

Vulcano in Sole visus? Storia dell'ultimo transito sul Sole

Costantino Sigismondi

prof.sigismondi@icra.it

(ICRA/Sapienza Università di Roma e ITIS G. Ferraris, Roma)

Submitted May 14th 2023, revised and accepted May 17th

Abstract The transit of the famous intra-mercurial planet Vulcan over the Sun should obey to classical Newtonian gravity. An object passed across the Sun on May 12, 2023 at 7:28 UT has been observed in projection. The dimension like a big sunspot, and its angular velocity, covering its diameter in a few seconds, ruled out the orbital hypothesis, either around the Sun and around the Earth. It could have been a stratospheric or atmospheric balloon. The keplerian velocity around the Sun or around the Earth in circular orbits has been used to eliminate the orbiting hypothesis. A short historical excursus on Vulcan hypothesis and vulcanoids observations is presented.

Sommario Il transito di Vulcano, il mitico pianeta intra-mercuriale, sul Sole sarebbe soggetto alle equazioni di Newton, e un oggetto osservato davanti al Sole alle 7:28 UT del 12 maggio 2023 è stato passato al vaglio di tre ipotesi: orbita attorno al Sole, alla Terra, e volo in atmosfera-stratosfera.

L'ultima ipotesi è l'unica a reggere, a meno di violare le leggi della Fisica.

Keywords: Vulcan, Intra-Mercurial planet, Keplerian angular velocity.

Introduzione: Alle 9:28 del 12 maggio 2023 un oggetto sul Sole delle dimensioni angolari di una grossa macchia, 1' di diametro, e con simile contrasto, si muoveva approssimativamente dall'alto verso il basso. La velocità angolare era attorno a 0.3'/s. Subito dopo una nuvola ha coperto il Sole, che è riapparso dopo 5 minuti, senza più quell'oggetto. I testimoni oculari dell'ultima osservazione del transito del mitico pianeta Vulcano sono ancora tra noi, al momento di vergare righe. Una iscrizione è stata posta sul luogo dell'osservazione ad imperitura memoria.

Cosa abbiamo visto: L'oggetto è "comparso" vicino alle macchie AR 13296 e AR 13297, dopo altri periodi di intermittenza nubi-Sole. L'osservazione è stata fatta in proiezione con il telescopio da 46 mm delle Officine Galileo di Firenze in montatura altazimutale (un teodolite).

Dobbiamo capire se era un *vulcanoide* (Steffl, et al., 2010).¹

¹ Precedenti: in [Vulcan \(hypothetical planet\) - Wikipedia](#) sono menzionati presunti transiti sul Sole il 29 gennaio 1860, l'8 maggio 1865, nel 1862...

VULCANUS IN SOLE VISUS

Die XII mense Maii A.D.I. MMXXIII Romæ, projectato Sole cum perspicillo duarum unciarum, Vulcanus in Sole apparuit XXVIII minutos post hora tertia, aestivu modo, nubilo tempore. Vulcanus sicut grandes maculas occidentalis limbi, ** triangulo facente, lento moto ad superiorem partem Solis movebat, velocitate inferiore unius minuti per secundo temporis. Adstabant studentes Marianna, Samuel et Johannes Lycæi Galilæi Ferraris. Ob nubilo, imago Solis abscondita iterum fuit per quinques minutos et numquam Vulcanus visus fuit. Physicæ professor Constantinus posuit futuræ memoriæ

Fig. 1 Iscrizione latina commemorativa del transito di Vulcano sul Sole del 12 maggio 2023.

Tre ipotesi: 1 oggetto in orbita solare 2 in orbita terrestre; 3 oggetto in volo.

1) pianeta (intramercuriale), cioè il famoso Vulcano, oggetto di ben due teorie gravitazionali, molti avvistamenti, ma nessuna conferma. Come l'Atlantide.

2) satellite artificiale della Terra

3) pallone aerostatico

Oggetto in orbita

Per le ipotesi orbitali 1 e 2 dobbiamo fare riferimento alla teoria di Newton, secondo cui la velocità orbitale determinata dalla massa centrale varia con la distanza da essa come $v=1/\sqrt{r}$. Le leggi di Newton dicono:

1) per il Sole $v=30/\sqrt{r}$ con r misurato in unità astronomiche =150 milioni km dal centro del Sole e v misurata in km/s.

