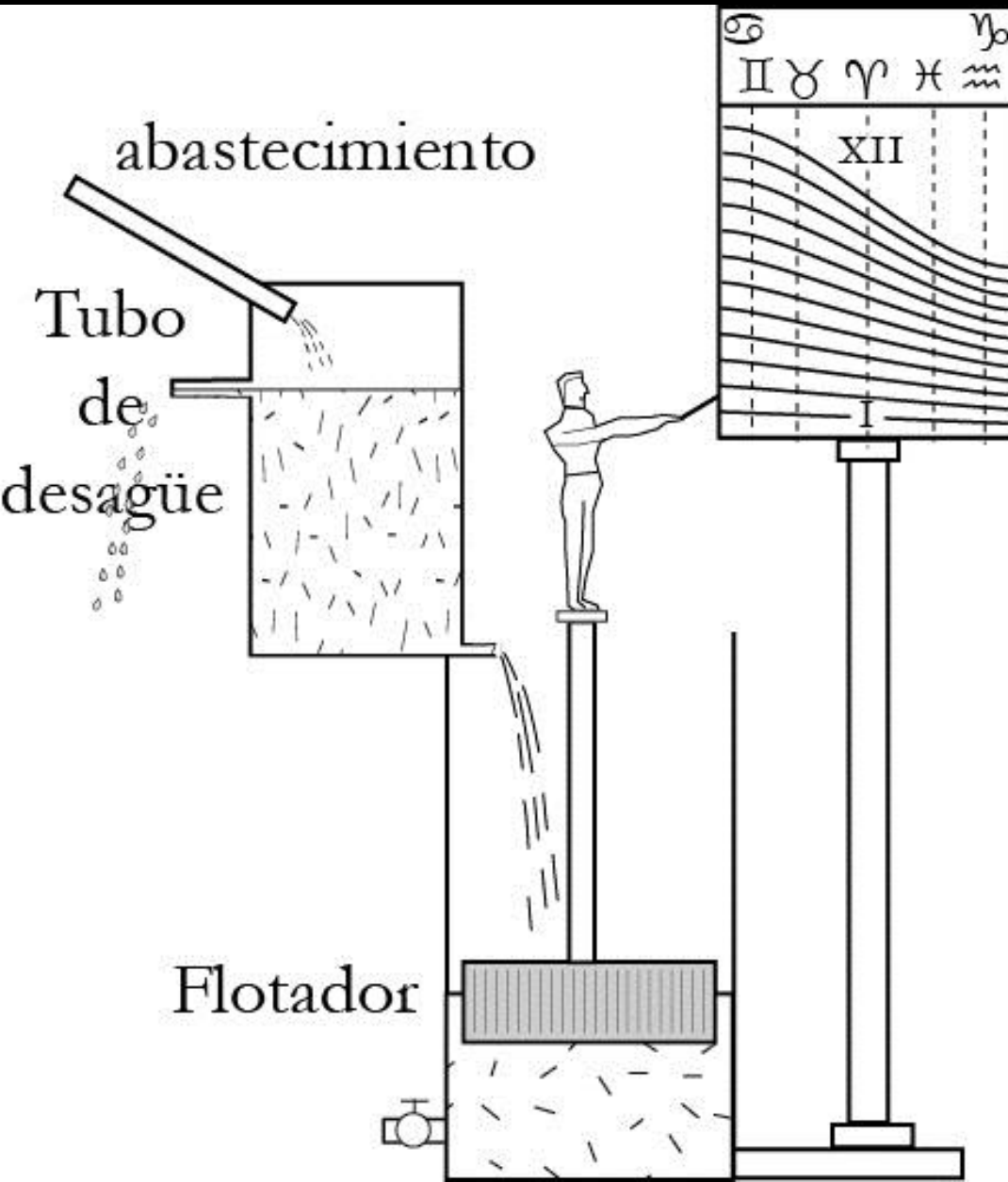
Clepsidras descritas por Vitruvio





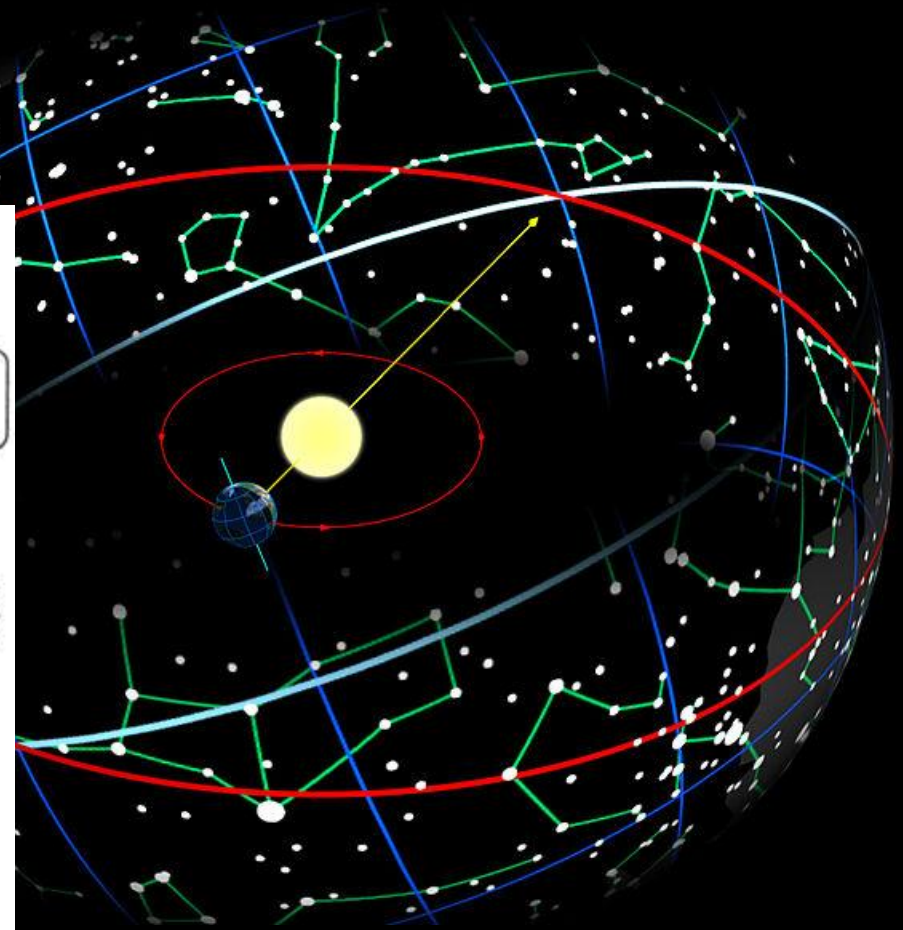
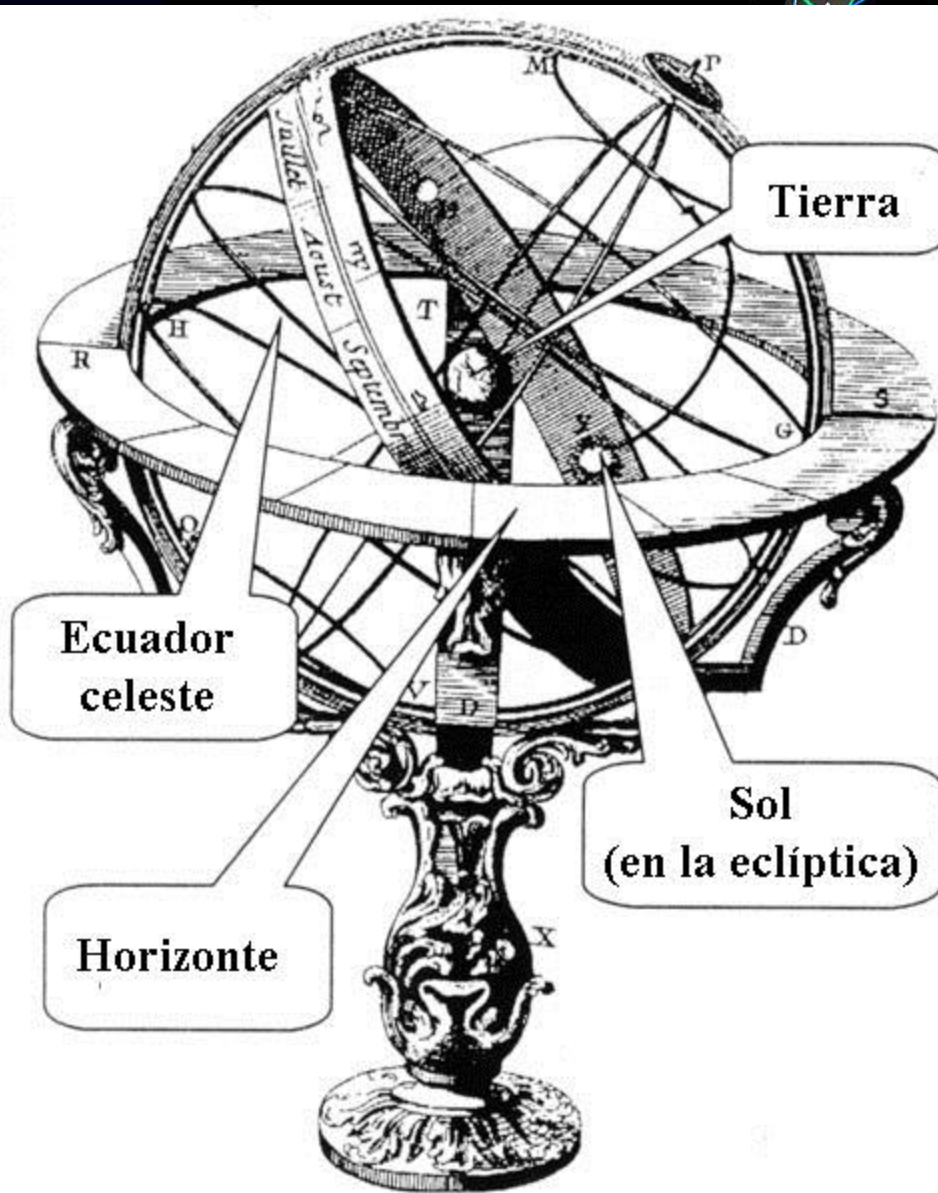
# Ctesibio

