

Danjon, astrolabio impersonale a prisma Strumento per la determinazione delle coordinate geografiche di un luogo e dei corpi celesti stimando gli istanti dei passaggi di una stella alla medesima altezza.

L'astrolabio, come lo strumento dei passaggi e il PZT, appartiene alla categoria dei telescopi astrometrici che si occupano della posizione degli astri e dei loro moti, ma a differenza di questi consente la mobilità in azimuth e lavora su stelle a 30° dallo zenith (misurate nella fascia $\varphi = \pm 30^\circ$). L'astrolabio consente quindi, al di là della latitudine e del tempo di fornire un catalogo di coordinate.

A. Danjon non ha propriamente inventato questo strumento, ma ne ha perfezionato precedenti versioni rendendolo esente da eventuali errori introdotti dall'operatore: errore nell'osservare al cerchio meridiano l'esatto istante di passaggio della stella, imprecisione oraria dell'orologio, errore dell'operatore di varia specie, ... Da qui la qualifica di *impersonale*.

Tranne il nome e la funzione (calcolare l'altezza delle stelle per ricavarne coordinate) questo astrolabio ha in comune con quello «classico» dall'omonimo nome, solo una sostanziale metodologia osservativa, divergendone quanto a tecnica di costruzione e principio di funzionamento.

■ *Storia e teoria dell'astrolabio a prisma*

■ *L'astrolabio impersonale di Danjon*

■ *Storia e teoria dell'astrolabio a prisma*. C. F. Gauss, all'epoca in cui era direttore dell'osservatorio di Gottinga, aveva dimostrato (1808) che eseguendo misure su tre stelle era possibile determinare le coordinate locali. Con questo procedimento basandosi su stelle di medesima altezza (α Andromedae, α Ursae Minoris e α Lyrae), determinò in tre serate la latitudine di Gottinga con un errore di poche centinaia di metri.

L'osservazione realizzata col sestante non poté essere più precisa per via degli orologi dell'epoca.

Per la necessità di stimare con sempre maggiore accuratezza il punto nave cui queste tecniche d'osservazione erano principalmente asservite, le procedure di misura della latitudine e longitudine si perfezionarono sempre più per quanto consentivano i limiti strumentali.

Nell'Ottocento a seguito di perfezionamenti apportati al sestante e al cronometro, si riuscì a determinare la longitudine misurando la posizione di una stella alta sull'orizzonte con un piccolo scarto d'errore di qualche decina di metri.

Nel 1879 l'astronomo americano S. C. Chandler ideò uno strumento in cui una vaschetta mobile riempita di un bagno di mercurio per determinare la verticale sostituiva l'orizzonte artificiale del sestante. Le misure effettuate con questo nuovo strumento chiamato *Almuncantar* presentavano un errore inferiore ai dieci metri, ma un grave inconveniente era rappresentato dalle oscillazioni provocate dalla rotazione del galleggiante, dalle dimensioni e dal peso non indifferenti.

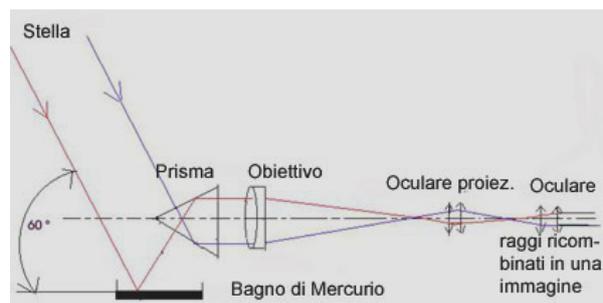
Perfezionamenti furono introdotti da A. Beck che introdusse nello strumento l'elemento che doveva divenirne la caratteristica principale, un prisma orizzontale di rinvio le cui facce corrispondevano ad una distanza zenitale di 60° .

Queste innovazioni seguivano gli studi condotti da A. Claude del *Bureau des Longitudes* su stelle di medesima altezza e sull'impiego del prisma a riflessione nei rifrattori che rendeva possibile l'osservazione di tutti gli azimuth a 60° servendosi di un orizzonte artificiale.

Il principio di questo astrolabio era così fissato: vedi lo schema ottico riportato nella figura in questa pagina in alto.