2) per la Terra $v=1/\sqrt{R/60}$ con R misurato in raggi terrestri =6400 km e v misurata in km/s.

La geometria dice che **la velocità angolare** espressa in gradi al secondo è $\omega = d/60R/t$

con d distanza percorsa dall'oggetto in movimento,

perpendicolarmente alla linea di vista, R è la distanza di esso da noi, e t è il tempo [s] intercorso.

In base a tutto ciò sapendo anche che in gradi $\omega = v/60R$ dobbiamo trovare quali valori di v ed R sono plausibili per quanto abbiamo osservato.

Le formule 1) e 2) sono la stessa legge fisica, ma ho usato due "r" diverse per ricordarci che la velocità angolare dipende dalla distanza da cui noi la vediamo R .

Cominciamo dall'**orbita intorno al Sole**.

Le equazioni da risolvere sono dunque

$$\omega = 30/v(r)/60R = 0.3/60 \quad \text{ed} \quad R = 150 \text{ milioni di km} \cdot (1-r).$$

con r distanza dal Sole -in unità di 150 milioni di km-

e R distanza da noi. Due equazioni e due incognite.

Si può risolvere. Sviluppiamo l'equazione e otteniamo

$$6.7 \cdot 10^{-8} = z(1-z^2) = z-z^3 \quad \text{con} \quad z = v(r)$$

Ho usato un cambio di variabile per isolare la radice e mi sono trovato davanti ad un'**equazione di terzo grado**.

Dovremmo risolverla in modo grafico, ma vediamo prima se è il caso. Passiamo alla seconda equazione, quella di orbita attorno alla Terra.

$$\omega = 1/v(R/60R)/60/(R-1) = 0.3/60$$

qui vediamo che l'incognita è una sola, R , la distanza dal centro della Terra. $(R-1)$ lo dobbiamo mettere perché noi non siamo nel centro della Terra, ma sulla sua superficie, ad un raggio terrestre dal centro di tutte le gravità.

$$0.3R^3 - 0.6R^2 + 0.3R - 1 = 0. \text{ Altra } \textbf{equazione cubica}.$$

Le Verrier, le anomalie dell'orbita di Mercurio e Einstein

Adesso capiamo perché Urbain-Joseph Le Verrier ha dedicato tutta la sua vita a calcolare le orbite dei pianeti.

Fu gratificato enormemente nel 1846 quando scoprì Nettuno a tavolino, cioè risolvendo equazioni su equazioni, ma quando nel 1859 annunciò che ci doveva essere anche un pianeta

dentro l'orbita di Mercurio, che fu subito chiamato Vulcano... iniziò una ricerca appassionata con gente che intraprendeva viaggi avventurosi per assistere alle eclissi di Sole, al fine di vedere la tenue luce di questo pianeta apparire tra le maglie della diafana corona solare.

Ci volle Einstein, nel 1915, dopo oltre 10 anni di calcoli sui dati raccolti da Le Verrier, che spiegò che Vulcano non serviva più a spiegare le anomalie dell'orbita di Mercurio, bastava sapere come il campo gravitazionale del Sole curvava lo spaziotempo. Vulcano fu cercato per un altro decennio, ma poi i fisici cominciarono a capire la Teoria della Relatività e a verificarla con varie osservazioni, tra cui quella dell'eclissi di Sole del 29 maggio 1919, che dimostrò come il campo gravitazionale del Sole piega la luce delle stelle che gli stanno dietro. Vulcano non c'era mai all'appello.

Prima di intraprendere la soluzione delle complicate equazioni di terzo grado, che sono state risolte da Gerolamo Cardano² nel cinquecento, vediamo un procedimento geometrico, quello che abbiamo provato ad imbastire mentre ancora l'osservazione era in corso, e poi abbiamo discusso nel resto della giornata.

Schema geometrico

Se l'oggetto fosse in orbita proprio sopra la superficie del Sole la sua velocità sarebbe di 0.3/32 volte 1.5 milioni di km/s, cioè circa 14 mila km/s. Una tale velocità sarebbe **relativistica**, ossia 1/20 della velocità della luce, che è il limite in Fisica. Anche per il campo gravitazionale del Sole, occorrerebbe un oggetto molto più piccolo del Sole, una nana bianca, per esempio, per dare luogo a queste velocità orbitali. Non è un valore ragionevole. Allora dobbiamo spostarci verso di noi,

² La storia è molto più complessa e riguarda anche Tartaglia, Scipione del Ferro e l'altare di Apollo. [Equazione di terzo grado - Wikipedia](#)

avvicinando l'oggetto alla Terra finché a quella velocità angolare non corrisponda una velocità in km/s ragionevole.

