

# Misure e osservazioni sull'altezza del Sole

---

Luigi Togliani

***“Della luce e del suono”***

Corso residenziale di formazione avanzata  
per docenti delle scuole secondarie di 2°  
grado

*Idro, 29 agosto - 3 settembre 2005*

# Scopo

**Osservazioni e misure sperimentali**



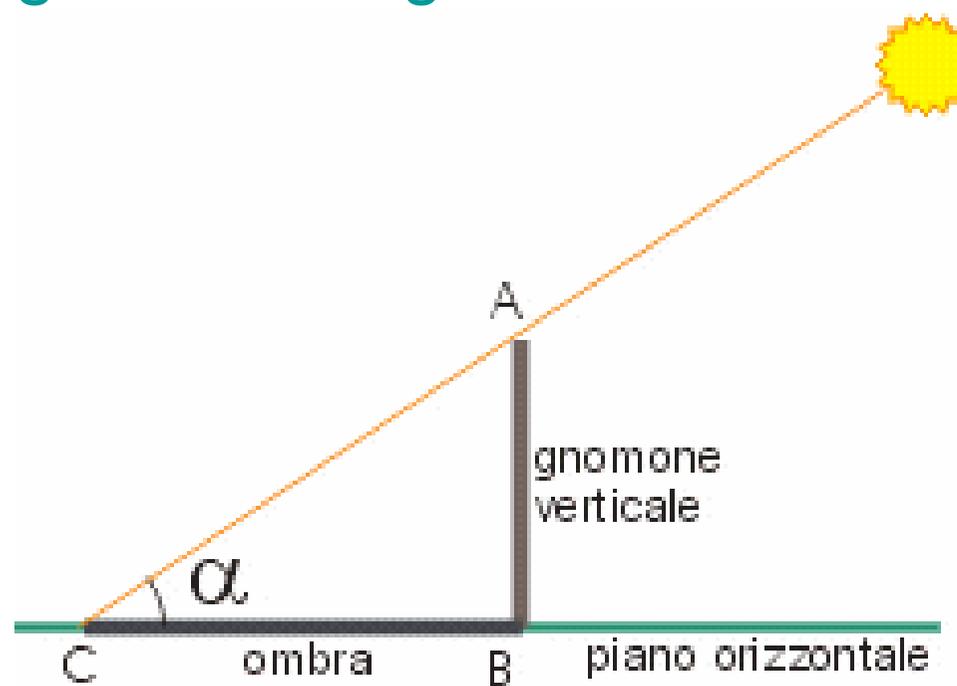
**Funzioni goniometriche**

# Mappa



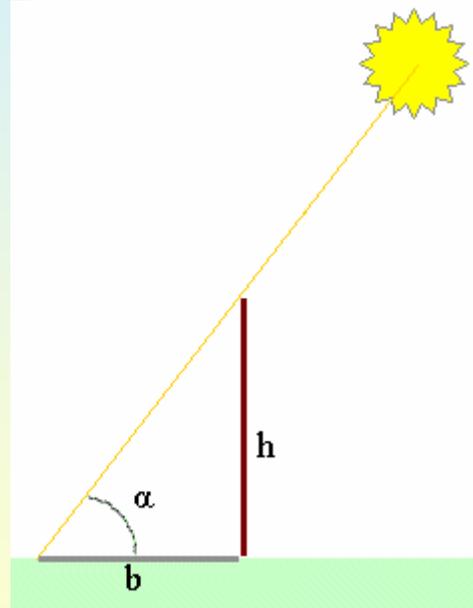
# Altezza del Sole

E' l'angolo  $\alpha$  in figura

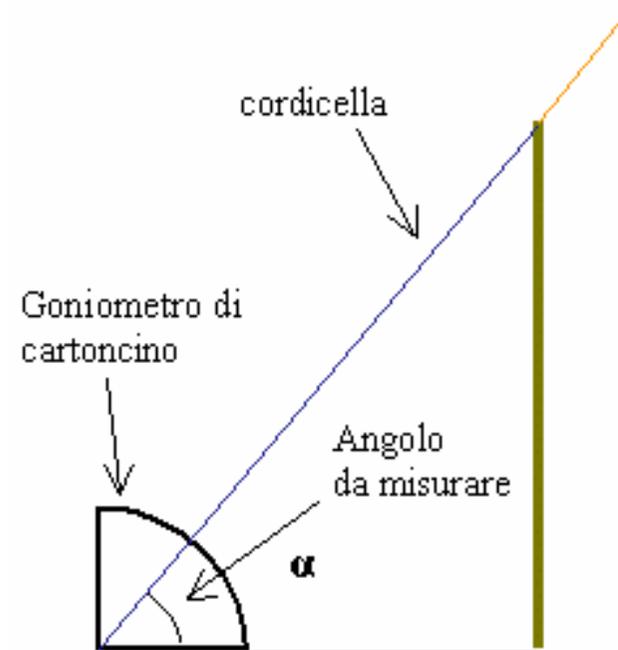


# Metodo del bastone

senza goniometro



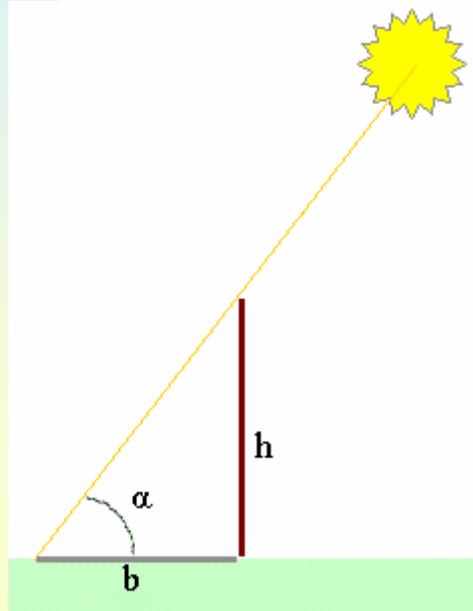
con goniometro



# Misura dell'altezza del Sole

costruendo un  
triangolo simile

introducendo una  
funzione di  $\alpha$

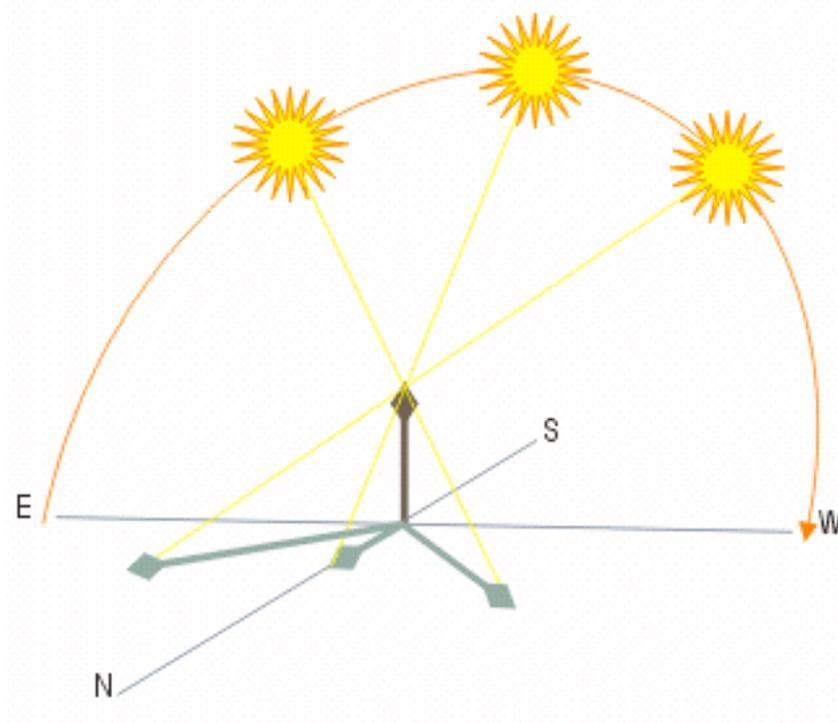


$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{b}$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left( \frac{h}{b} \right)$$