inventor y matemático griego de Alejandría (siglo III a. C.).



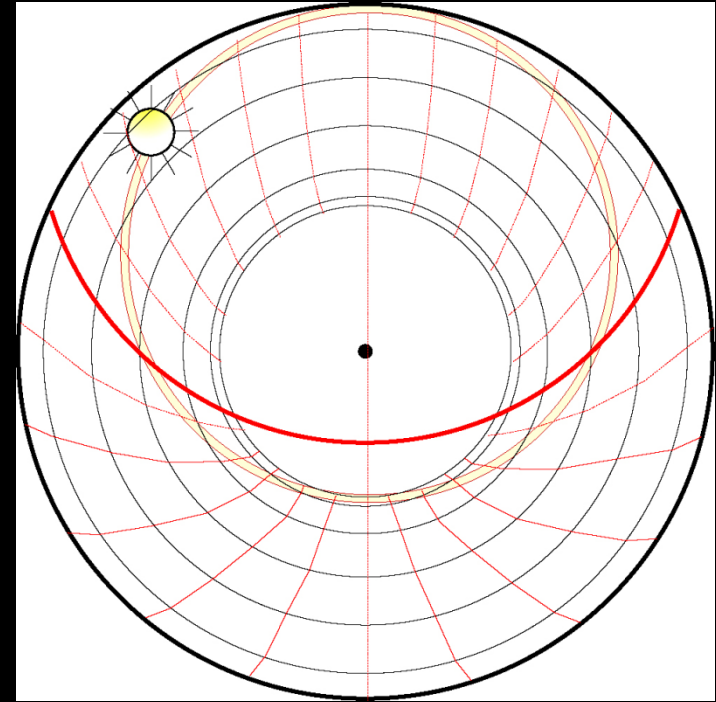
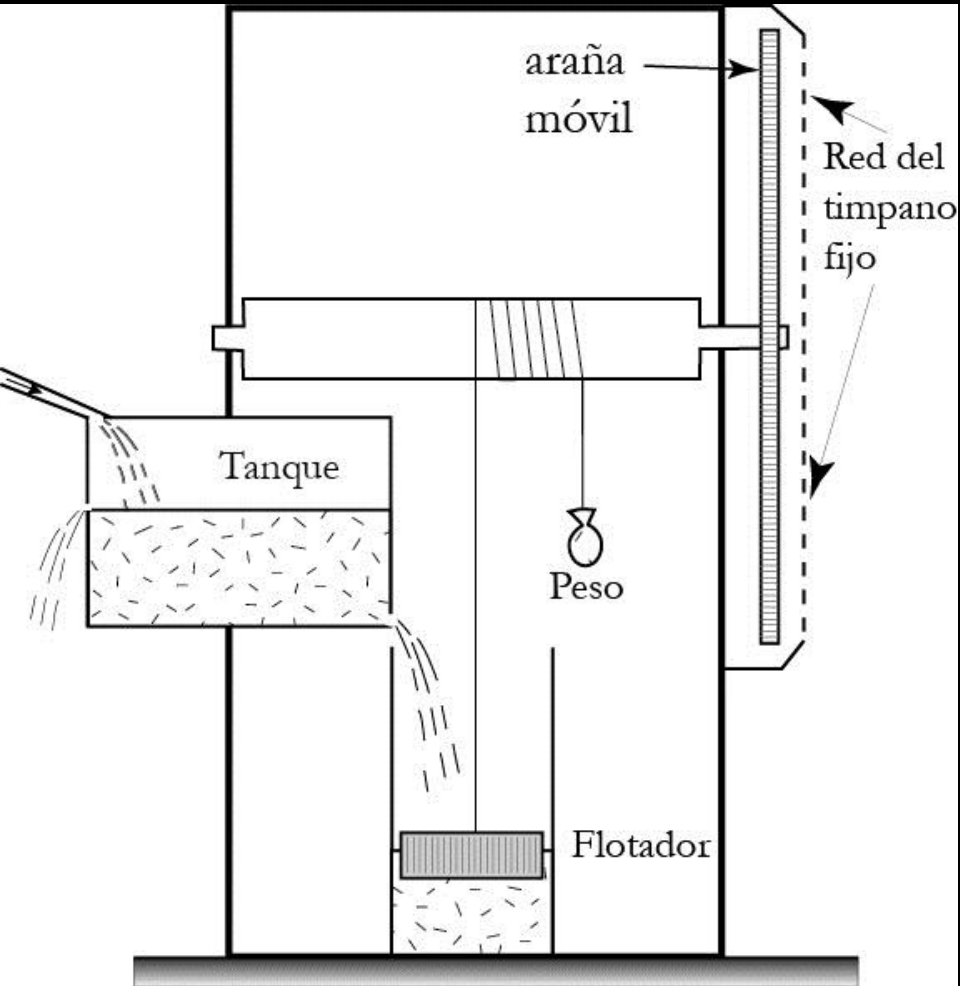
## Horas desiguales

