

ELIOSTATO DI SILBERMANN

Finalità

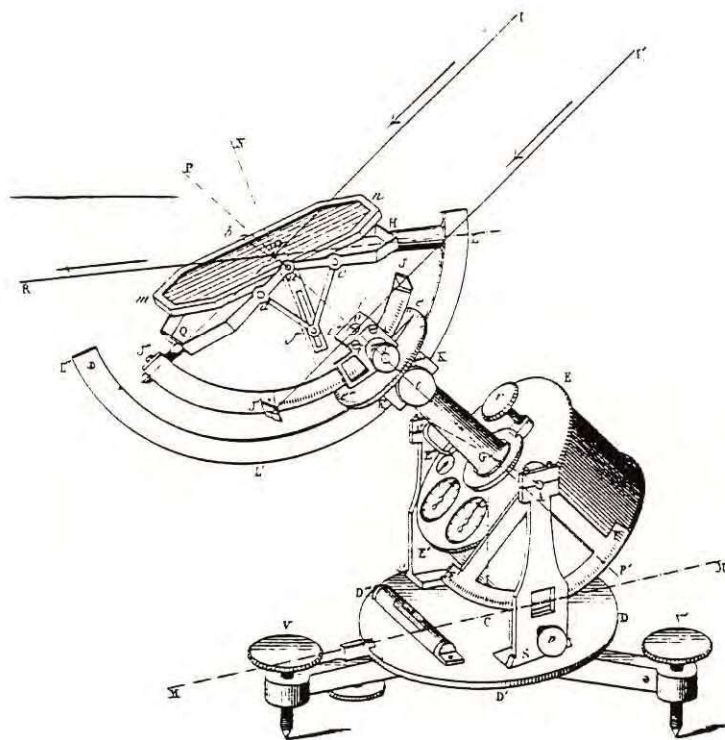
In molte esperienze di ottica si può usare la luce del sole, (che offre una intensità e un parallelismo notevoli), introducendola dalla finestra attraverso una piccola apertura nella camera oscura. I raggi, sempre molto inclinati, vengono fatti riflettere secondo una direzione orizzontale mediante uno specchio metallico sistemato tra la finestra e la camera oscura; tuttavia i raggi riflessi, a causa del movimento del sole, non possono mantenere una direzione costante, per cui occorre muovere continuamente lo specchio. Durante il giorno, infatti, il sole si muove su una circonferenza, parallela all'equatore la cui declinazione cambia nel corso dell'anno, passando da $23^{\circ} 27'$ (solstizio d'estate) a 0° (equinozi) e a $-23^{\circ} 27'$ (solstizio d'inverno).

L'eliostato è un apparecchio che pone rimedio al primo inconveniente (moto diurno), facendo muovere lo specchio con un congegno di orologeria, in maniera che i raggi solari nel corso dell'esperimento si riflettano sempre in una direzione costante. L'apparecchio non compensa però il piccolo cambiamento di declinazione (moto annuo).

Descrizione

La base è un disco **DD'D''**, che porta una livella a bolla d'aria, la cui posizione può essere registrata con una vite. La base si impernia sull'asse di un treppiedi a viti calanti, **V, V', V''**, che permette di collocare il disco in una posizione perfettamente orizzontale.

Alla piattaforma sono avvitate due colonnette **S** e **S'**. In una di queste è aperta una finestra in cui è inciso un nonio con divisioni da 0 a 30. Sopra questa scala si legge quella incisa sull'arco **FF**, che è solidale con la scatola cilindrica che contiene l'orologio: con il nonio la



scala, che va da -5° a 110° con divisioni di mezzo grado, permette di distinguere il minuto primo. La scatola dell'orologio è imperniata alle estremità superiori delle colonnette e ruota intorno all'asse orizzontale **AA'**.