# Gnomone

## Gnomone e ombre



29/08/05

L. Togliani - Altezza del Sole

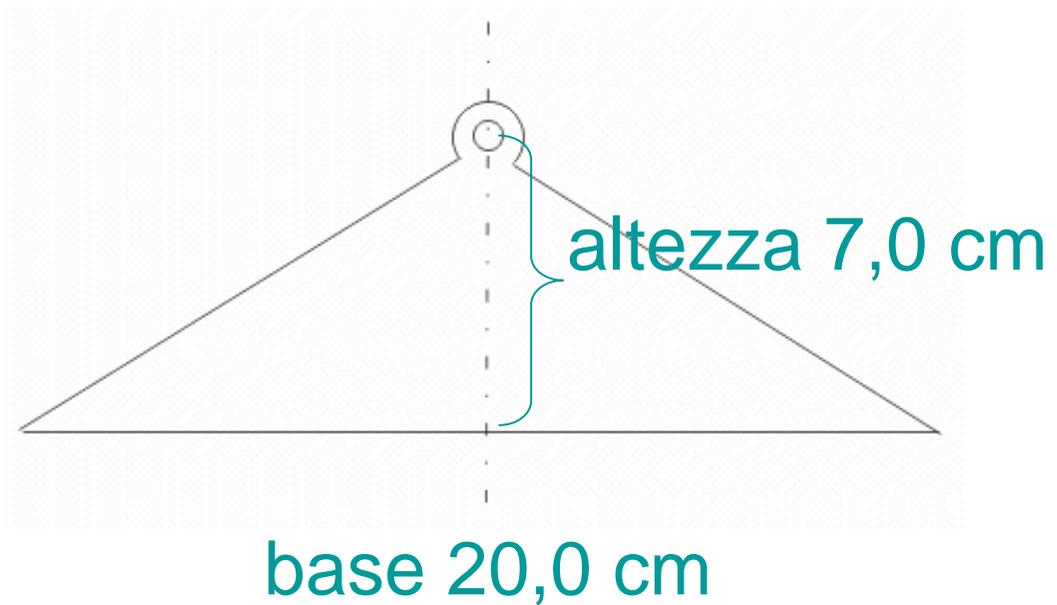
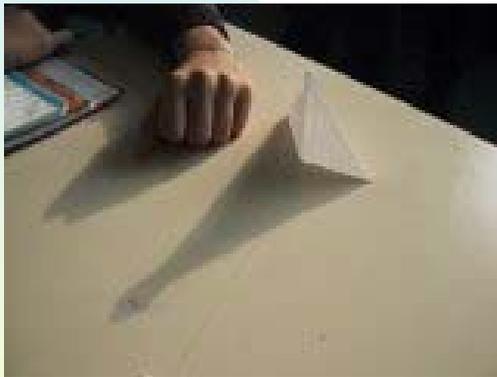
7

# Gnomone in laboratorio

Uso di materiali di laboratorio di Fisica



# Gnomone fotosciaterico di cartoncino



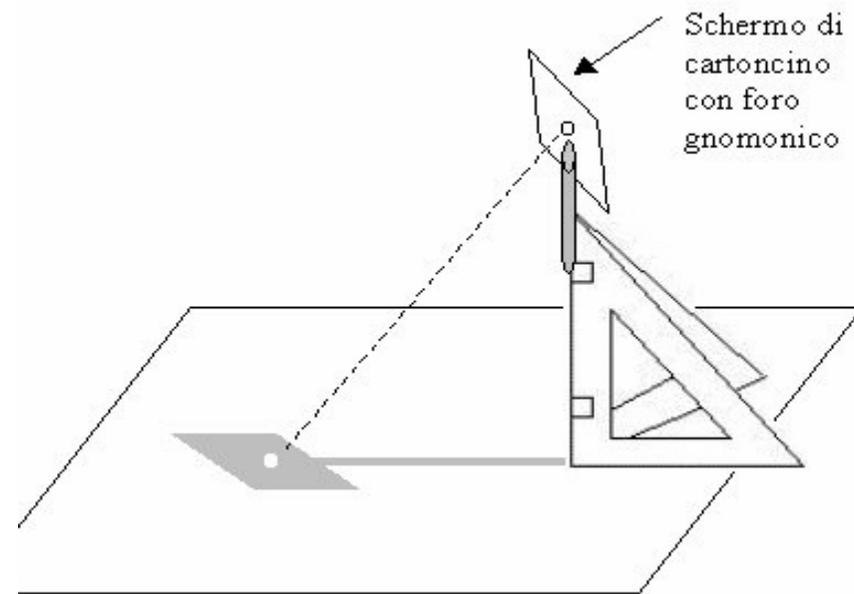
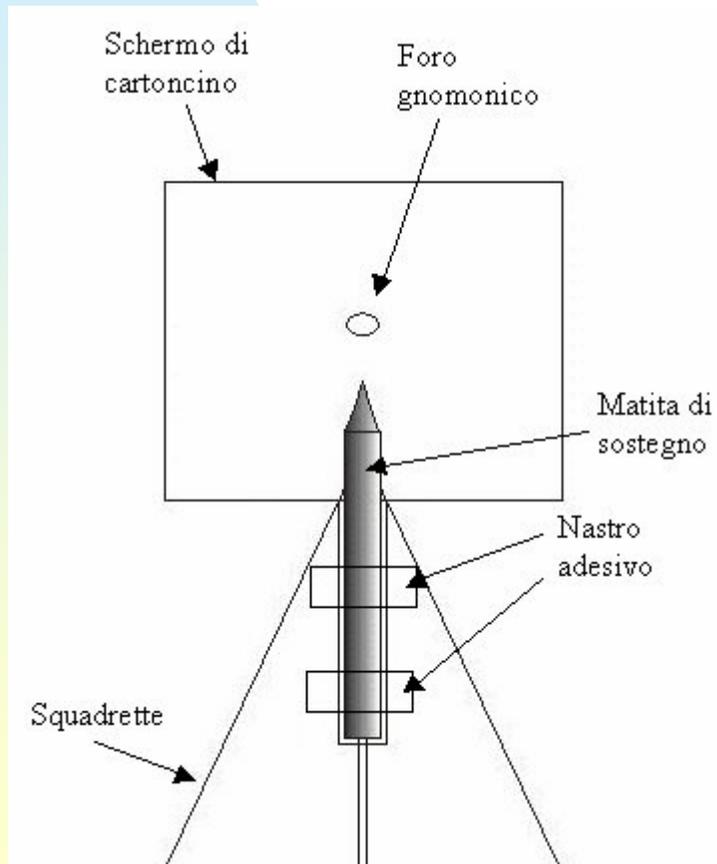
# Metodo della finestra