I raggi provenienti dalla stella raggiungono sia il bagno di mercurio sia il prisma venendo al termine del percorso combinati

▼ Schema dell'astrolabio di A. Claude



con operazioni d'allineamento in uno solo. L'osservatore deve quindi soltanto annotare l'istante in cui l'immagine diretta veniva a coincidere con l'immagine riflessa dal bagno di mercurio. Lo strumento, perfezionato in seguito da L. Driencourt fu costruito in diversi esemplari divenendo noto come l'*astrolabio Claude-Driencourt*, e fu utilizzato soprattutto per misure geodesiche. Nel periodo fra le due guerre fu ulteriormente perfezionato con rilevanti contributi teorici e pratici degli astronomi dell'osservatorio di Parigi, giungendo ad un errore residuale di $0'',15$ per la latitudine e $0'',01$ per la longitudine.

Su questi strumenti intervenne A. Danjon volendo liberarli dall'equazione personale dell'osservatore e volendo creare uno strumento compatto le cui regolazioni fossero micrometriche.

■ *L'astrolabio impersonale di Danjon*. Il micrometro impersonale introdotto da Danjon è costituito da un prisma di Wollaston che azzerava le imprecisioni presenti nell'astrolabio di Claude e Driencourt.

I primi test si conclusero nel 1947 e coinvolsero nei risultati J. Texereau del laboratorio d'ottica di Parigi, che mise a punto il prototipo degli strumenti nel 1956.

Caratteristiche strumentali sono: un obiettivo da 100 mm, una lunghezza focale di un metro raggiunta tramite una serie di rinvii, un ingrandimento di 175x. Il margine d'errore è ridotto e la determinazione della latitudine e della longitudine risultano precise entro una tolleranza di $0'',050$, e $0'',008$.

Le stelle osservate sono quelle sino alla 6^a magnitudine, e sono scelte fra quelle fondamentali di cui la posizione è nota con maggiore accuratezza.

L'innovazione fondamentale di Danjon è rappresentata dunque dall'inserimento del prisma di Wollaston (n. 9 nello schema riportato in questa pagina) assente nei precedenti strumenti di Claude e Driencourt.

L'astrolabio mostrò eccellenti capacità anche nel suo utilizzo sull'osservazione dei pianeti nonché sui principali satelliti dei più grandi pianeti come quelli galileiani.

Puntato sul Sole, mostrò eccellenti capacità anche su questo astro, ma in questo caso il riscaldamento straordinario che si produceva all'interno condusse a costruire un nuovo strumento in cui la medesima geometria ottica e gli analoghi dispositivi meccanici fossero uniti ad un sistema di dispersione del calore. Danjon costruì allora lo strumento il cui schema ottico è mostrato nel disegno in questa pagina in basso.

Le differenze principali si risolvono nei bagni di mercurio che sono tre, nell'uso di due prismi a riflessioni con diverso valore angolare, e di una superficie riflettente mobile per le varie altezze del Sole.

L'astrolabio di Danjon è ancora usato presso molti osservatori dove assolve alla fondamentale funzione di studio dei movimenti continui di rotazione della Terra, per la determinazione dell'ora e quale strumento dei passaggi, nel quale ultimo campo ha sostituito i cerchi meridiani.

Danjon, fotometro Fotometro visuale ideato da A. Danjon in cui l'intensità della sorgente osservata è misurata per equalizzazione con altra, ma a differenza di altri fotometri visuali come quello di K. Zöllner, la stella in esame non è confrontata con una sorgente artificiale, ma con una sorgente (stella) assunta come campione.

Il fotometro presenta diversi vantaggi rispetto ad altri della stessa specie: la scelta della stella campione non è limitata a quelle che cadono nel campo del telescopio, ed essendo un campione naturale non sono introdotte dalla sorgente o da eventuali filtri falsi colori, le misure sono agevoli, e la precisione strumentale abbastanza accurata.