Sul coperchio della scatola dell'orologio vi sono incisi due quadranti. Nel primo la lancetta compie un giro in due ore e quindi, essendovi segnate 120 divisioni, numerate ogni quarto d'ora, si può leggere il tempo trascorso in minuti primi. Nel secondo, pure con 120 divisioni, la lancetta compie una rotazione in 30 secondi, e vi si può leggere il quarto di secondo. Sul coperchio inoltre è posta una rotellina per arrestare l'orologio e una lancetta con cui, agendo sul bilanciere, si fa avanzare o ritardare l'orologio.

Si gira la scatola, inclinandola secondo la latitudine del luogo, (per esempio, a Pisa è $43^\circ 43'$); bloccando poi l'inclinazione mediante la vite di pressione **v**. Si gira il disco **DD'D''** orientandolo in maniera da porre la linea di fede tracciata su di esso nel piano meridiano del luogo, indicato con **MM'**: dopo queste operazioni l'asse dell'orologio **PP'** diventa parallelo all'asse terrestre.

L'asse dell'orologio è formato da un'asta in acciaio all'interno di due tubi concentrici.

Il tubo esterno, indicato con **G**, può essere fatto ruotare, fissando poi la posizione prescelta con la vite **r**: il tubo termina con un pezzo metallico **hk** che presenta una fenditura in cui può scorrere ed essere fissato mediante una vite di pressione **t** un arco metallico **LL'L''**. Quest'arco, ha per centro il punto sullo specchio determinato dal prolungamento ideale dell'asse dell'orologio. Faremo vedere adesso che facendo scorrere questo arco nella fenditura e ruotando **G** possiamo scegliere la direzione del raggio riflesso. Il tubo interno, fermato sul fondo della scatola dell'orologio, sostiene in alto il quadrante dell'orologio **ee'e''**, sul quale sono segnate le ore del giorno, da 1 a 12 nella prima metà, poi ripetute nella seconda metà, con divisioni ogni cinque minuti. L'asse dell'orologio, al centro dei due tubi, fa compiere in 24 ore un giro ad un indice solidale con il cubo **ii'i''**, nel quale passa attraverso una fenditura e può essere fissato nelle varie posizioni l'arco metallico **JJ'J''** (arco di declinazione). L'indice termina in un piccolo nonio, con cinque divisioni, che permette quindi la precisione del minuto primo.

Su questo arco, che è concentrico con l'arco **LL'L''**, vi sono due tipi di divisioni, da un lato quella in gradi (da -30 a 30) e dall'altro quella che riporta i mesi, divisi in due semestri, segnando i giorni di 5 in 5. All'estremità di ogni arco, (**L** per l'arco inferiore, **J''** per quello superiore) può girare una delle due asticine che sorreggono lo specchio.

Quando l'eliostato è orientato, queste asticine hanno la direzione rispettivamente del raggio riflesso e di quello incidente. Infatti ciò si realizza fissando sull'arco **JJ'J''** la declinazione che corrisponde al giorno in cui viene fatta l'esperienza, e facendo segnare l'ora vera all'indice dell'orologio. L'ora vera corrisponde all'angolo orario del sole, e la sua differenza dal tempo solare medio è data dall'equazione del tempo. L'asticina **QJ''** è a 90 gradi dallo zero dell'arco di declinazione (equinozio), e quindi ha la direzione del raggio incidente; girando insieme all'asse dell'orologio continua a mantenerne la direzione nel corso dell'esperienza.

Le due asticine **QJ''** e **HL** sostengono due forcelle che si impernano secondo un asse comune **ab** al centro dello specchio. Ad ognuna delle due forcelle è attaccata, a uguale distanza, un'asticella: gli estremi delle due asticelle, tra di loro uguali in maniera da produrre un quadrilatero articolato, sono scorrevoli nella scanalatura praticata in un'asta **af**, perpendicolare allo specchio e unita rigidamente ad esso in **a**. In questa maniera i raggi solari che colpiscono lo specchio con una direzione variabile ma che è sempre quella di **QJ''**, si riflettono sempre secondo la direzione di **HL** che è una direzione costante prescelta.