Foglio con foro gnomonico alla finestra



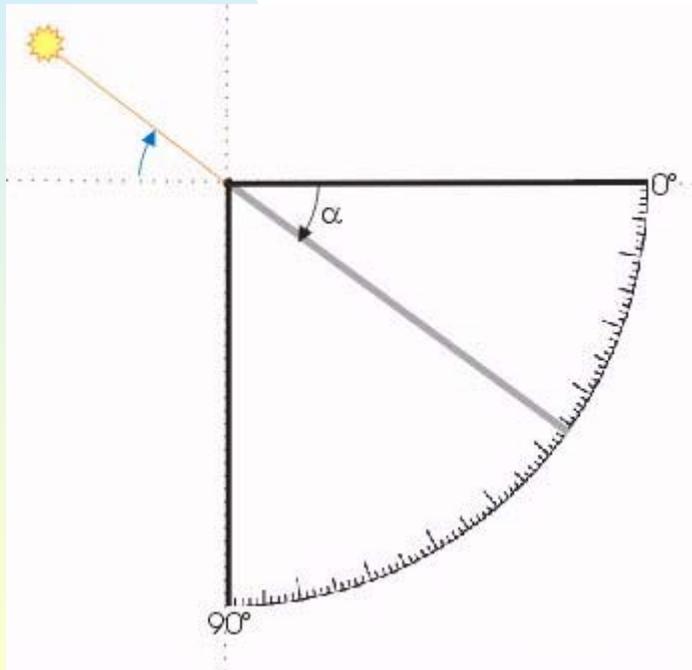
# Metodo delle due squadre

## Uso di due squadre verticali

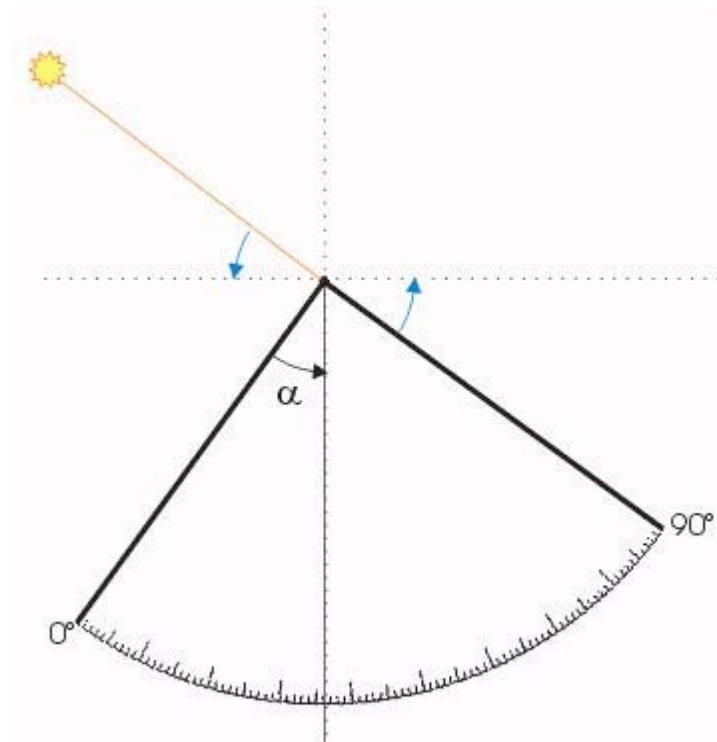


# Quadranti

quadrante fisso

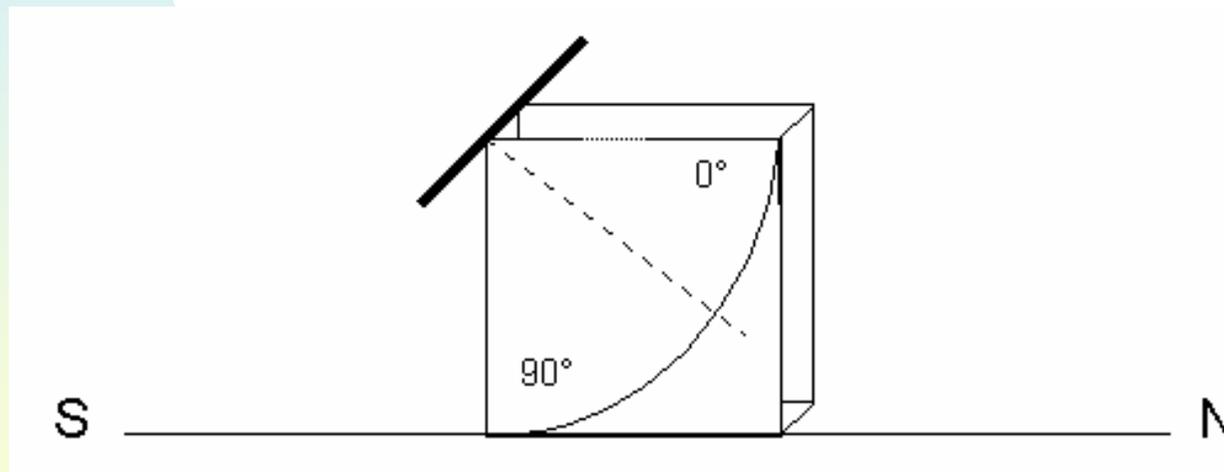


quadrante mobile



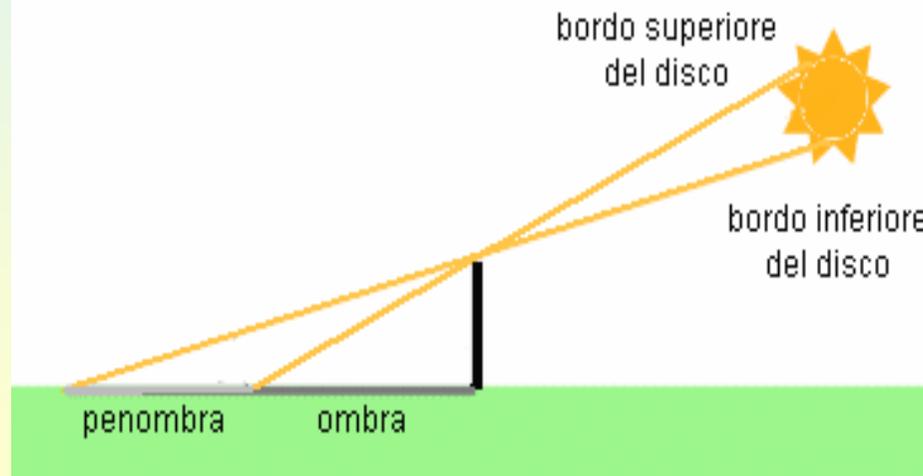
# Plinto tolemaico

## Plinto con scatola da CD



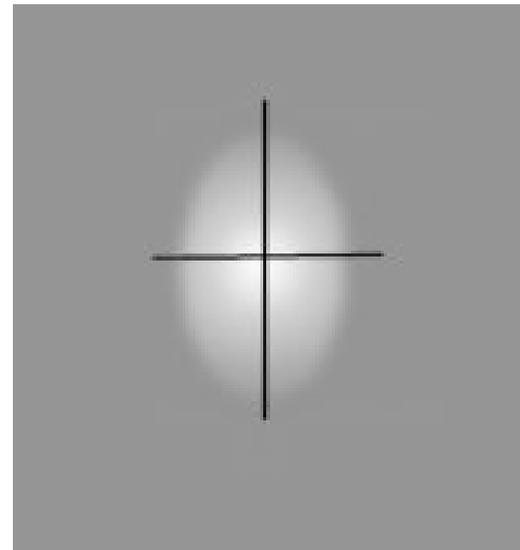
# Cause d'errore

- Verticalità dello gnomone
- Orizzontalità del piano
- Ombra e penombra



# Uso del foro gnomonico

Errore nel determinare il centro dell'ellisse luminosa



