

## Misurare l'altezza del Sole con una camera oscura in casa

Costantino Sigismondi [sigismondi@icra.it](mailto:sigismondi@icra.it)

(ICRANet, Pescara e ISF-Ateneo Regina Apostolorum, Roma)

Submitted December 4<sup>th</sup> 2024, revised and accepted December 6<sup>th</sup>

**Abstract** The measurement of the solar altitude with a precision of an arcminute is possible by using a pinhole camera at home, and recovering exactly the pinhole's height and the position of the pinhole's image on the floor. The accuracy achievable with a 2.5 m pinhole's height camera is enough to obtain the Cassini correction to the atmospheric refraction.

**Sommario** La misura dell'altezza del Sole può essere fatta con un foro stenopeico in una camera oscura, in casa. Con un foro a 2.5 metri di altezza si possono ottenere precisioni del minuto d'arco tali da riconoscere la correzione Cassiniana dovuta alla rifrazione atmosferica.

**Keywords:** positional astrometry, atmospheric refraction, meridian line.

**Introduzione:** La tecnica per realizzare l'esperimento di misurare l'altezza meridiana del Sole entro 1' richiede la realizzazione di una meridiana a camera oscura. In generale con questo metodo si può misurare l'altezza del Sole anche fuori meridiano.

La precisione di 1' permette di verificare, quando il Sole è basso, la necessità della correzione di Cassini alla posizione del Sole pari a  $60'' \cdot \tan(z)$  con  $z$  angolo del centro del Sole dallo zenith.

### Procedimento e materiali:

- 1) si prende un cartoncino
- 2) si fa un buco circolare al centro ben ritagliato (un fabuchi va bene... ma è difficile farlo al centro di un cartone 10x10 cm)
- 3) si attacca al vetro della finestra che guarda a Sud con lo scotch
- 4) opzionale: si aggiunge un contorno di cartone a quello che già fa il 10x10 cm per fare meglio ombra attorno all'immagine che si forma sul pavimento
- 5) sul pavimento cammina l'immagine stenopeica
- 6) si scopre il momento del passaggio meridiano locale inserendo la longitudine e la latitudine locali nel seguente webservice (IMCCE) nei posti indicati in grassetto [vo.imcce.fr/webservices/miriade/rts\\_query.php?-body=11&-](http://vo.imcce.fr/webservices/miriade/rts_query.php?-body=11&-)

nbd=400&-step=1&-long=-15.526032&-lat=41.454963&-tz=1&-ep=2024-12-05&-from=MiriadeDoc&-mime=text&-extrap=4  
(queste sono calcolate per Foggia da oggi fino al 2026)

7) si misura la posizione dell'immagine a terra al meridiano dalla base del foro L

8) si misura l'altezza del foro con precisione H

9) si fa l'arcotangente (H/L) e si ha l'altezza meridiana del Sole al momento giusto

10) dalle effemeridi del 6) si ricava l'altezza meridiana calcolata senza rifrazione, e si verifica quanto deve essere la correzione per la rifrazione atmosferica.

11) si può verificare quanto la differenza Osservato-Calcolato sia uguale a  $O-C=60'' \cdot \tan(z)$ , cioè che l'atmosfera ha sollevato di un certo angolo il Sole, rispetto alle effemeridi calcolate in assenza di atmosfera.

### **Accortezze sperimentali**

Se il buco è di 5 mm e l'altezza è sui 2 metri, d'inverno la distanza tra il foro e l'immagine diventa di 4m40 per Roma.

Ci vuole lo spazio sufficiente, altrimenti occorre applicare il foro più in basso. La parte più complicata è stabilire esattamente dove cada il piede della perpendicolare al foro stenopeico messo in verticale. Il vetro, infatti, può essere montato su una finestra che ha rientranze di qualche cm rispetto al bordo dell'imposta.

Tutte queste cose devono essere conosciute al momento di fare i calcoli, altrimenti si ottengono risultati falsati da errori sistematici. E' utile, infine, segnare la posizione dei lembi meridiani del Sole sopra una carta, temporaneamente collocata sul pavimento e attaccata con lo scotch, per poi misurarne la distanza meridiana. Si può usare anche un metro steso a terra durante le misure, ma segnando le posizioni dell'immagine si può fare in modo preciso la misura di distanza in un secondo momento.

## Esempio pratico

Nella scuola di Via Fonteiana a Roma abbiamo realizzato una camera oscura per misurare, in meridiano, la posizione del Sole nel cielo e confrontarla con una misura analoga fatta sullo stesso meridiano in Veneto a Motta di Livenza. La precisione sull'esperimento di Eratostene per misurare la circonferenza terrestre è stata di 500 km su 40mila, dell'ordine dell'1%.

