

Il transito di Mercurio osservato da Jean Gambart il 5 maggio 1832: analisi ed eliometria.

Costantino Sigismondi

(ICRA/Sapienza Università di Roma and IIS F. Caffè)

Abstract

Jean Gambart (1800-1836) osservò il transito di Mercurio del 5 maggio 1832 con un rifrattore Dollond di 67 mm a 100x, sotto condizioni ottimali di seeing pari a 1". Si discutono i tempi dei contatti su Astron. Nach. 10, 259 (1832) per ottenere il diametro del Sole, 0.126" minore dello standard.

Abstract

Jean Gambart (1800-1836) observed the transit of Mercury in 1832 with a Dollond refractor of 67 mm at 100x under optimal meteorological conditions and 1" of seeing. The contact times reported on Astron. Nach. 10, 259 (1832) are used to find the solar diameter -0.126" lower than its standard value.

Introduzione

L'osservazione del transito di Mercurio del 2016 effettuata alla Sapienza, Fisica, terrazza Nord del gruppo G9 di cosmologia relativistica, durante il convegno annuale su Gerberto d'Aurillac, ha permesso di conoscere direttamente le principali problematiche relative a questo raro fenomeno astronomico usato per valutare le variazioni secolari del diametro solare.

Prima Shapiro (1980) e poi Sveshnikov (2002) hanno utilizzato le osservazioni storiche dei transiti di Mercurio a questo scopo; noi esamineremo nel dettaglio l'osservazione di Jean Gambart (12/5/1800-23/7/1836) all'Osservatorio Reale di Marsiglia del 5 maggio 1832. Gambart nacque nel giorno della nascita al cielo di Gerberto (1003), e questo lega ancora di più al papa astronomo questo argomento, tema del convegno 2016 "Ardentibus Stellis" nella Sala Lauree di Fisica.

Passaggio di Mercurio sul Sole, osservato all'Osservatorio Reale a Marsiglia dal Signor Gambart AN 10 257-260 (1832)

Le circostanze atmosferiche sono state tutte il giorno delle più favorevoli; malgrado una brezza di Nord Ovest molto pronunciata, il

Sole è rimasto costantemente netto e definito. Il cielo era sereno quel mattino; dopo mezzogiorno si sono stese delle nubi molto leggere. L'osservazione dell'entrata e quella dell'uscita sono state fatte al cannocchiale di Dollond (67 mm) [della] macchina parallattica sulla Torre Ovest, e sulla pendola di Berthoud, che avevo fatto piazzare alla portata. Il cannocchiale era armato del micrometro a fili fini di Gambey e di un oculare che ingrandiva 100 volte. Il punto dell'entrata è stato determinato nella maniera più precisa.

Ora¹ del pendolo [meridiano²]

Entrata del pianeta sul disco solare 0 h 13 m 43,8 s [t1]

Tangenza apparente dei due dischi 0 h 16 m 48,8 s

Formazione del filetto luminoso tra il bordo di Mercurio e quello del Sole, che è ciò che credo si abbia il costume di prendere per l'entrata (contatto) interna 0 h 17 m 06,8 s [t2]

Prima della formazione del filetto di luce, il pianeta è parso allungarsi un po', come lo rappresenta la figura (1).

Sparizione del filetto di luce tra Mercurio e il bordo del Sole

7 h 00 m 19,1 s [t3]

Si forma evidentemente come un piccolo gonfiore al disco del pianeta che si porta verso il bordo del Sole (fig. 2).

Questo allungamento può essere di 1".

Tangenza apparente interna dei due bordi 7 h 00 m 48,6 s

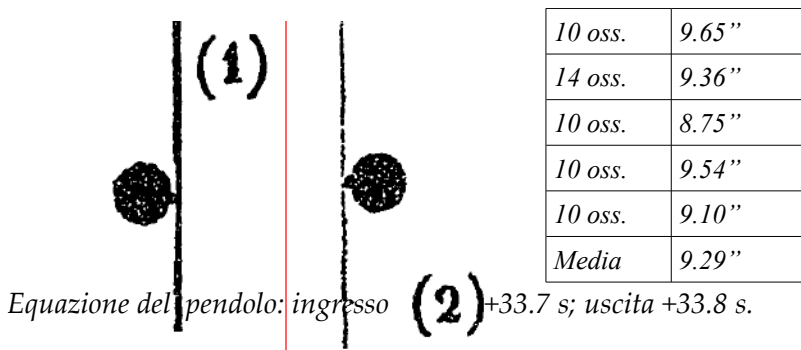
Uscita del pianeta 7 h 03 m 46,6 s [t4]