# Esempio di calcolo

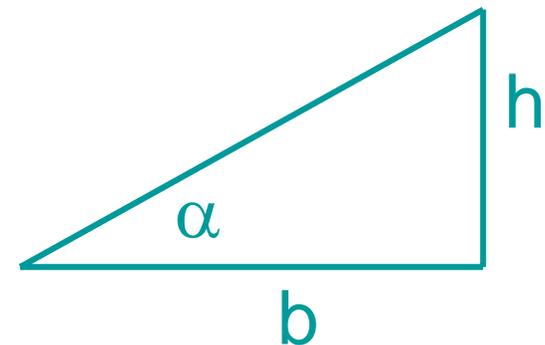
Uso dello gnomone di cartoncino  
e della calcolatrice scientifica tascabile

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{b} = \frac{(7,00 \pm 0,05)\text{cm}}{(10,40 \pm 0,05)\text{cm}}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 0,67 \pm 0,02$$

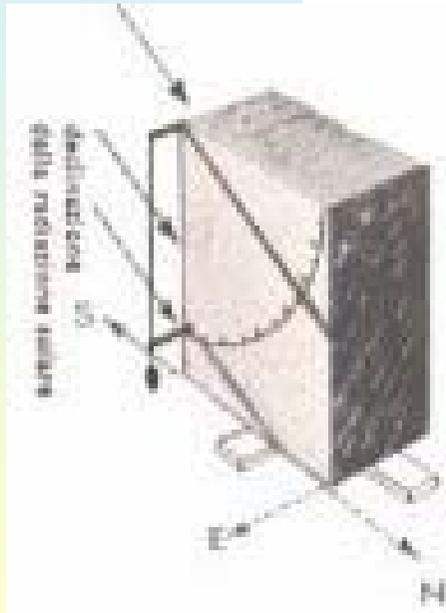
$$0,65 \leq \operatorname{tg} \alpha \leq 0,69$$

$$\alpha = (33,8 \pm 0,8)^\circ$$

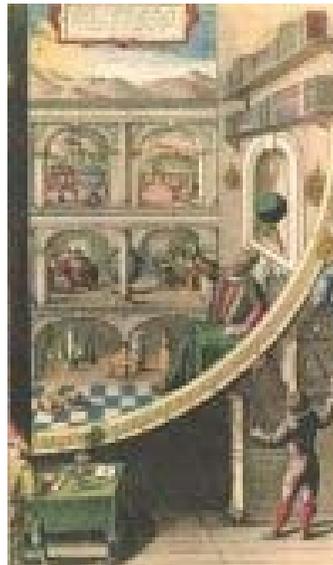


# Strumenti antichi

plinto di Tolomeo



quadrante di Ticho Brahe

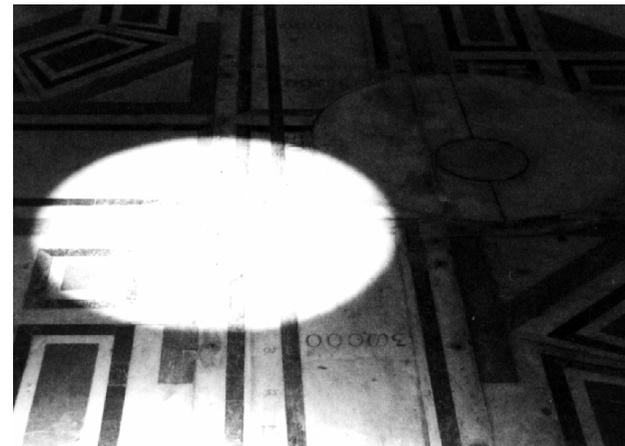
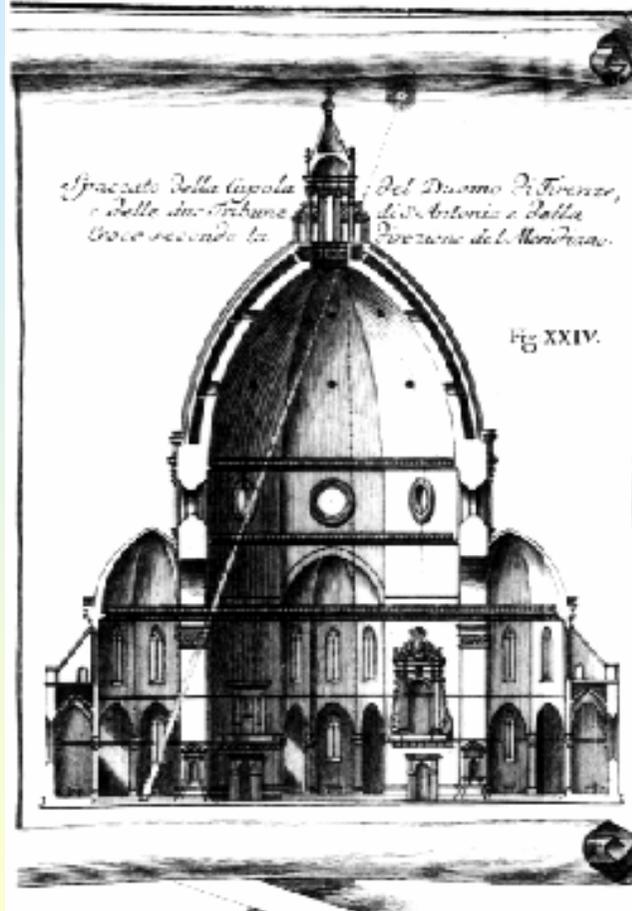