# La esfera armilar





# Relojes griegos y romanos con agua

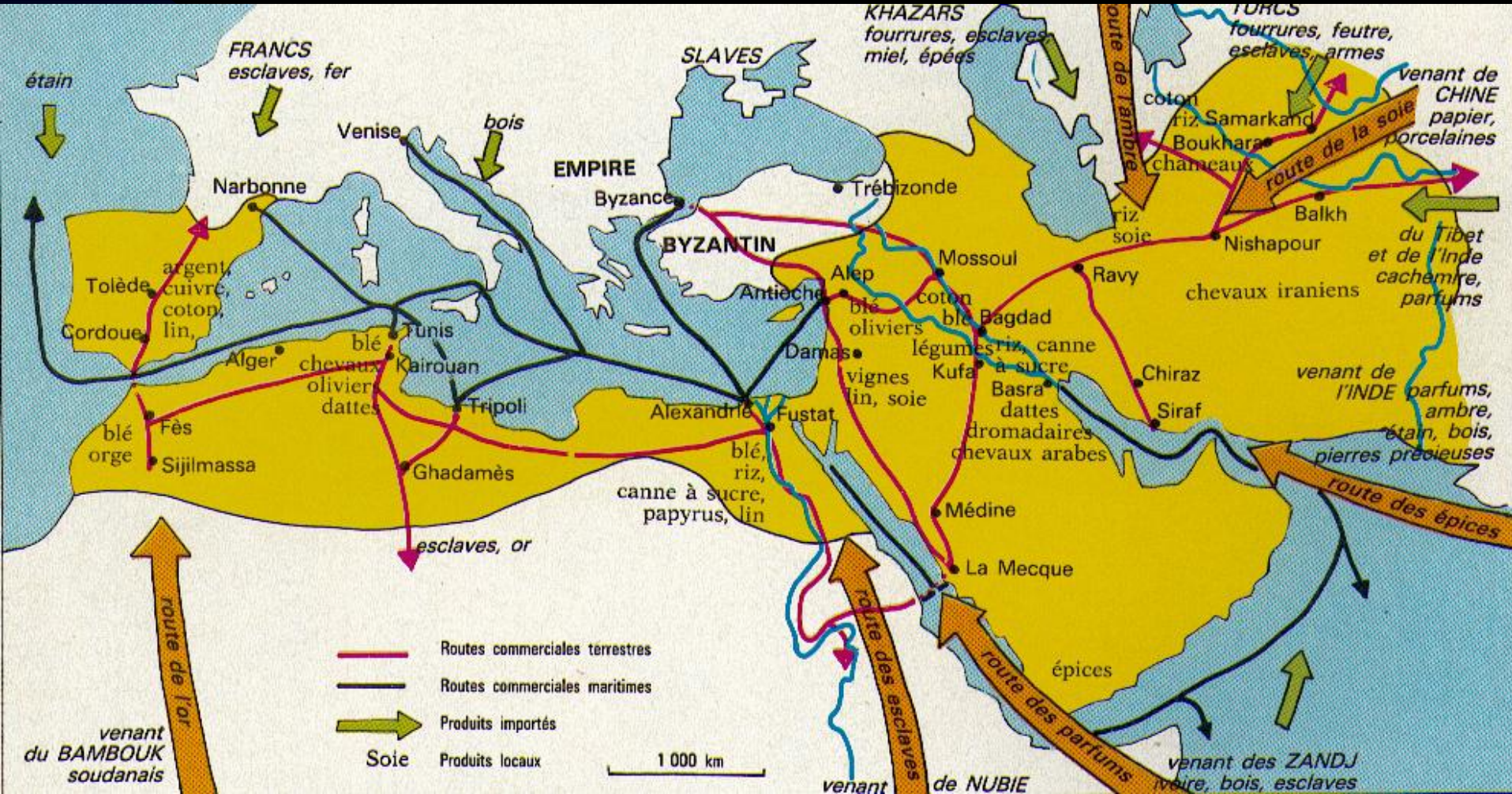


- Medida de horas diferentes : 12 de día y 12 de noche
- 365 agujeros para colocar el sol en la eclíptica

# Ciencia árabe: lengua científica del 19 hasta el siglo 14

Religiones: Musulmanes, cristianos, judíos, sabeos, zoroastros

Gente: Árabe, Berbero, Persa, Mogol, Español, indio, chino







# Reloj del al-Jazari

“The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices” (1206)

3.50 metros de altura

## Indicaciones

**a:** Signos del zodiaco

**b:** Sol

**c:** Luna

**F:** Un índice, se mueve y controla la abertura  
de **E:** una figura humana aparece

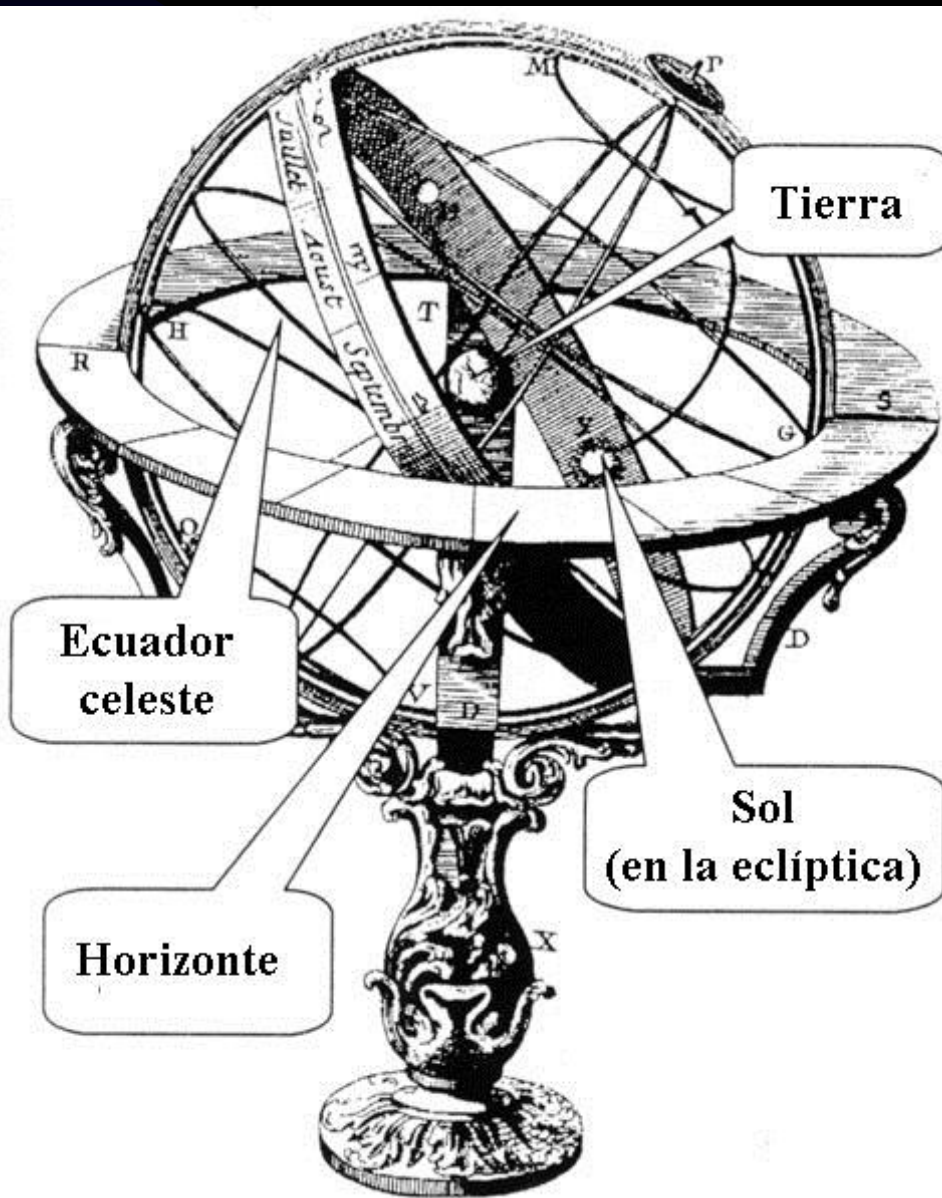
12 aberturas **G** se iluminan progresivamente  
de noche

Los 2 pájaros tiran una bola

A las 6, 9, 12h, los músicos tocan los  
instrumentos

# El Astrolabio

El “buscador de estrellas”





# Determinar la hora con un astrolabio



*El nombre de la rosa*

1) medir la altura de una estrella

⟨Nº⟩

# Determinar la hora con un astrolabio

1) medir la altura de una estrella





# Determinar la hora con un astrolabio

2) Leer la hora sobre el astrolabio



# Transición

1271: “no hay reloj que satisfaga los requisitos de la astronomía. Los fabricantes del reloj y del reloj no pudieron hacer girar una rueda como el círculo de los equinoccios”

*El comentario de Robertus Angelicus de “sphaera” de Johannes de Sacobosco*

- 1314: muerte de Philippe el hermoso; el inventario (1380) de los pedazos de muebles de Charles V menciona un reloj del hierro que le pertenece
- Avignon, ciudad de los papas: entre 1309-1377 muchas pruebas
  - Herencia del reloj
  - Paliza por el vuelo de un reloj
  - Magister del horologium
- Dante 1315-1321: Canto X 139-143



# Dante Alighieri (Florence 1265 -Ravenna 1321)

## 1315-1321: La Commedia Paradiso Canto X 139-143

Luego, como reloj que en su hora llama  
a maitines de Dios a casta esposa,  
para adorar al que su amor inflama, . 141  
en que una y otra rueda cadenciosa,  
fija el puntero, y el tin-tin sonando,  
el alma llena de emoción piadosa; 144  
así la excelsa rueda vi girando,  
y cantar a la vez con voz tan tierna,  
que solo escucha el coro venerando, 147  
donde se goza de la paz eterna.