Osservazioni giudicate molto precise. Ho tentato verso la fine del passaggio alcune osservazioni del diametro del pianeta, di cui ecco il risultato:

Diametro di Mercurio ottenuto da

1 Si tratta certamente di istanti d'ora siderale locale, gli intervalli di tempo siderali vanno moltiplicati per (365.2425/366.2425) per ottenere quelli misurati abitualmente in ore, minuti e secondi del giorno solare medio e del sistema internazionale. <http://www.ephemeris.com/space-time.html>

2 F. Boquet, <http://adsabs.harvard.edu/full/1911LAstr..25..350B> (1911)



Trattamento dati e considerazioni per la metrologia solare

Per utilizzare i tempi di Gambart in senso assoluto, occorre sapere lo zero rispetto a cui sono presi: è verosimile che siano tempi siderali, dunque gli intervalli di tempo sono da moltiplicare per $K_s = 365.2425/366.2425$, ma non trovo una traduzione delle ore 0h 13m 43,8s nel Tempo Medio dell'Europa Centrale in cui abbiamo le effemeridi. Con i tempi assoluti, potremmo confrontare direttamente le osservazioni con le effemeridi per lo stesso evento (www.calsky.com), e dire se il Sole è più grande del valore standard con cui sono calcolate le effemeridi, o più piccolo, semplicemente verificando se Mercurio ha anticipato o posticipato il primo contatto e viceversa per l'ultimo contatto rispetto alle effemeridi.

t1 Effemeridi	9 h 09 m 12.2 s
t2	9 h 12 m 40.1 s
t3	15 h 54 m 49.5 s
t4	15 h 58 m 17.7 s

In mancanza di traduzione in tempi assoluti, dobbiamo scegliere di confrontare tra loro intervalli di tempo, e con Sveshnikov (2002) scegliamo $\Delta T = t_3 - t_2$.

Comparazione tra dati osservati e dati calcolati (effemeridi)

Nella tabella seguente facciamo la comparazione O-C

O = dati osservati $\Delta T = (t_3 - t_2) * K_s$	C = dati calcolati $\Delta T = t_3 - t_2$
6h43m12,3s = 24192,3 * K_s = 24126,24 s	6h42m9,4s = 24129,4 s
$\Delta T_{O-C} = -3,16$ s	$\Delta R_{\odot} = -0.126''$

Il tempo di volo di Mercurio sul disco del Sole è proporzionale al diametro del Sole stesso; si risolve la proporzione

Δt effemeridi $(t_3 - t_2)$: $R_{\odot \text{standard}} = \Delta T_{O-C} : \Delta R_{\odot}$

Con $\Delta R_{\odot}$ la correzione al raggio solare standard $R_{\odot} = 959.63''$.

Questa operazione era stata fatta anche da Sveshnikov (2002) ottenendo il risultato riportato graficamente nella sua figura 1.

Diametro di Mercurio e seeing con la media delle medie

Dai dati di Gambart possiamo ricavare il seeing atmosferico, poiché Mercurio è un dischetto nero che attraversa la superficie solare, e il suo "sfuocamento" è essenzialmente dovuto al seeing combinato con la diffrazione.

Per un telescopio di $D = 67$ mm di diametro, la diffrazione vale $q = 1.22\lambda/D$ [rad], corrispondenti a $(10/6.7)'' = 1.5''$

Gambart ha valutato un allungamento di $1''$ del disco del pianeta verso il bordo del Sole, l'entità dell'effetto *goccia nera*,³ al termine del quale egli ha fissato i contatti interni t_2 , t_3 .

Nell'ipotesi di assenza di astigmatismo negli occhi di Jean Gambart e ingrandimento ottimale, il gonfiore di Mercurio verso il bordo del Sole può essere attribuito al seeing e alla diffrazione combinati con l'oscuramento al bordo del disco solare. Le medie di Gambart danno $9.29''$, mentre le effemeridi (calsky.com per le 15:30 del 5/5/1832) danno $12.04''$. La differenza è da ascrivere all'irradianza solare,⁴ cioè la

3 Guido Horn d'Arturo, <http://www.bo.astro.it/~biblio/Horn/dicembre3.htm> (1922)

4 J. J. Lalande, *Astronomie*, Tome 2, livre X, 441 ss (1771)

<http://www.archive.org/stream/astronomie02lala#page/440/mode/2up>
a pagina 569 Lalande spiega l'inflessione della luce sul bordo lunare

diffrazione della luce solare che “entra” nel disco di Mercurio. Sottraendo da una parte e dall'altra del disco di Mercurio 1.49” di diffrazione restano 9.06” a fronte dei 9.28” osservati, con un ottimo accordo tra teoria e osservazioni.