studio di Copernico



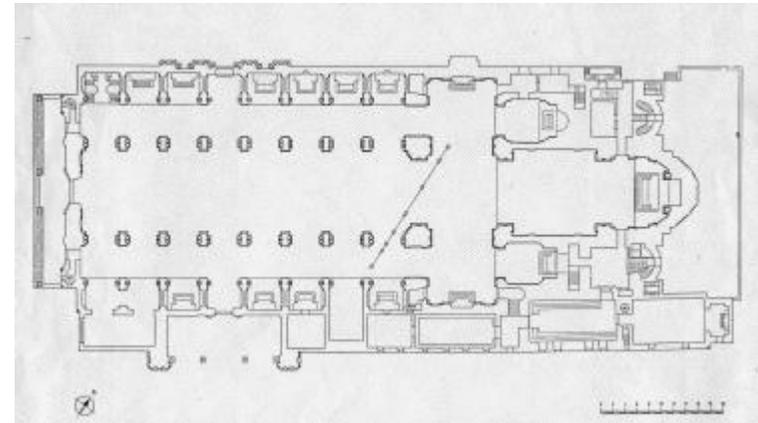
# S. Maria del Fiore - Firenze

Gnomone fotosciaterico - altezza 90 m



# Cattedrale di Palermo

Gnomone: foro alto 22 m dal suolo



Giuseppe Piazzi 1801

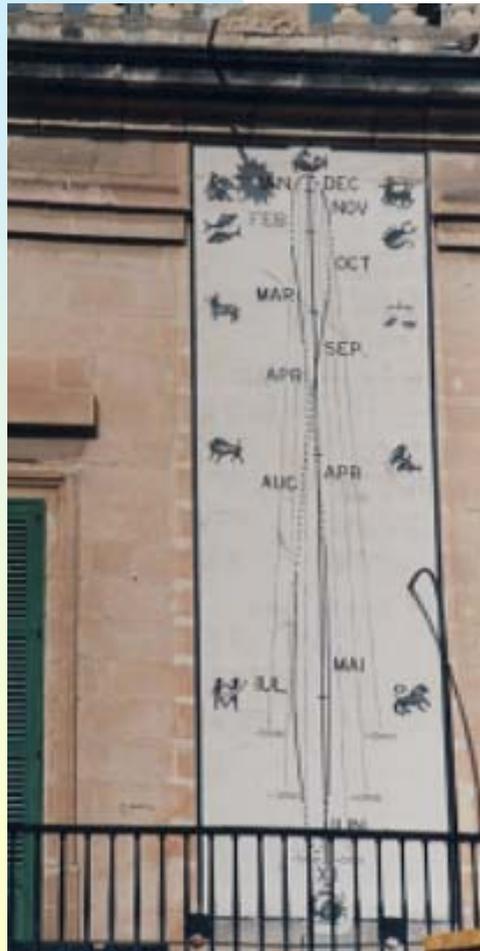
29/08/05

L. Togliani - Altezza del Sole

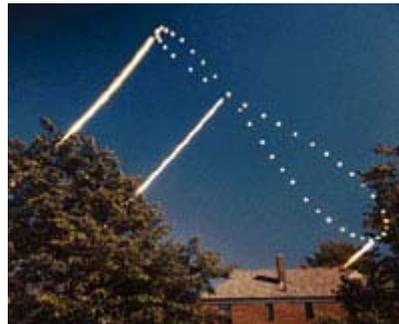
19

# Analemma

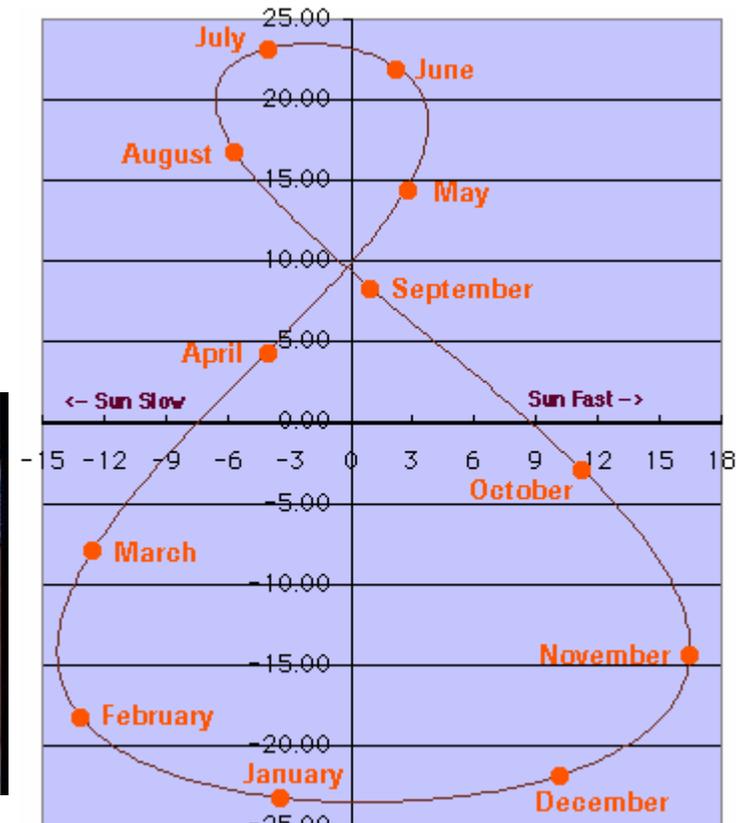
Registrare per un anno la posizione solare ogni giorno alla stessa ora