Questi sono i video dell'esperimento nella pratica:

<https://youtu.be/e6m4gSpkUC8>

<https://youtu.be/ZtIGmPsJQxU>

In particolare esaminiamo il caso del 19 dicembre 2023 (fig. 1), quando l'immagine meridiana è vicina al valore più grande possibile.

Le effemeridi per il 19 dicembre e per il luogo ed il giorno dell'esperimento<sup>1</sup> danno un'altezza meridiana di  $24.7084^\circ$  ed il transito alle 12:07:07. Per le 12:02:22 l'altezza del Sole era  $24^\circ 41' 57.3''$  senza atmosfera (Stellarium 0.20) ossia  $24.69925^\circ$ .

L'altezza del foro stenopeico era di 261.3 cm, la posizione del centro del Sole era a 565.2 cm dal piede del foro stenopeico.

L'altezza del Sole così misurata era  $z=90^\circ-h$

$$=\arctan(261,3/565,2)= 24.73623^\circ$$

$$O-C=0.036979^\circ=2.2'=133''$$

Questo valore finale corrisponde bene alla correzione di Cassini pari a  $60'' \cdot \tan(90^\circ-24.73623^\circ)=130''$

## Referenze

C. Sigismondi, F. Battistiol e E. Piccoli, GERBERTVS 19 41 e 315 (2023) L'esperimento di Eratostene nella zona temperata

---

<sup>1</sup> [https://vo.imcce.fr/webservices/miriade/rts\\_query.php?-body=11&-nbd=400&-step=1&-long=-12.4516684&-lat=41.8790667&-tz=1&-ep=2023-12-05&-from=MiriadeDoc&-mime=text&-extrap=4](https://vo.imcce.fr/webservices/miriade/rts_query.php?-body=11&-nbd=400&-step=1&-long=-12.4516684&-lat=41.8790667&-tz=1&-ep=2023-12-05&-from=MiriadeDoc&-mime=text&-extrap=4)

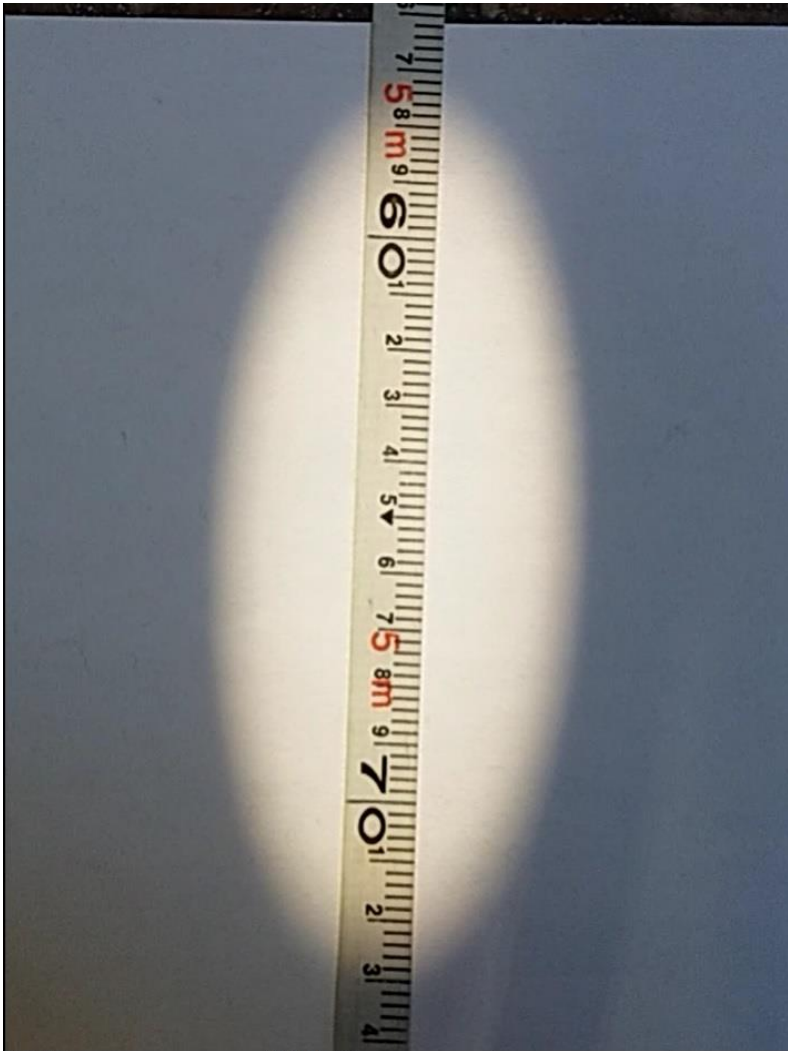


Fig. 1 Immagine stenopeica ottenuta a Roma il 19/12/23 alle 12:02:20 lunga 162 mm.