Silbermann ha inserito nel suo apparecchio un accorgimento che permette di fare a meno della conoscenza di uno tra questi dati: la declinazione, la direzione del piano meridiano e l'ora vera. Infatti ha fissato all'estremità **J** del cerchio di declinazione, perpendicolarmente ad esso e diretto secondo il suo raggio, un piccolo traguardo forato ed ha situato uno schermo, parallelo al primo, nel punto in cui una parallela al raggio incidente incontrerebbe di nuovo il cerchio. Sullo schermo ha tracciato due linee incrociate ad angolo retto, per cui se l'apparecchio è ben orientato i raggi solari che attraversano il foro devono colpire il centro dello schermo.

Lo specchio è completamente libero e il raggio riflesso può essere diretto in qualsiasi direzione.

Le seguenti imperfezioni possono essere rilevate:

a) Se occorre una fissità completa del raggio, il bilanciario dell'orologio deve essere sostituito con uno compensato e questo aumenta il prezzo dell'apparecchio. Se anche l'orologio è perfettamente regolato in laboratorio, quando lo strumento sarà posto al sole, riscaldandosi comincerà a ritardare.

b) I sistemi articolati delle forcelle si muovono con estrema lentezza a causa delle piccole dimensioni che si è obbligati a dare ad essi, per cui la più piccola disuguaglianza nelle articolazioni è sufficiente perché lo specchio abbia di tanto in tanto qualche arresto o qualche movimento brusco che si trasmette al fascio di luce riflessa.

Silbermann tuttavia consiglia un metodo che facilita la messa a punto e permette di correggere l'ora: infatti è necessario conoscere solamente la latitudine, perché una volta inclinato l'asse dell'orologio secondo quest'angolo, basta ruotare l'apparecchio intorno alla sua base, fino ad arrivare alla posizione in cui l'immagine del sole attraverso il forellino del traguardo raggiunge quella linea incisa sullo schermo, che è perpendicolare al cerchio di declinazione. A questo punto l'apparecchio è orientato e occorre solo girare l'orologio: l'immagine percorrerà questa linea fino a raggiungere il centro dello schermo: l'orologio segnerà l'ora vera.

Cenno storico

L. T. Silbermann (1806-1865) presentò il 27.2.1843 l'eliostato, costruito da Soleil, alla «Académie des Sciences» e il 18.12.1843 una commissione composta da Biot, Arago, Babinet e Regnault illustrò con un lungo rapporto questo strumento (*Comptes Rendus*, t. XVII). L'apparecchio, senza mutamenti, era ancora presente nel 1897 nel catalogo della Ditta di Strumenti di Ottica che, fondata da Soleil nel 1819, aveva preso nel 1849 il nome di suo genero, Jules Duboscq.

Bibliografia

SILBERMANN, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, (1843) t. XVI, p. 502 e (1844) *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, t. XXI pp. 522-524. REGNAULT (1843) *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, t. XVII, pp. 1319-1324 e (1844) *Annales de Chimie et de Physique*, III série, t. X, pp. 298-306. DAGUIN (1878) t. IV, pp. 63-70. WITZ (1883) pp. 328-330. VIOLLE (1888) t. II, pp. 338-350. PELLIN (1889) pp. 3-5. CHWOLSON (1907) t. II, pp. 510-513. BATTELLI, CARDANI (s.d.) vol. II, pp. 976-981.

Scheda

Firma: [sulla base superiore della cassa dell'orologio] /J. C. Silbermann inv.t / Soleil fab.' à Paris /.
[Inoltre vi è inciso] / N° 9.

Identificazione: [stampigliato e su etichetta metallica] 48. [Stampigliato sotto il precedente numero 48] 236 [Inciso] 383.

Provenienza: Duboscq.

Materiali: ottone.

Prezzo: Lire 300.

Dimensioni: [altezza 37]. [Distanza tra le viti calanti] 27.

Datazione: è presente nell'inventario del 1880.