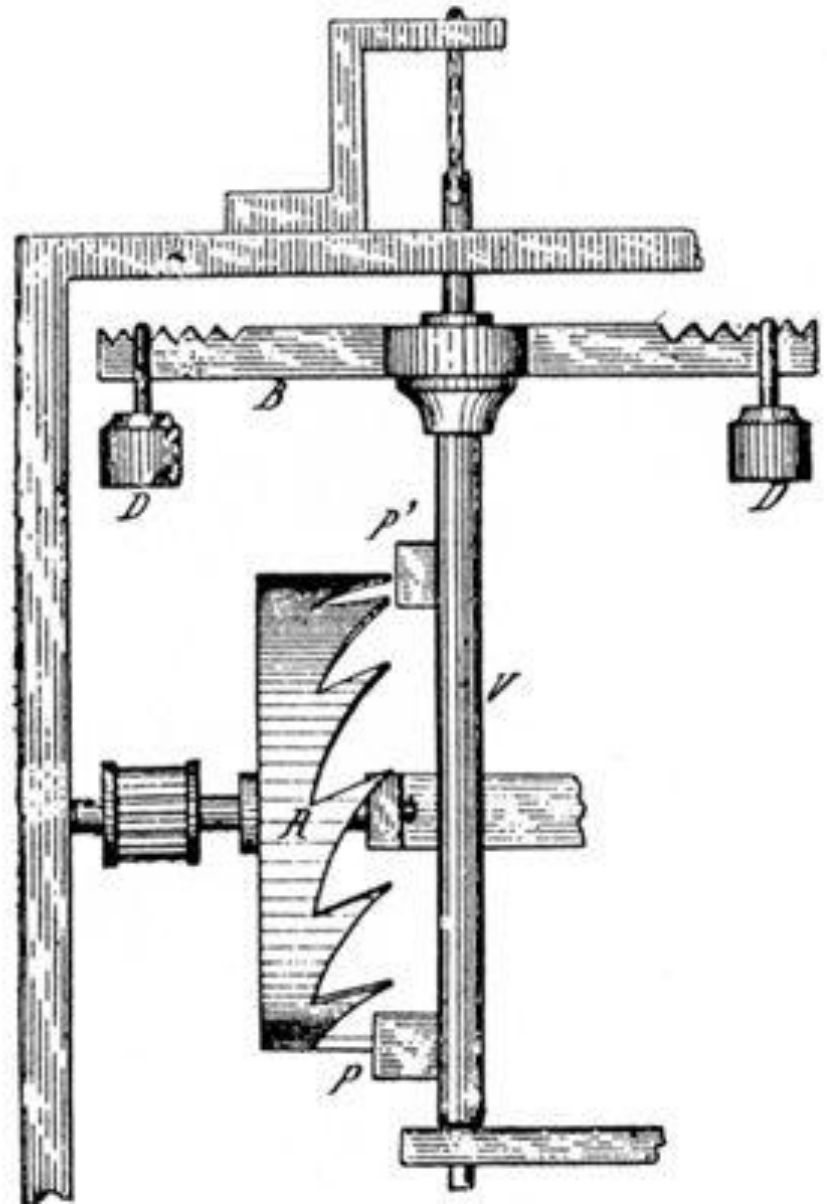
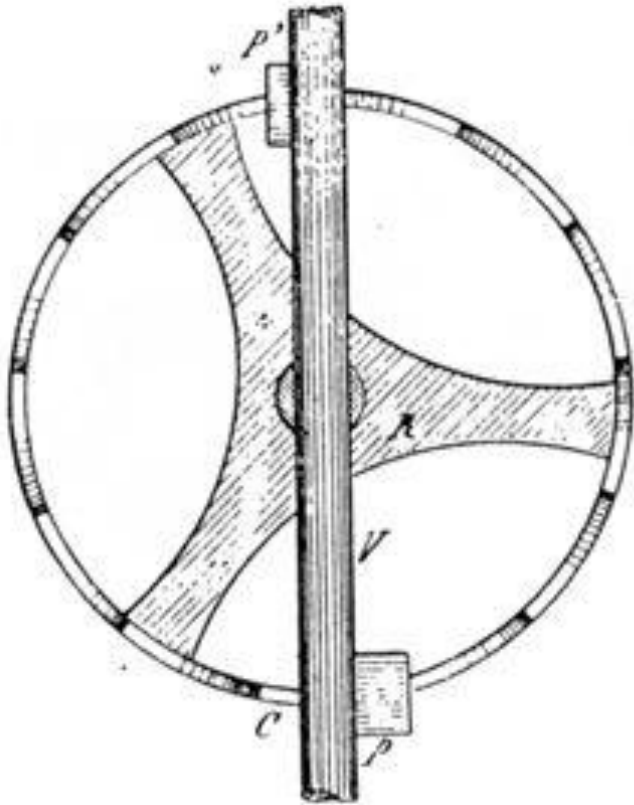
AMOR CELESTE

---

Beatriz dijo; y las almas, ledamente,  
globos que en polos fijos van rotando,  
cual cometas, difunden luz ingente. 12

Como las ruedas de un reloj, girando,  
que en la primera que se pone mente,  
quieta parece, y otras van volando, 13

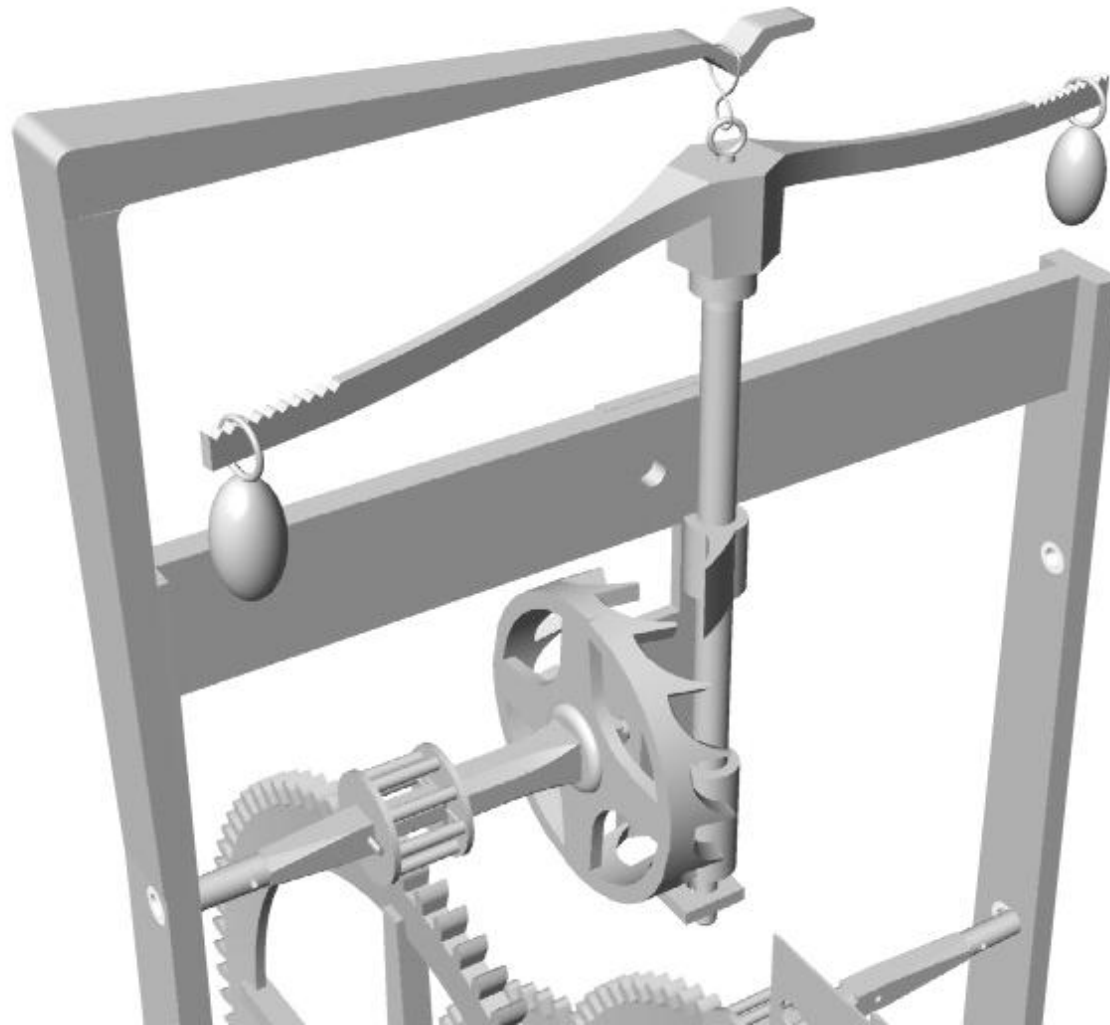
# El escape





¿Con qué se asemeja a un foliot del reloj?  
Reconstrucción del reloj de Beauvais (1305)