Se ci mettiamo a metà della distanza Terra Sole, sono sufficienti 7000 km/s per mostrarci lo stesso effetto, ma sono sempre troppi. Allora ci mettiamo ad 1/1000 della distanza Terra-Sole e troviamo 14 km/s. Siamo passati da 150 milioni di km da noi a 150 mila km da noi. Questa distanza è poco meno della metà della distanza Terra-Luna. Là non c'è niente, perché le sonde e le navicelle che sono andate sulla Luna sono ancora poche, e comunque non resta nulla in quell'orbita.

Per una velocità orbitale attorno alla Terra 14 km/s sono comunque tanti, a meno che non si tratti di un meteoroido, ossia un asteroide con un'orbita inclinata rispetto a quella della Terra.

Scendiamo ancora di un fattore 5, e arriviamo a 30 mila km da noi, dove sono i satelliti geostazionari.

La loro velocità dovrebbe essere 2.8 km/s, ma non è più una velocità orbitale determinata dal Sole, a meno che non sia in orbita "con la Terra" che già va a 30 km/s.

Noi dalla Terra lo vediamo viaggiare a 2.8 km/s, sta a 30 mila km da noi, ma su un'orbita attorno al Sole.

Quando dovrebbe essere grosso se appare di 1' d'arco?

sarebbero 1/60 di 1/60 della distanza, che se è 30 mila km, dà una dimensione di 8.3 km.

Credo che tutti i giornali ne avrebbero parlato già da anni...come il Doomsday Asteroid, l'Asteroido del Giorno del Giudizio! Peggio ancora se fosse a 5 volte questa distanza, sarebbe 5 volte più grande. Se facciamo lo stesso ragionamento per un satellite in orbita alla Terra sappiamo che la Stazione Spaziale Internazionale gira a 7 km/s a 400 km dalla superficie terrestre, così da fare un intero giro del Mondo in 90 minuti.³

³ [ISS Transit Finder \(transit-finder.com\)](https://transit-finder.com) dà due passaggi di Tiangong vicino al Sole il 12 maggio alle 16:10 e alle 17:46. Ben lontani dalle 9:28.

La sua velocità angolare massima (se ci passasse allo zenit) è $\omega=v/R=7 \text{ km/s}/400 \text{ km}=0.0175$ radianti al secondo, cioè circa $1^\circ/\text{s}$. A 35° di altezza sopra l'orizzonte questo valore, per l'effetto di proiezione lungo la linea di vista, scende a circa la metà. Noi abbiamo osservato qualcosa di molto più lento, circa 100 volte più lento.

Ma per essere così lento, e in orbita, deve essere 100 volte più lontano della Stazione Spaziale...e anche 100 volte più grosso, perché $1'$ alla distanza della Stazione Spaziale è $1/60/60$ di questa distanza, cioè 111 metri, un campo da calcio, mentre 100 volte più lontano è più di tutta villa Pamphili...10 km.

Quindi lasciamo alla matematica pura, oppure alle tecniche di analisi numerica, la soluzione delle due equazioni di terzo grado, perché ci sembra che l'oggetto che abbiamo osservato non sia né della corte del Sole, né di quella del pianeta Terra.

Per via della sua velocità e delle sue dimensioni.

Ma allora che cos'era?

Ipotesi 3. Pallone aerostatico.

Noi l'abbiamo visto muoversi verso l'alto, ma poteva benissimo essere in movimento dall'Est verso l'Ovest geografico.

Un pallone che era trasportato dal vento, rilasciato a Pescara, o in Cina (con tanto di telecamere spia).

La velocità angolare è sempre quella $0.3'/\text{s}$, perché rispetto al Sole che è $32'$ di diametro avrebbe impiegato circa 2 minuti ad attraversarlo.