Ora con un ragionamento sottile, sia statistico che fisico, ricaviamo il valore del seeing atmosferico inteso come deviazione standard della misura dei diametri di Mercurio.

La deviazione standard di un set di 10 dati sia σ , rappresentativa della popolazione, quindi nel caso nostro proprio del seeing che ha influito sulla misura dei diametri con il micrometro a fili,⁵ collegare la deviazione standard σ al seeing è il ragionamento fisico.

Per quello statistico la deviazione standard di N medie di dati omogenei si riduce a $\sigma/\sqrt{N}$.⁶

Vogliamo pertanto ricavare σ a partire da $\sigma/\sqrt{N}$ associata alla media 9.29”. Media e deviazione standard dei cinque dati presi con pesi uguali vale $9.28'' \pm 0.36''$.

Ora se $\sigma/\sqrt{N}=0.362''$ ed $N=5$, $\sigma=0.362'' \times 2.236=0.81''$

Questa è la stima del seeing al termine del transito, con le nubi leggere descritte dall'autore, è compatibile con la descrizione dell'allungamento del disco planetario verso il Sole di 1”.

Misura cinematica del diametro di Mercurio

Calcolando la lunghezza della corda percorsa da Mercurio sul Sole si poteva calcolare la velocità angolare media e con questa ricavare la dimensione angolare di Mercurio dalla durata delle fasi di ingresso ed egresso che sono asimmetriche (vedi sotto).

Il seeing nei contatti interni di Gambart, ed eliometria

<http://www.archive.org/stream/astronomie02lala#page/n593/mode/2up>

5 https://en.wikipedia.org/wiki/Filar_micrometer

6 J. R. Taylor, Introduzione all'analisi degli errori, Zanichelli, 2000, 112-3

Definiamo quegli istanti, al netto degli effetti ottici, non intrinseci al pianeta che transita. Innanzitutto con un seeing di $0.81''$ ci aspettiamo che Mercurio debba entrare almeno di $0.81''$ dentro il bordo solare per essere visibile come un'intaccatura. La velocità angolare di Mercurio in ingresso ed egresso è di $12.04''/207.9s = 5.79 \times 10^{-2}''/s$, dunque percorre $0.81''$ in 14.0 s; un ritardo nel t_1 entro i 14 s sarebbe più che giustificabile, per questo Sveshinkov non ha usato né t_1 né t_4 per studiare il diametro solare. I contatti interni sono stati definiti come la fine del turgore del disco del pianeta verso il bordo solare e la separazione totale dei 2 dischi e luce tra loro. Gli intervalli di tempo $\Delta bd_{1,2}$ tra la tangenza dei dischi e il t_2 e l'analogo verso il t_3 sono considerabili le fasi di black-drop.

$\Delta bd_1 = 18 \cdot K_s = 17,51 \text{ s}$	$\Delta bd_2 = 29.5 \cdot K_s = 28,69 \text{ s}$
--	--

In uscita la durata di questa fase è quasi doppia che l'ingresso. Questa evidente asimmetria potrebbe essere dovuta ad un aumento del seeing nel pomeriggio, con le nubi leggere e senza più la brezza di Nord Ovest, cosa contraria all'esperienza che vede seeing migliori con cieli velati e peggiori con cieli ventilati e tersi. Però l'altezza del Sole all'ingresso valeva 48° e all'egresso 30° , e questo basta a peggiorare il seeing di $28,7/17,5 = 1,64$ volte. Se $0,81''$ era il valore con Mercurio vicino all'uscita, in mattinata poteva essere stato $0,49''$, da Antartide, un valore eccezionalmente piccolo per un seeing diurno al livello del mare Mediterraneo.

Conclusioni:

Il diametro solare dai dati è $\Delta R_\odot = -0.126''$, valore influenzato dal seeing meridiano. Se il seeing allunga i tempi dei contatti rispetto ad una situazione ideale imperturbata, il diametro solare potrebbe essere stato ancora minore di quello trovato, terminando prima la fase del terzo contatto interno.