Película



# La invención hace la vuelta de Europa





# El reloj astronómico de Lyon



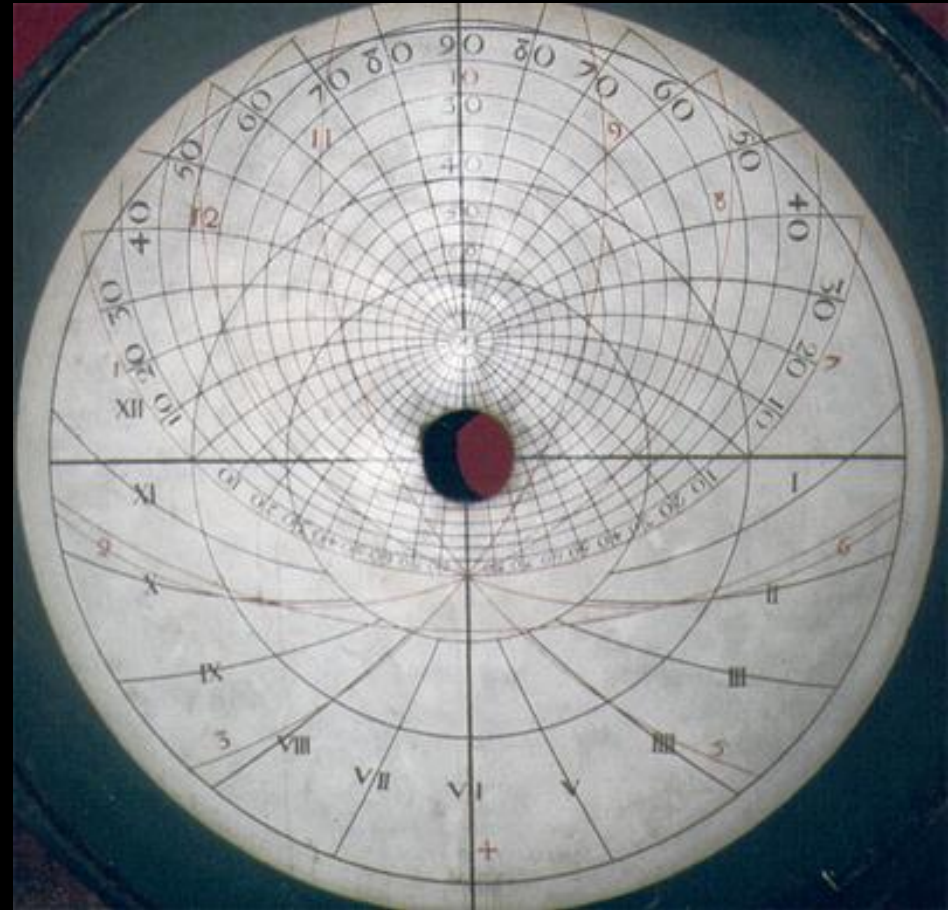


# El astrolabio

La araña o red

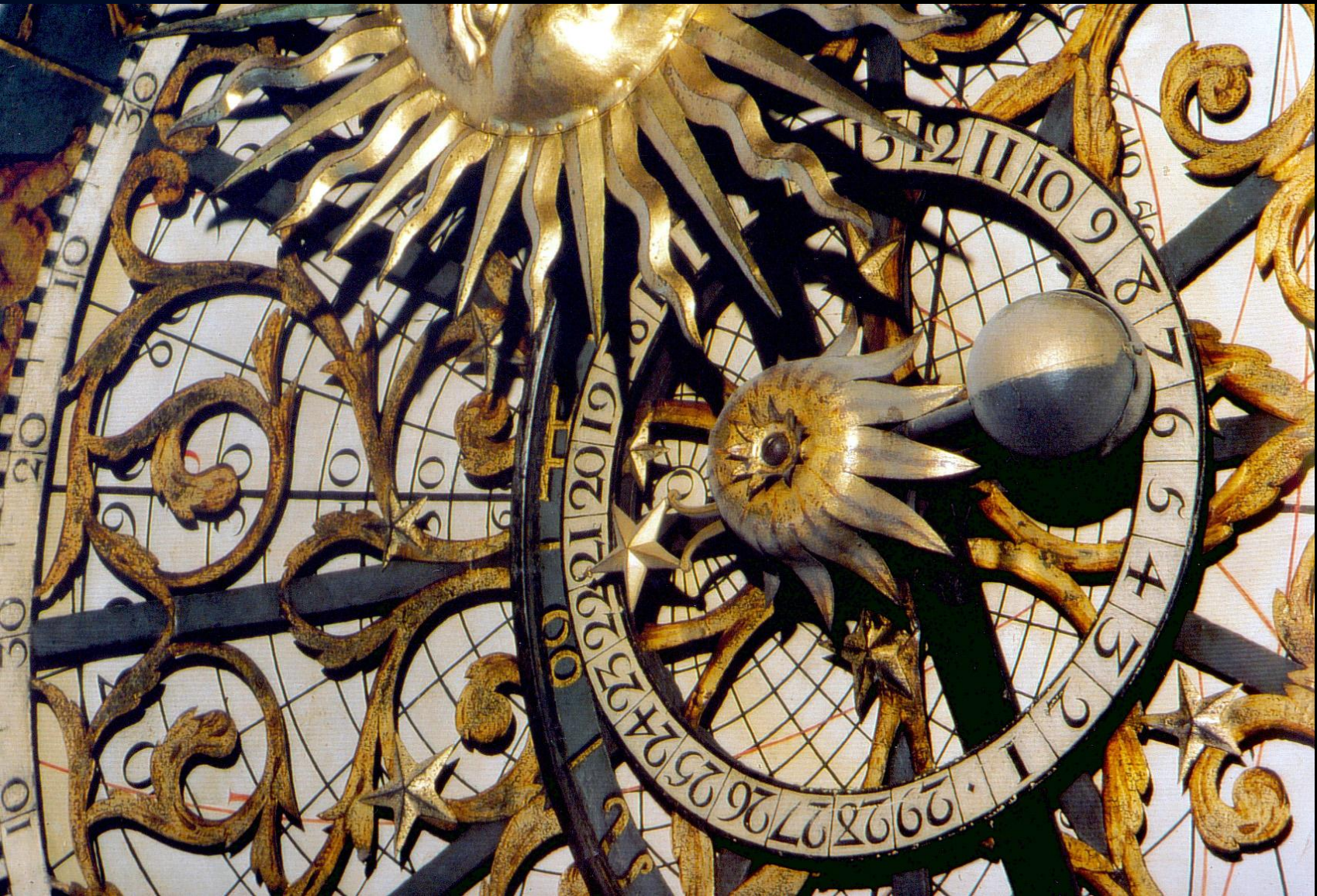


Tímpano