29/08/07  
La Valletta - Malta



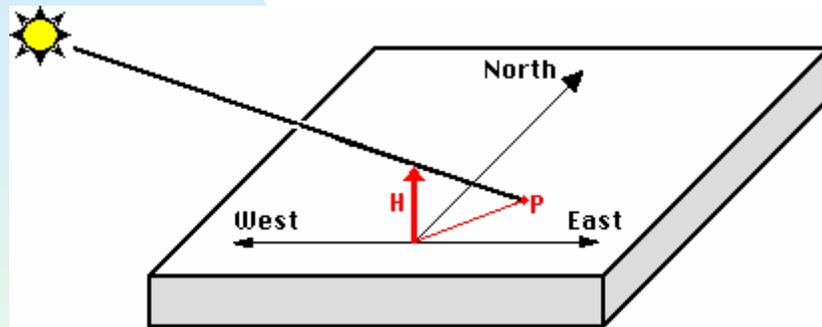
Bergamo -P.za Angelini



ANALEMMA CURVE

# Altezza del Sole durante una giornata

L'ombra dello gnomone al passare delle ore



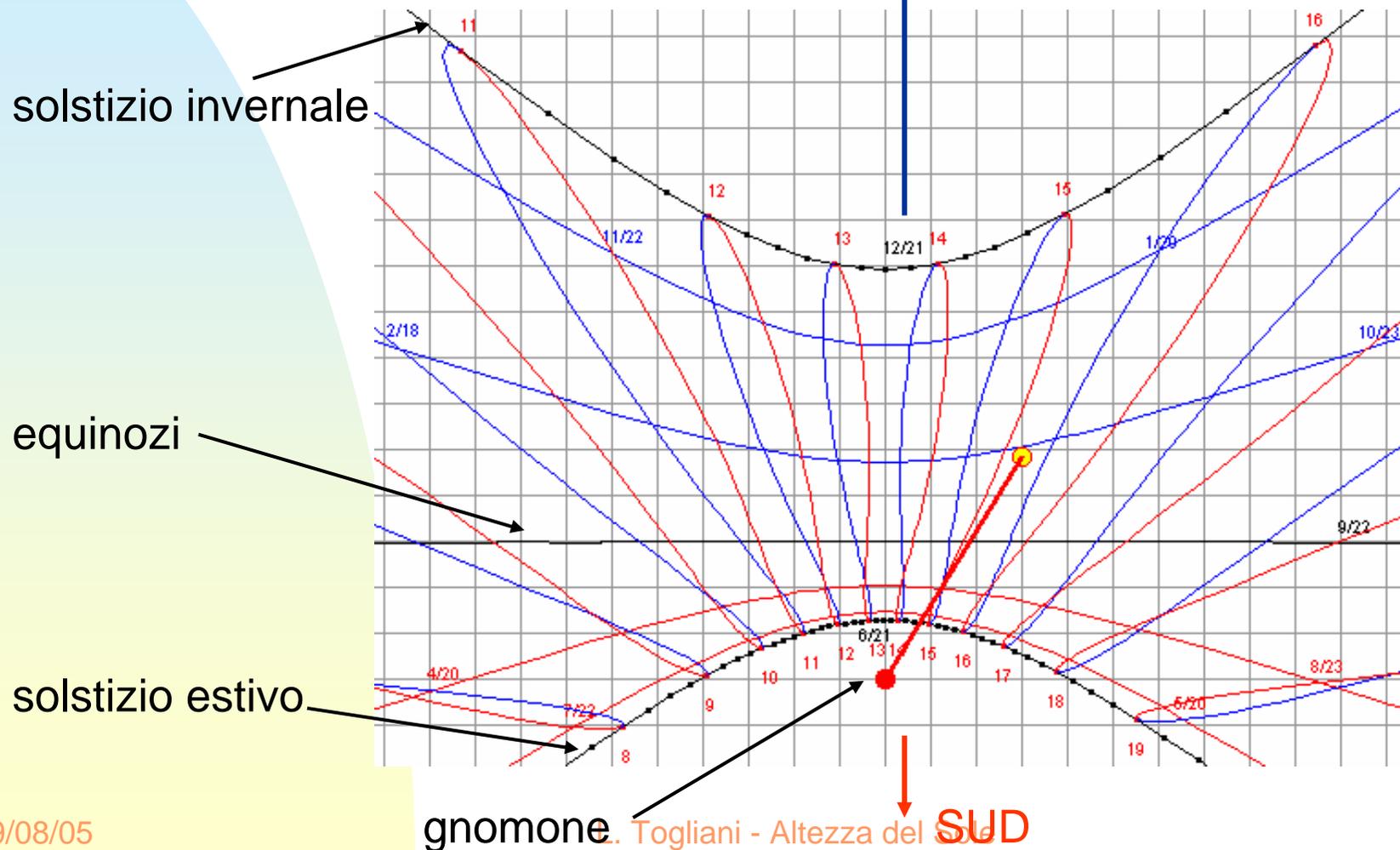
# Raccolta dati altezza del Sole

## Utilizzo di Excel

data	15/08/2005							
ora solare	h (cm)	b (cm)	h/b	altezza (rad)	altezza (°)		ora solare	altezza (°)
8.47	7,0	9,8	0,71	0,620	35,5		8.47	21,0
11.57	7,3	5,0	1,46	0,970	55,6		11.57	28,5
12.15	7,3	4,8	1,52	0,989	56,7		12.15	29,2
ora solare	h (cm)	b (cm)	h/b	h/b media				
7.30	7,0	14,0	0,50	0,52				
	8,5	16,5	0,52					
	6,0	11,8	0,51					
	5,6	11,0	0,51					
	9,2	17,0	0,54					
	8,4	15,0	0,56					

# Altezza del Sole nel corso di un anno

Curve relative a vari giorni



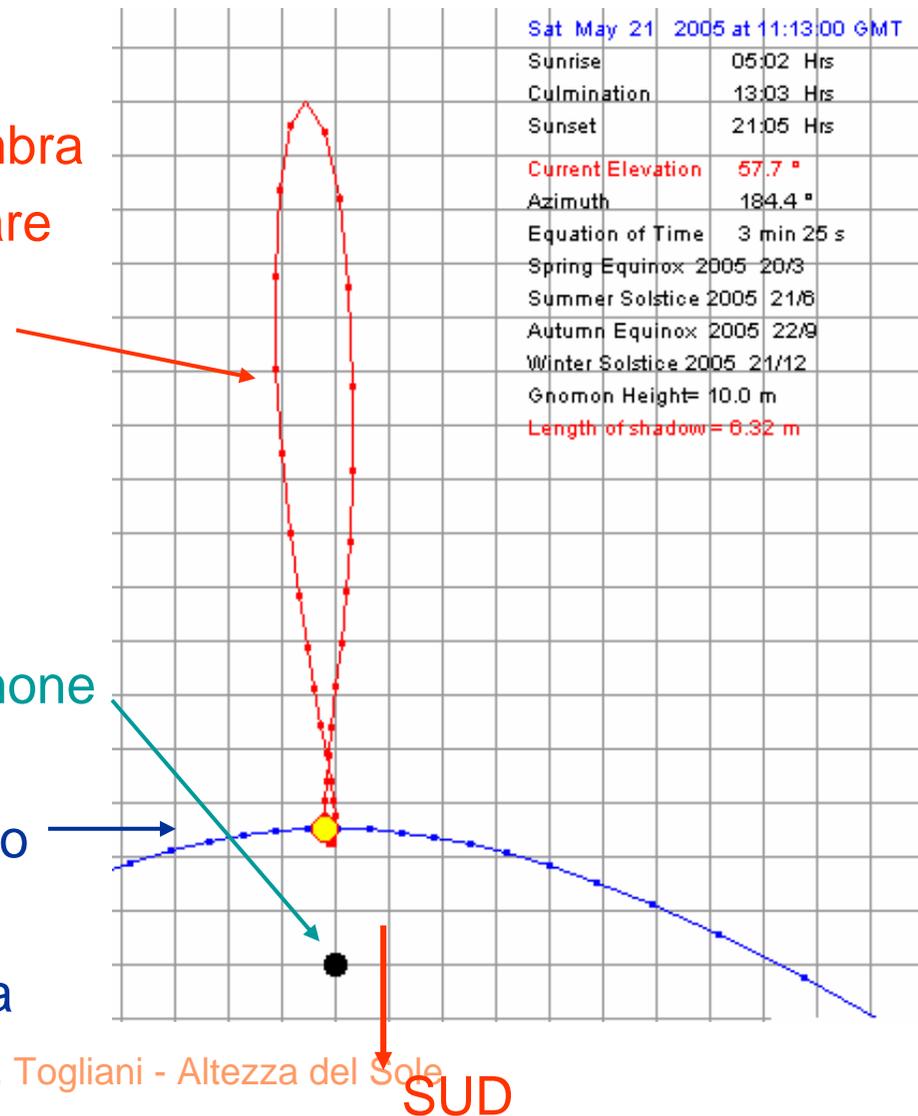
29/08/05

23

# Analemma, gnomone e altezza solare

Analemma ottenuto con l'ombra gnomonica per l'altezza solare ad una fissata ora in vari giorni dello stesso anno

Registrazioni dell'ombra dello gnomone relativa all'altezza solare in una stessa giornata