La distanza stavolta la chiamiamo $h/\text{sen}(\alpha)$ con $\alpha=38^\circ$ che era l'altezza del Sole sopra l'orizzonte in quel momento.

$$\omega=v/h/\text{sen}(38^\circ)=0.3'/\text{s}$$

un pallone deve stare nell'atmosfera

e quindi lo mettiamo tra 400 m (lanciato da un ragazzino) a 4000 m (pallone sonda meteorologico) a 40000 metri (limite della stratosfera, lanciato da una nazione con alta tecnologia)

Solo il primo caso non richiede autorizzazione, il resto è tutto sotto il controllo delle autorità aeronautiche e militari.

anche qui abbiamo dunque tre ipotesi

3.1 palloncino $\omega = v/650 = 0.3'/s = 8.3 \cdot 10^{-5}$

3.2 sonda meteo $\omega = v/6500 = 8.3 \cdot 10^{-5}$

3.3 stratosfera $\omega = v/65000 = 8.3 \cdot 10^{-5}$

si vede che è la stessa equazione, la velocità angolare resta costante, la velocità diventa ogni volta 10 volte più grande:

3.1 $v = 5.4 \text{ cm/s}$

3.2 $v = 54 \text{ cm/s}$

3.3 $v = 5.4 \text{ m/s}$

Adesso vediamo quanto è grosso l'oggetto, perché deve essere grande 1' ossia 1/60 di 1/60 della distanza $h/\sin(38^\circ)$.

3.1 $h/\sin(38^\circ) = 650 \text{ m}$, dimensione 18 cm.

3.2 $h/\sin(38^\circ) = 6500 \text{ m}$, dimensione 1.8 m.

3.3 $h/\sin(38^\circ) = 65000 \text{ m}$, dimensione 18 m.

Discussione sulla soluzione "oggetto in volo":

Un palloncino ha un diametro di 18 cm.

Un pallone sonda è ragionevole che sia di 1.8 metri.

La sonda cinese stratosferica recentemente abbattuta sui cieli Americani è grande anche più di 18 metri,⁴ anche quella americana, che è lanciata attorno all'Antartide con un telescopio a bordo, superBIT,⁵ e attualmente in volo.

E' più facile, in atmosfera, che un oggetto sia trasportato in orizzontale dai venti, che cambi di quota. Perché è faticoso lavorare contro la forza di gravità.

Le velocità quindi potrebbero essere orizzontali, i venti da Est verso Ovest, e la reale velocità essere almeno due volte più veloce di quella "proiettata" lungo la nostra linea di vista a 38° di altezza.

⁴ [2023 Chinese balloon incident - Wikipedia](#)

⁵ [Super-pressure Balloon-borne Imaging Telescope - Wikipedia](#) avvistato il 7 maggio scorso in Cile [Spaceweather.com May 7 2023](#).

Conclusioni: se è un palloncino andava a 10 cm/s: pochissimo vento, se è una sonda andava a 1 m al secondo alla quota del Monte Bianco... mi pare ancora poco, se è un pallone stratosferico andava a 10 m/s, che è pure abbastanza poco, ma nella stratosfera i venti spingono molto lentamente i palloni, che fanno un giro di 10 mila km anche in 10 giorni, quindi vanno proprio a 11 m/s. Comunque se il palloncino saliva $v=5\text{cm/s}$ è ragionevole, perché dopo lo slancio iniziale piano piano comincia a rallentare...e 5 cm/s sono sempre 3 metri al minuto...Ovviamente mi si può dire che i bambini non lanciano palloncini la mattina di venerdì, e allora l'ipotesi 3.4 è senz'altro quella di un oggetto governato da un'intelligenza aliena, visto che è apparso all'improvviso, si muoveva lentamente, e poi ci è stato sottratto alla vista dalle nubi.

Da Vulcano agli alieni il passo è stato breve.

Siamo passati per l'asteroide del giorno del giudizio, grande come Villa Pamphili al limite delle orbite geostazionarie, al vuoto delle orbite sublunari, alle velocità quasi relativistiche necessarie perché l'oggetto sia in orbita attorno al Sole.

E' stato emozionante vedere il fenomeno.