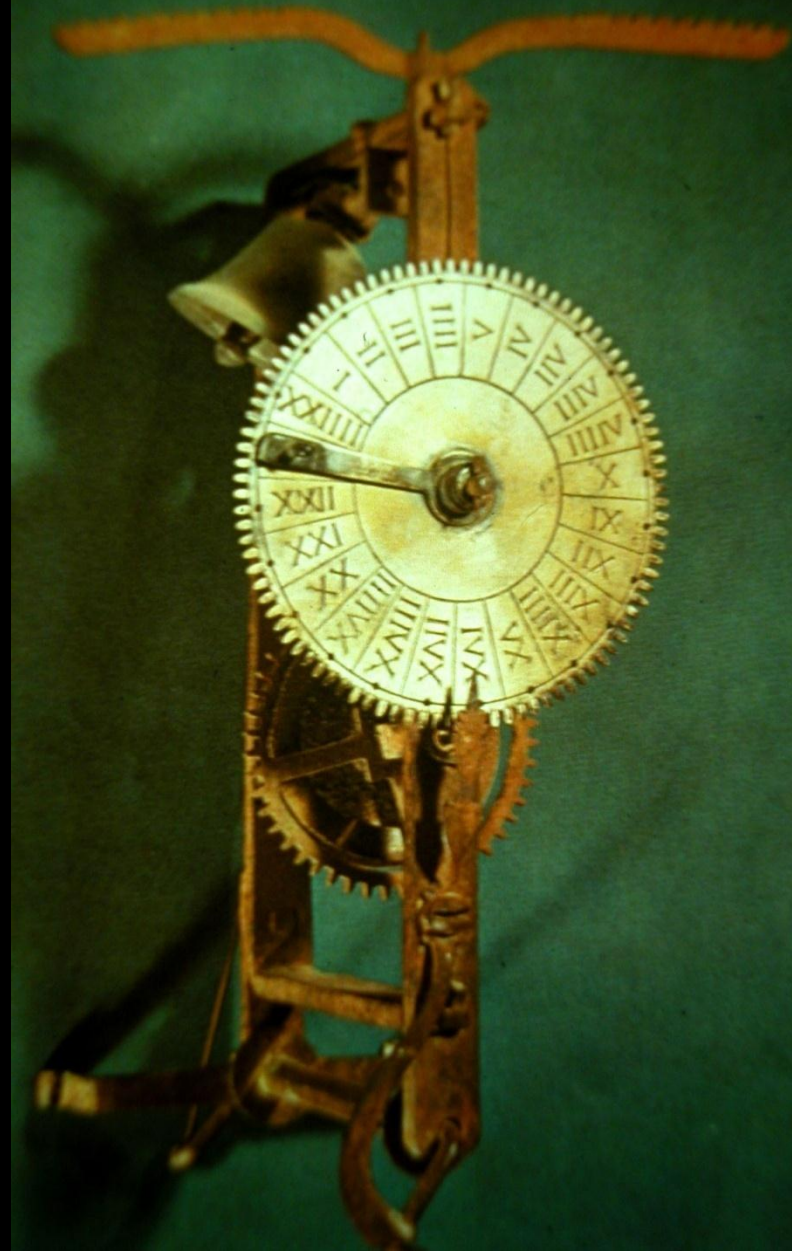
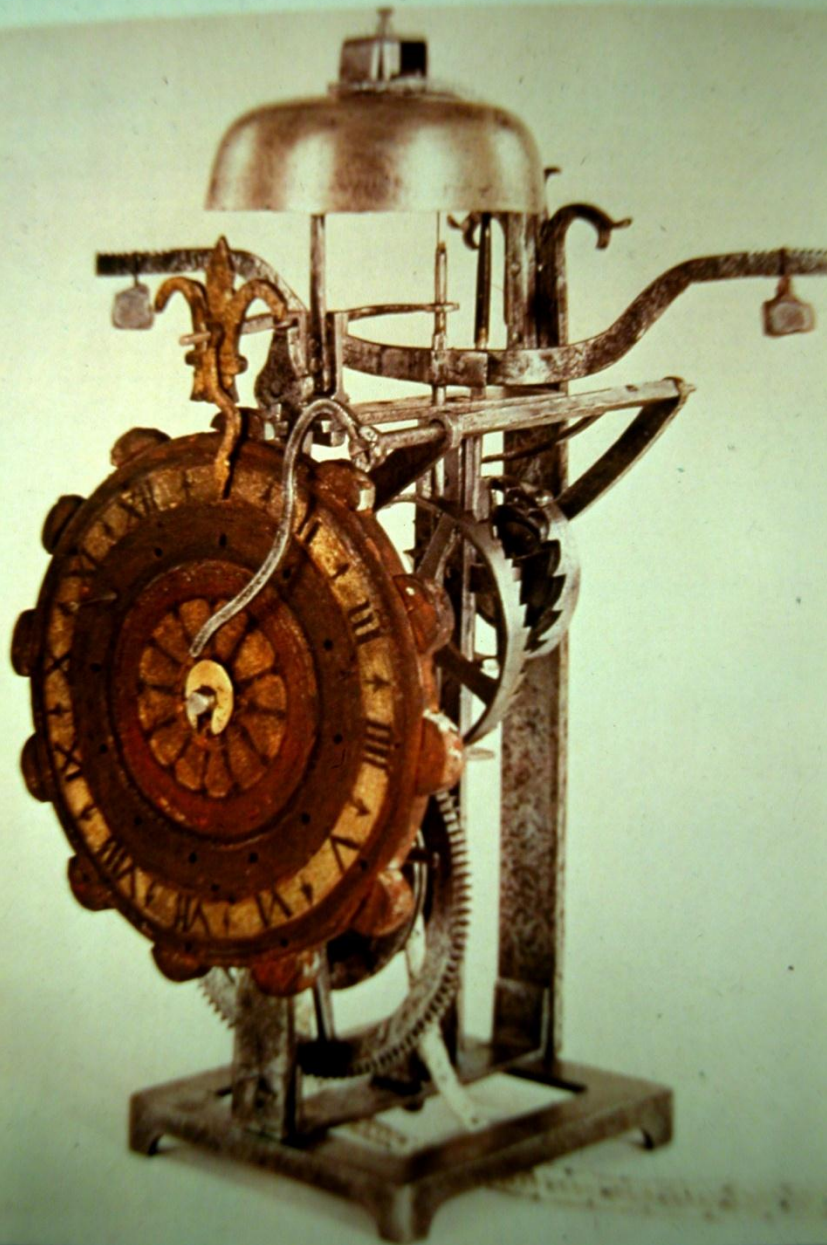


# El movimiento de la luna





# Con grandes y pequeños relojes





# Tycho Brahe

(1546-1601)

• “*Astronomiae instauratae mechanica*” (1598)