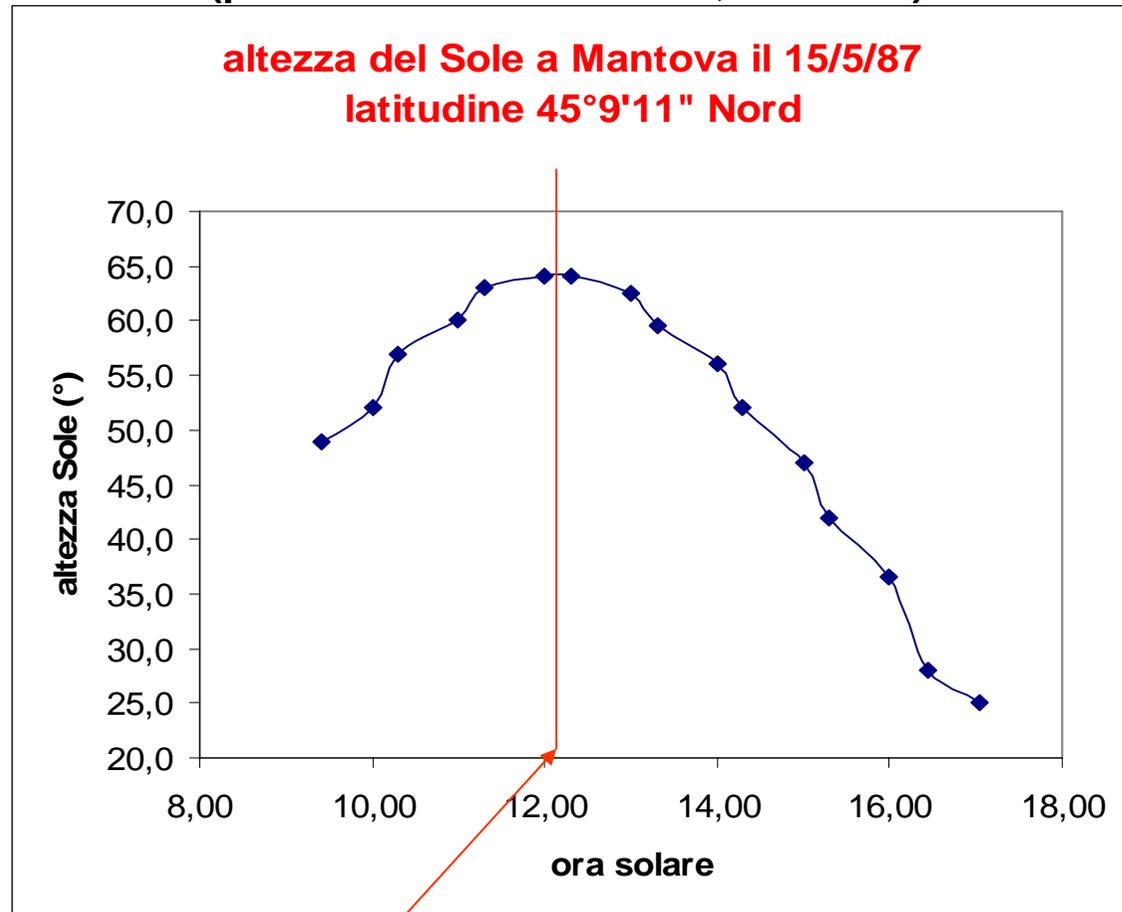
# Altezza solare in funzione del tempo

ora solare altezza Sole (°)

9,40	49,0
10,00	52,0
10,30	57,0
11,00	60,0
11,30	63,0
12,00	64,0
12,30	64,0
13,00	62,5
13,30	59,5
14,00	56,0
14,30	52,0
15,00	47,0
15,30	42,0
16,00	36,5
16,45	28,0
17,05	25,0

## VARIAZIONE GIORNALIERA ALTEZZA SOLARE

(prof. Maurizio Francesio, Mantova)



**mezzogiorno vero**

L. Togliani - Altezza del Sole

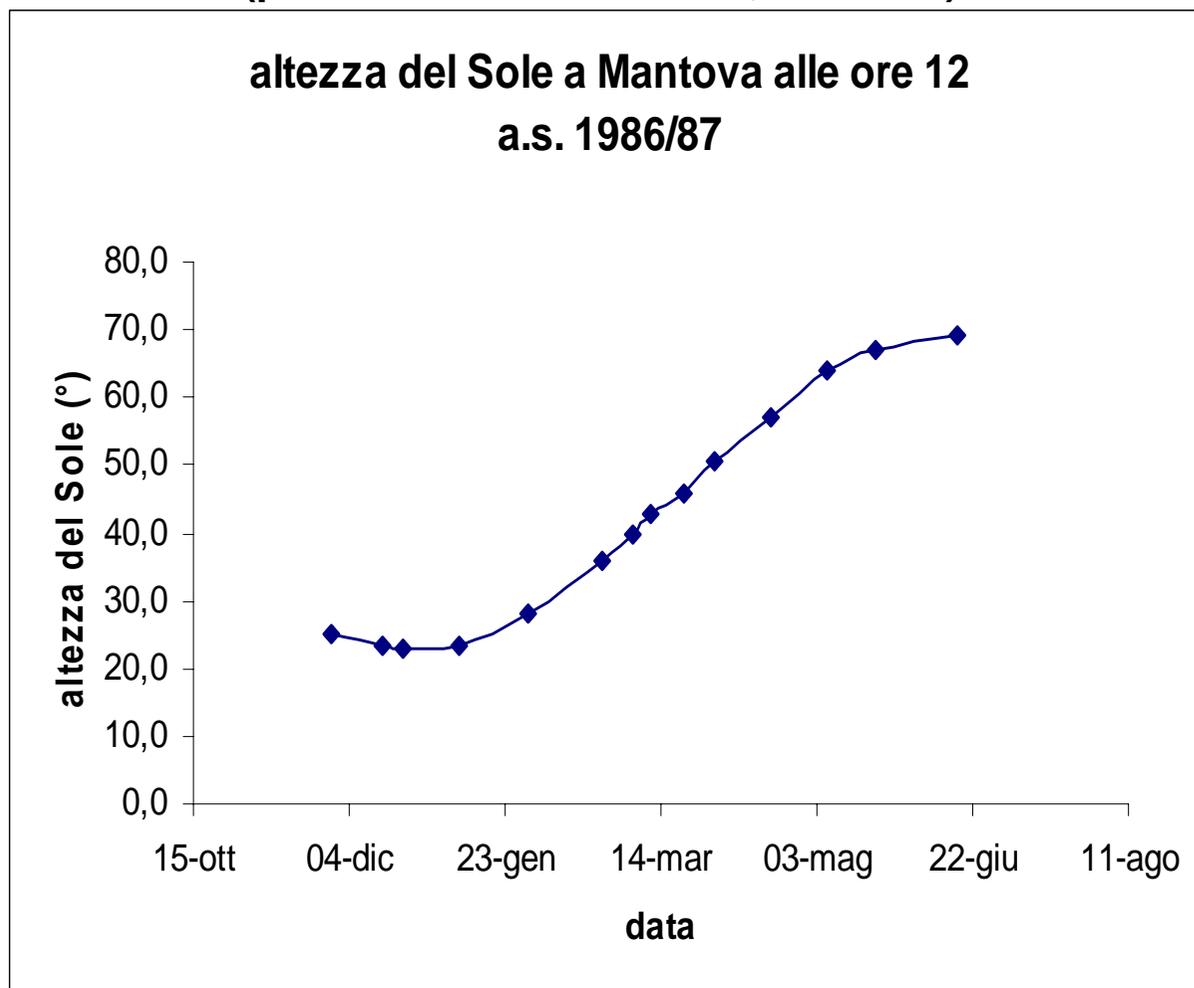
# Altezza solare in funzione del tempo

data	altezza Sole (°)
28-nov	25,0
15-dic	23,5
21-dic	23,0
08-gen	23,5
30-gen	28,0
23-feb	36,0
05-mar	40,0
11-mar	43,0
21-mar	46,0
31-mar	50,5
18-apr	57,0
06-mag	64,0
22-mag	67,0
17-giu	69,0

29/08/05

## VARIAZIONE ANNUALE ALTEZZA SOLARE

(prof. Maurizio Francesio, Mantova)