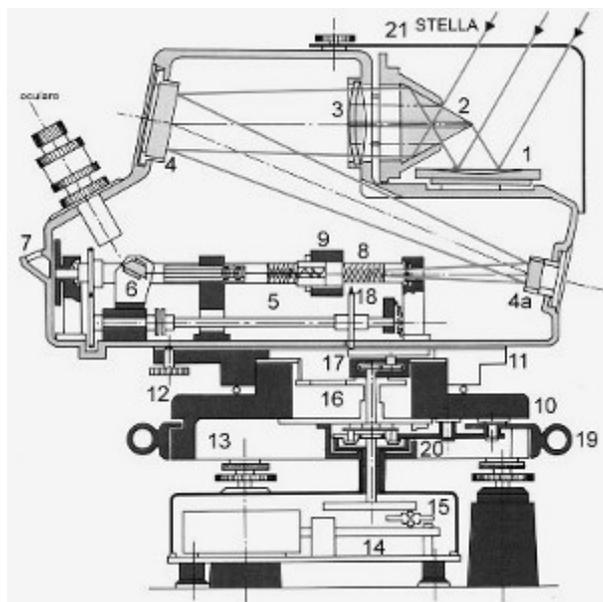
Chiaramente tutto questo è riferito ad un'epoca in cui la fotometria fotoelettrica cominciava appena a muovere i suoi passi, e il fotometro possiede ormai soltanto un valore storico.

Dal disegno schematico in questa pagina, si nota un'altra differenza sostanziale rispetto ad altri fotometri: la componente ottica è collocata non sul piano focale, bensì dinanzi all'obiettivo.

Siano OB ed OC rispettivamente obiettivo ed oculare di un telescopio, e sia DC un diaframma ad iride situato sul piano focale dell'obiettivo che delimita il campo osservato.

Davanti all'obiettivo sono posizionati due prismi ad angolo retto P_1 e P_2 a riflessione totale che assolvono alla funzione di condurre dentro l'obiettivo l'immagine della stella campione. I due prismi possono essere ruotati per riallineare l'immagine, e in questo modo, anche se distante alcuni gradi dall'asse ottico del telescopio, un'immagine può essere condotta dentro lo strumento tramite regolazioni agevoli per l'osservatore essendo comandate da rinvii.

Fra i due prismi è interposto un ulteriore diaframma D, disegnato a sinistra dello schema ottico ed indicato anch'esso con la lettera D, che ha la funzione di meglio selezionare la sorgente luminosa campione. Il diaframma è costituito da due cunei a V con angolo di 90° , chiamato per la sua particolare forma *occhio di gatto*.

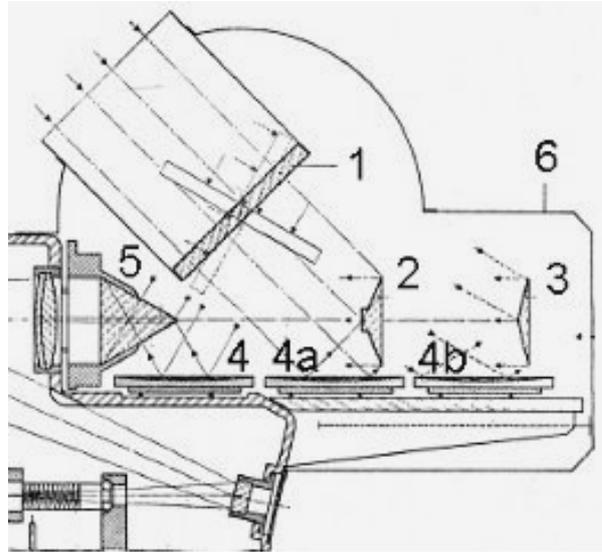


▲ Astrolabio di Danjon, legenda.

1. bagno di mercurio; 2. prisma; 3. obiettivo; 4. e 4a. specchi piani; 5. tubo vuoto con regolazioni 8) e 9); 6. prisma di rinvio per all'oculare; 7. prisma per la lettura del tamburo; 8. vite micrometrica; 9. carrello con prisma bifrangente; 10. campana dello strumento; 11. piattaforma girevole; 12. regolazione in altezza; 13. motore (scatola rettangolare sotto il numero); 14. riduttore di velocità; 15. variatore; 16. ingranaggio; 17. secondo variatore; 18. disco-volano del secondo variatore; 19. volano di stabilizzazione e correzione; 20. correttore differenziale; 21. copertura

▼ Astrolabio solare di Danjon, legenda. è mostrata solo la parte in cui lo strumento è modificato

1. superficie riflettente regolabile per varie altezze solari; 2. prisma a riflessione di 135° ; 3. prisma a riflessione di 150° ; 4, 4a, 4b. bagni di mercurio; 5. prisma equilatero; 6. copertura