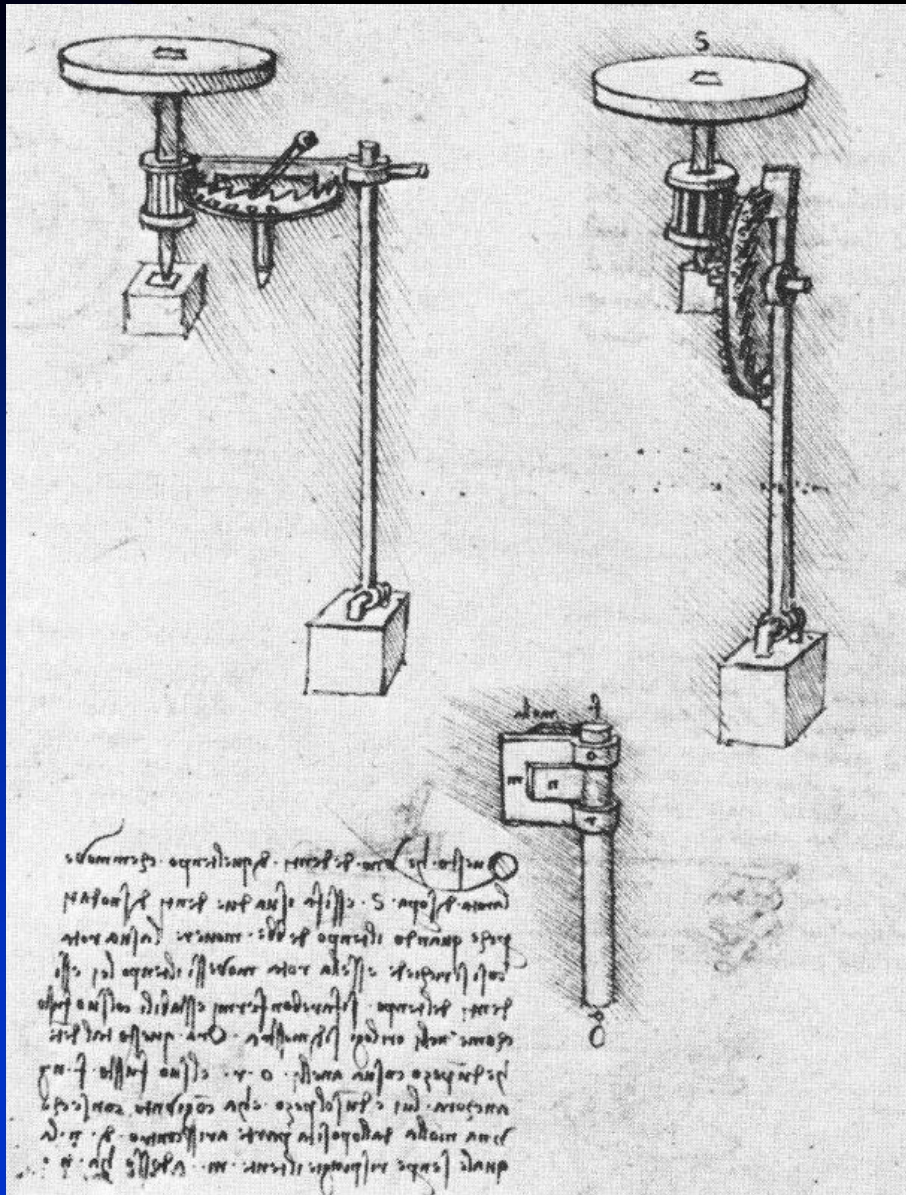
“*Instrumentos que son utilizados para la restauración de la astronomía*”



# El péndulo



# Leonard de Vinci (1452-1519)

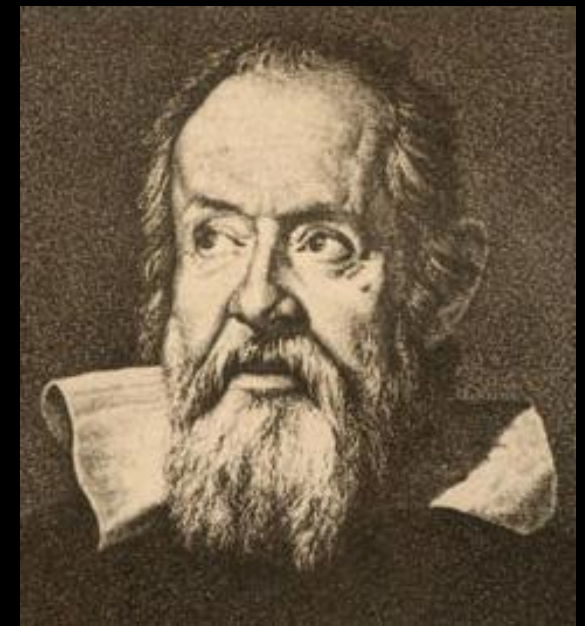


Mecanismos con el péndulo  
Códice de Madrid

# Galileo (1568-1642)

1583: según Vincenzo Viviani

1602: en letras Galileo describe el movimiento en un arco del círculo





# DIALOGO

DI

GALILEO GALILEI LINCEO

MATEMATICO SOPRAORDINARIO

DELLO STUDIO DI PISA.

E Filosofo, e Matematico primario del

SERENISSIMO

GR. DVCA DI TOSCANA.

Due ne i congressi di quattro giornate si discorre  
sopra i due

MASSIMI SISTEMI DEL MONDO  
TOLEMAICO, E COPERNICANO,

Proponendo indeterminatamente le ragioni Filosofiche, e Naturali  
tanto per l'una, quanto per l'altra parte.



CON PRI

VILEGI.

IN FIRENZA, Per Gio: Batista Landini MDCXXXII.

CON LICENZA DE SVPERIORI.

DISCORSI

E

DIMOSTRAZIONI

MATEMATICHE,

intorno à due nuoue scienze

Attenenti alla

MECANICA & i MOVIMENTI LOCALI,

del Signor

GALILEO GALILEI LINCEO,

Filosofo e Matematico primario del Serenissimo

Grand Duca di Toscana.

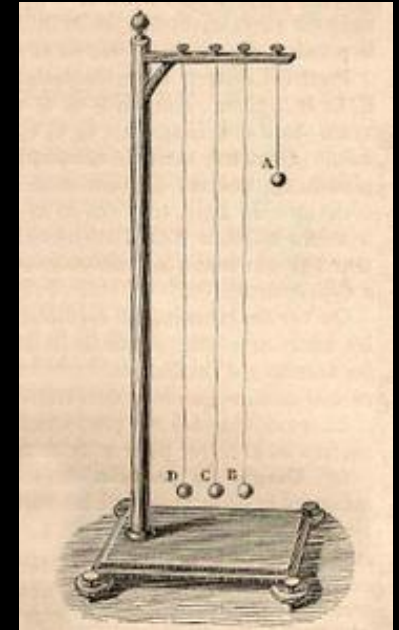
Con una Appendice del centro di gravità à d'alcuni Solidi.



IN LEIDA,

Appresso gli Elsevirii. M. D. C. XXXVIII.

# Galileo (1568-1642)



•1632: “Diálogo sobre los principales sistemas del mundo”

•1637: “Diálogos sobre dos nuevas ciencias ”

◆ Isocronía de las oscilaciones del péndulo

◆  $T^2 = kL$

# Huygens

1626-1695

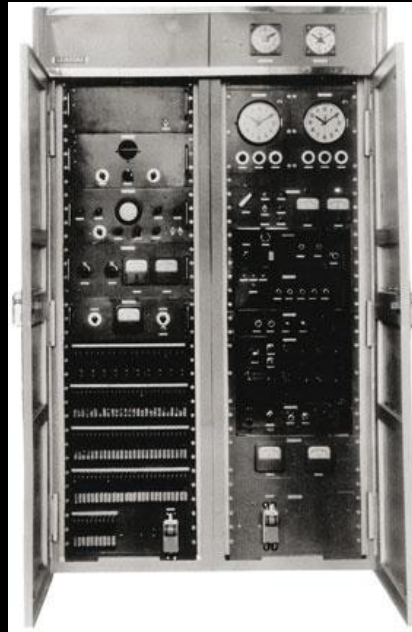
- 1657: Reloj de péndulo
- 1665: Primo miembro de la Academia de Ciencias de Francia

**Película**



# Reloj controlado por un cristalino del cuarzo

- 1880: efecto piezoeléctrico descubierto por Pierre y Jacques Curie
- 1927: el primer reloj inventado by Warren
- 1957: el primer reloj de la compañía Seiko (dimensiones: 2,1x1,3m)
- 1969: primera reloj de pulsera con cuarzo : 100 especímenes