L. Fogliani - Altezza del Sole

20

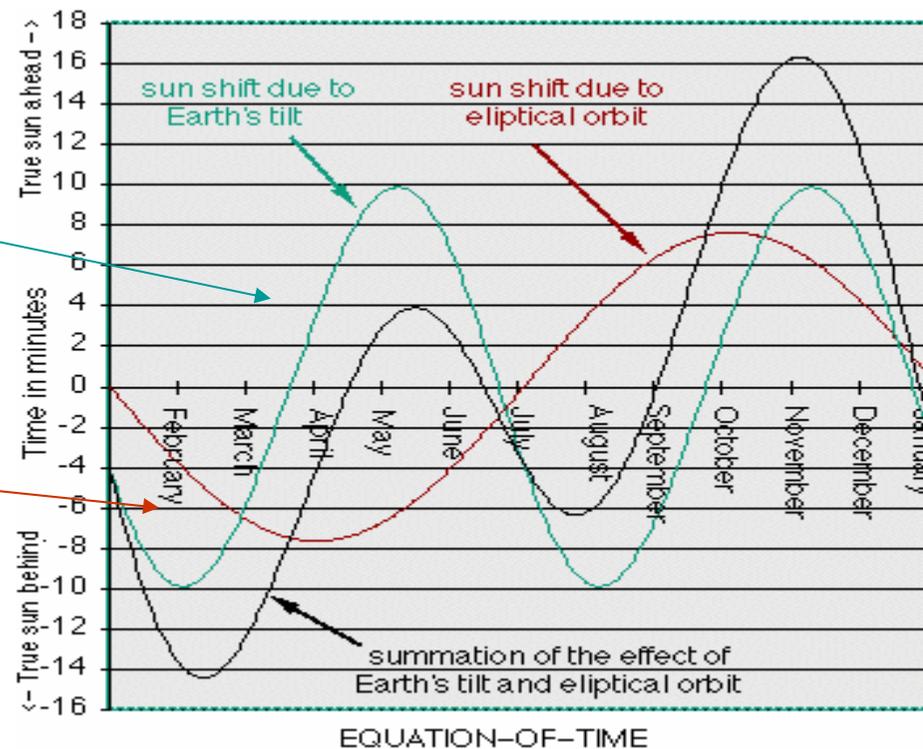
# Quando è mezzogiorno?

Perché il mezzogiorno vero non è quasi mai alle 12.00 solari?

- la località non è quasi mai al centro del fuso orario
- irregolarità del moto del Sole rispetto alla Terra (equazione del tempo)

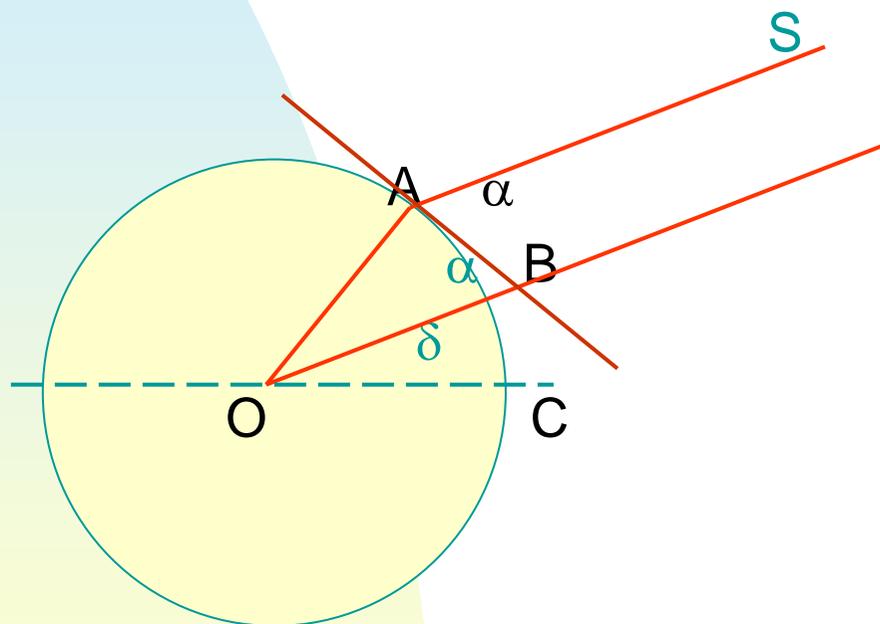
*inclinazione asse terrestre*

*orbita ellittica*



# Latitudine e altezza del Sole

Declinazione del Sole  $\delta$  : latitudine alla quale il Sole raggiunge lo zenith in un certo giorno



$\lambda = \widehat{AOC}$  latitudine di A

$\alpha = \widehat{SAB}$  altezza del Sole

$\delta = \widehat{BOC}$  declinazione del Sole

$\widehat{BAO} = 90^\circ$

Nel triangolo rettangolo ABO:

$\lambda - \delta + \alpha = 90^\circ$ .

Dunque **a mezzogiorno vero:**

$$\alpha = 90^\circ - \lambda + \delta$$

**altezza Sole =  $90^\circ$  - latitudine luogo + declinazione Sole**

Per conoscere la declinazione del Sole in un certo giorno occorre consultare un'apposita tabella. **Latitudine IDRO: Crone  $45^\circ 44' 13''$**

29/08/05 **Tre Capitelli  $45^\circ 49' 9''$**

L. Togliani - Altezza del Sole

# Declinazione del Sole

DATA	MEZZOGIORNO VERO A GREENWICH	DECLINAZIONE
23/08/2005	12hh 02mm 34ss	11° 19' Nord
24/08/2005	12hh 02mm 18ss	10° 58' Nord
25/08/2005	12hh 02mm 01ss	10° 38' Nord
26/08/2005	12hh 01mm 44ss	10° 17' Nord
27/08/2005	12hh 01mm 27ss	9° 56' Nord
28/08/2005	12hh 01mm 10ss	9° 35' Nord
<b>29/08/2005</b>	<b>12hh 00mm 52ss</b>	<b>9° 13' Nord</b>
30/08/2005	12hh 00mm 33ss	8° 52' Nord
31/08/2005	12hh 00mm 15ss	8° 30' Nord
01/09/2005	11hh 59mm 56ss	8° 09' Nord
02/09/2005	11hh 59mm 37ss	7° 47' Nord
03/09/2005	11hh 59mm 17ss	7° 25' Nord

29/08/05

L. Togliani - Altezza del Sole

29

# Declinazione del Sole

DATA	MEZZOGIORNO VERO A GREENWICH	DECLINAZIONE
14/09/2005	11hh 55mm 30ss	3° 16' Nord
15/09/2005	11hh 55mm 09ss	2° 53' Nord
16/09/2005	11hh 54mm 47ss	2° 30' Nord
17/09/2005	11hh 54mm 26ss	2° 07' Nord
18/09/2005	11hh 54mm 04ss	1° 43' Nord
19/09/2005	11hh 54mm 43ss	1° 20' Nord
20/09/2005	11hh 53mm 22ss	0° 57' Nord
21/09/2005	11hh 53mm 00ss	0° 34' Nord
22/09/2005	11hh 52mm 39ss	0° 10' Nord
23/09/2005	11hh 52mm 18ss	0° 13' Sud
24/09/2005	11hh 51mm 57ss	0° 36' Sud
25/09/2005	11hh 51mm 36ss	1° 00' Sud

# Bibliografia siti web

- [www.vialattea.net/eratostene](http://www.vialattea.net/eratostene) (altezza del Sole)
- [www.jgiesen.de/welcomeEnglish.htm](http://www.jgiesen.de/welcomeEnglish.htm) (analemma)
- [www.analemma.com](http://www.analemma.com) (analemma)
- [www.navigazioneastronomica.it](http://www.navigazioneastronomica.it) (latitudine e declinazione)
- [www.metropolis](http://www.metropolis) (comuni e coordinate geografiche)
- Denis Guedj, *La chioma di Berenice*, Longanesi, 2003
- Bonollo, *Applicazioni Microsoft*, CEDAM, 2002