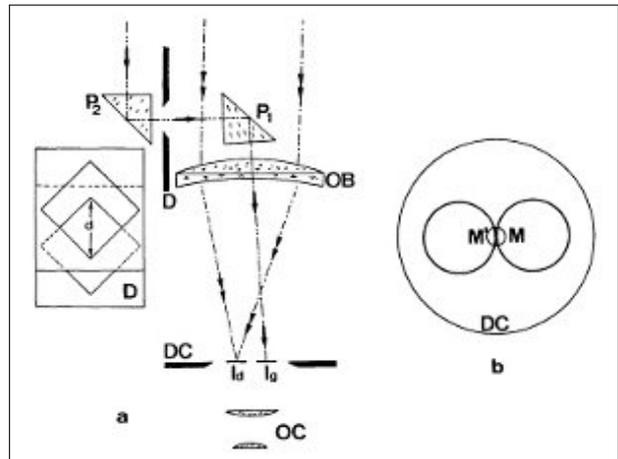
Quando lo strumento è puntato su un corpo luminoso, fornisce due immagini: I_d prodotta direttamente dalla parte dell'obiettivo non occultata da P_1 , e I_g prodotta dai raggi che avranno attraversato i due prismi e il diaframma interposto.

Per effettuare la misura si agisce micrometricamente sulla regolazione dei prismi fino ad avvicinare le due immagini prodotte I_d e I_g , in modo che i dischi delle stesse siano tangenti: raffigurazione a destra designata con la lettera b. I movimenti micrometrici sono differenziati per ciascun prisma: P_1 si muove per valori angolari d'ascensione retta, P_2 per valori angolari di declinazione.

A questo punto per ottenere una completa equalizzazione delle due immagini si agisce sull'*occhio di gatto* aprendolo o chiudendolo, e la regolazione micrometrica fornirà su un nonio decimale il valore di lettura che corrisponderà al valore di spostamento lineare del diaframma D. Chiamiamo questo valore d .

Naturalmente lo strumento deve prima essere tarato portando a zero la scala, e questo si ottiene chiudendo il diaframma finché non si ha la completa estinzione dell'immagine.

Il valore di differenza di magnitudine fra I_d e I_g è dato dall'e-



▲ Schema ottico del fotometro di Danjon

spressione

$$\Delta m = C + 5 \log d$$

dove C è la costante strumentale della combinazione adottata per i prismi che potendo non solo essere micrometricamente spostati, ma anche ruotati sui propri assi, possono dar luogo a combinazioni di riflessione, di riflessione e rifrangenza, di sola rifrangenza.

Danjon, limite Il «limite di Danjon» esprime una misura angolare minima, fissata da Danjon in 7° , che secondo l'astronomo francese rappresenterebbe il valore minimo di separazione angolare fra il Sole e la Luna per il quale possa essere datata la visibilità lunare.

Questo valore recentemente è stato posto in discussione, come pure il fatto che Danjon riteneva la rugosità della superficie lunare responsabile dell'impossibilità di apprezzare un valore minore.

Danjon, scala La «scala di Danjon» rappresenta in valori numerici da 0 a 4 la residua luminosità del disco lunare durante la fase di totalità di un'eclisse.

A. Danjon ritenne infatti che l'attività solare, anche durante la fase di totalità, influenza la luminosità della Luna, ritenendo le radiazioni del Sole e della corona solare idonee ad eccitare gli atomi delle rocce lunari, che così emettono una debole luce rossastra.

Questi i valori proposti da Danjon per la sua scala:

- 0 eclisse molto scura con la superficie lunare quasi del tutto invisibile soprattutto nella totalità
- 1 eclisse di colore scuro con colorazione grigiasta e dettagli lunari difficili a distinguere
- 2 eclisse di colore rosso-scuro con una zona più scura al centro e bordo relativamente chiaro
- 3 eclisse di colore rosso vivo con l'ombra cicondata da una zona grigia o giallastra
- 4 eclisse di colore rosso rame o arancione molto chiara con la zona esterna all'ombra molto luminosa, di una tonalità azzurrognola.

Con l'avvento del CCD che permette fotometrie precise e alla portata di tutti, all'interno della scala si usano spesso, sebbene Danjon non le abbia previste, le frazioni di unità: 1,5; 2,3;...

Si tratta comunque di una scala abbastanza empirica essendo legata alla percezione soggettiva da parte dell'osservatore della gradazione di luminescenza del disco lunare.