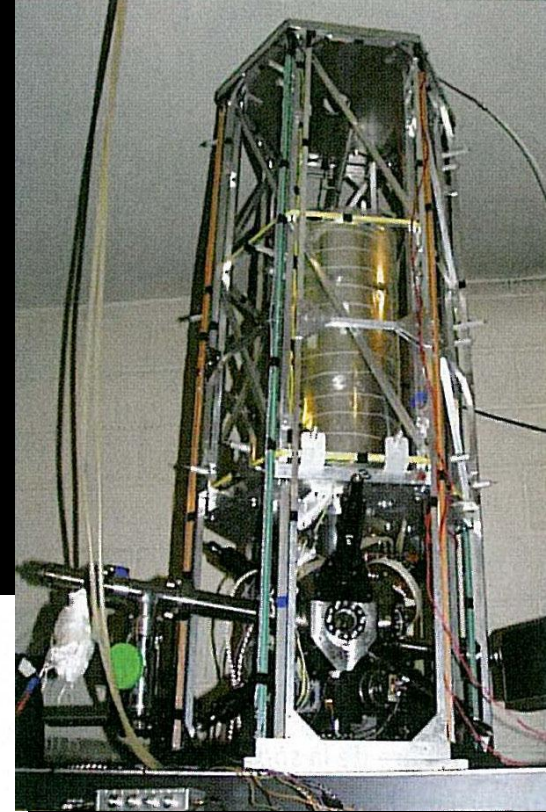
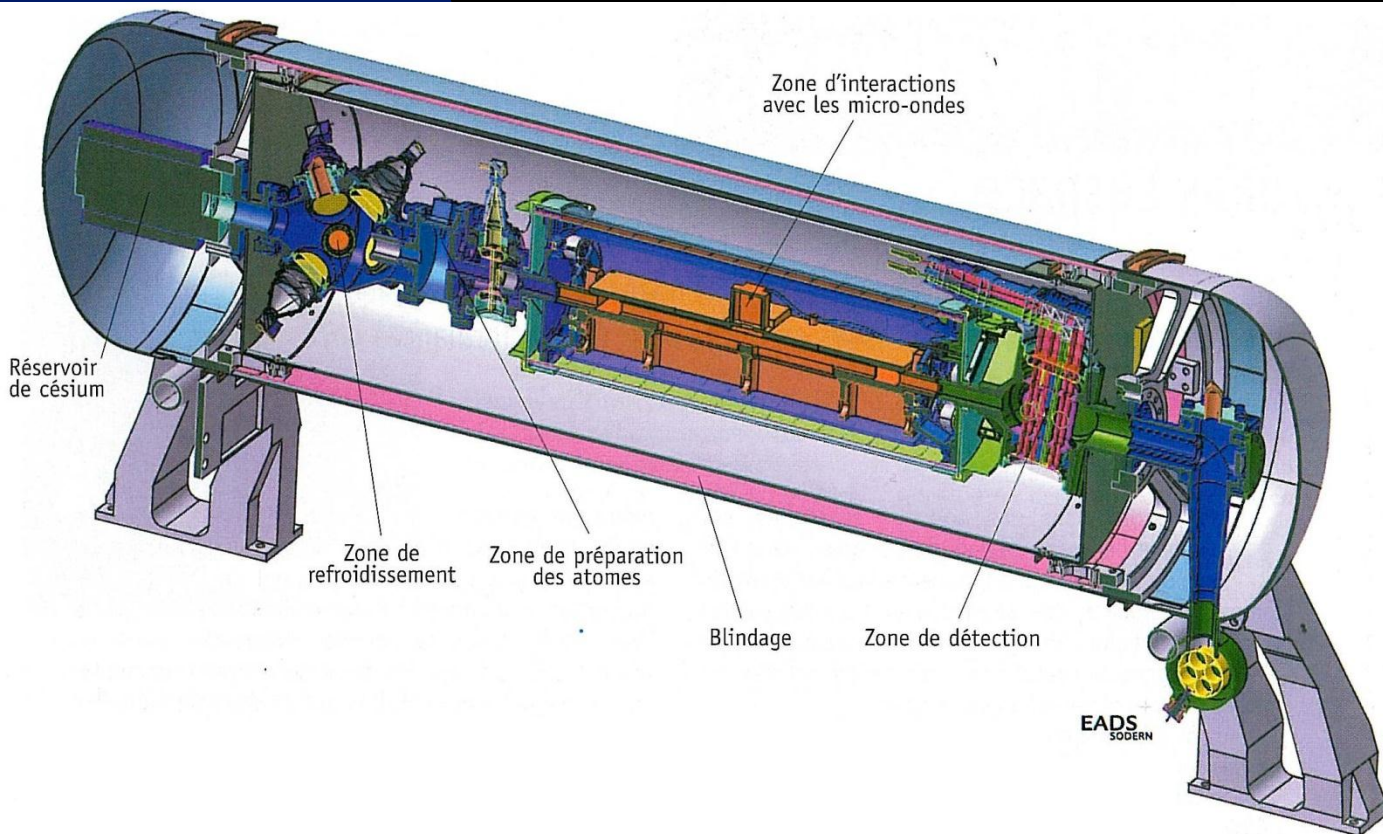
5s/mes



# Relojes atómicos

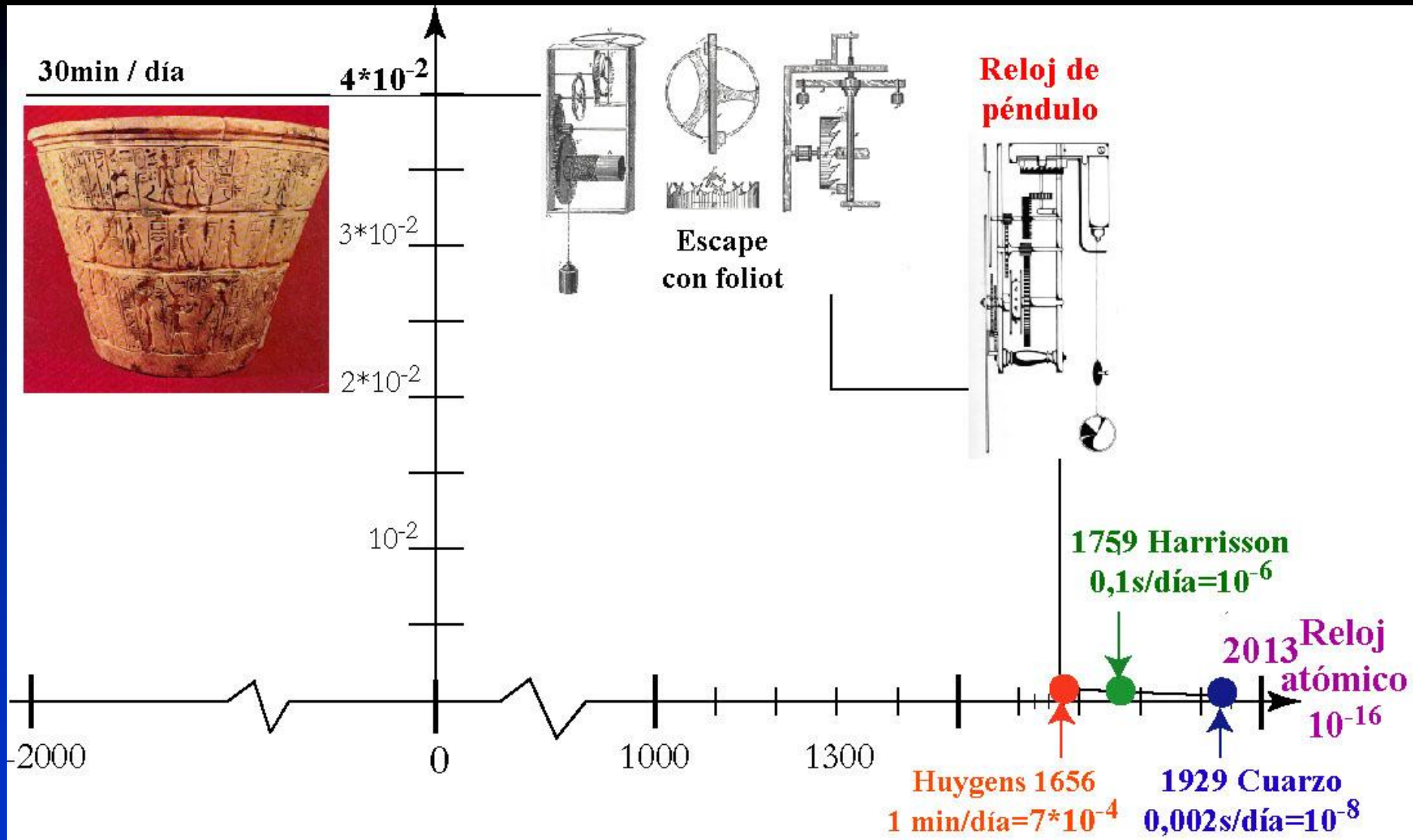
Precisión:  $10^{-16}$

1 segundo por 300 millones de años





# Evolución de la exactitud



# La unidad de la definición del tiempo : el segundo

- \* Originalmente, el segundo fue definido como  $1/86400$  del día solar medio : definición basada en la rotación de la tierra sobre sí misma y alrededor del sol
- \* 1956: definición del segundo basado en la vuelta de la tierra alrededor del sol
- \* 1967: duración de 9.192.631.770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133



# Astronomía y medida del tiempo

Gracias por su atención