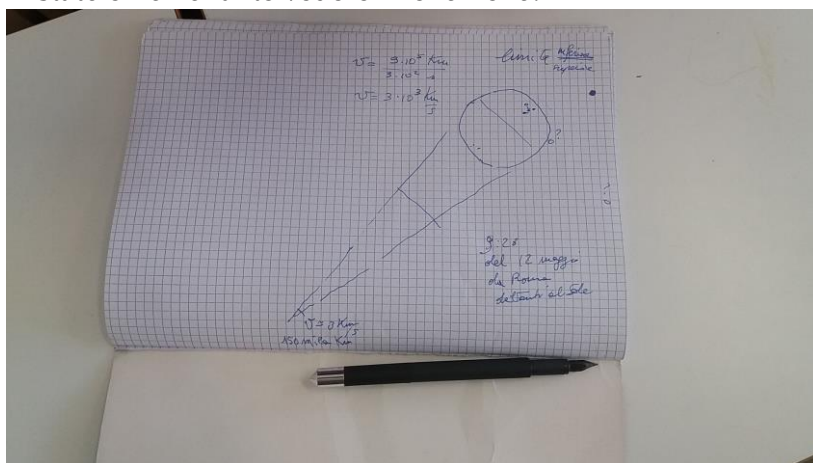


Fig. 2 Schema geometrico discusso più sopra.

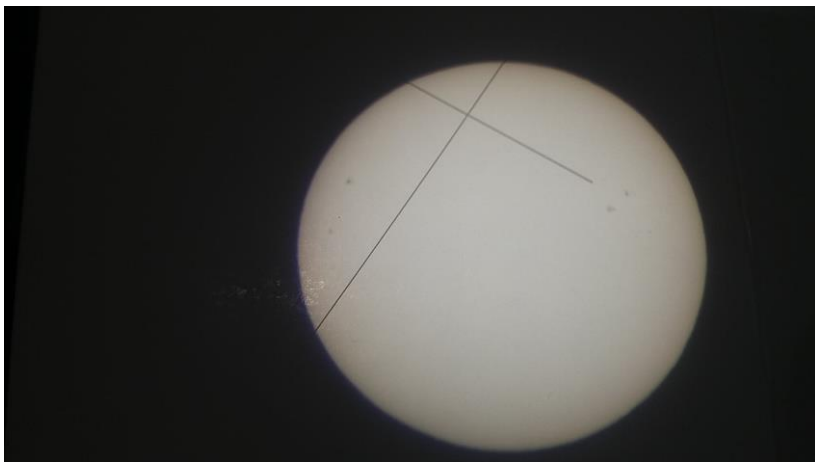


Fig. 3 Il Sole il 12 maggio alle 13:34 UT: presso le macchie di sinistra è apparso il corpo in transito alle 7:28 UT. Quelle regioni attive sono piuttosto grandi, la più grande è attorno ai 33" inclusa la penombra, da questa immagine. Le dimensioni del corpo in transito erano simili, e la velocità apprezzabile: in qualche secondo si spostava della sua dimensione $\omega=33''/2\div 3$ s ossia $\omega=11''\div 16''/s$. Vulcanoidi, se ve ne fossero, sarebbero molto più piccoli e di magnitudine 8.0 (Steffl et al. 2010 grazie alle osservazioni col satellite STEREO-Secchi)

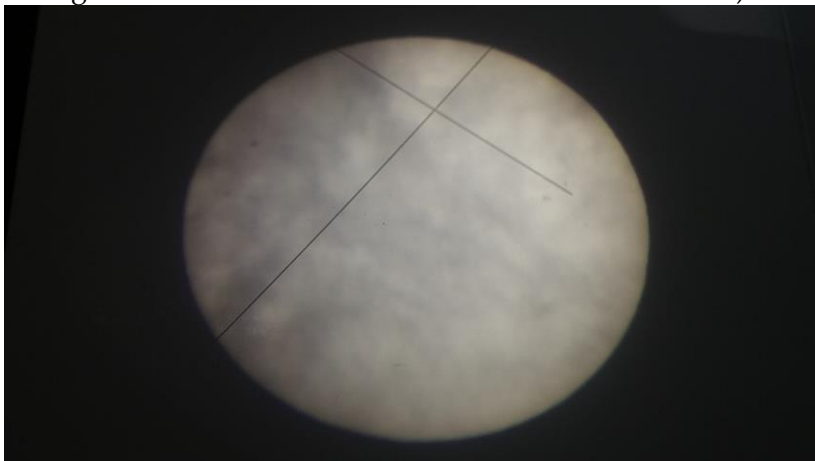


Fig. 4 Il Sole 30 s dopo la foto 3, avevamo nuvole per tutto il dì.

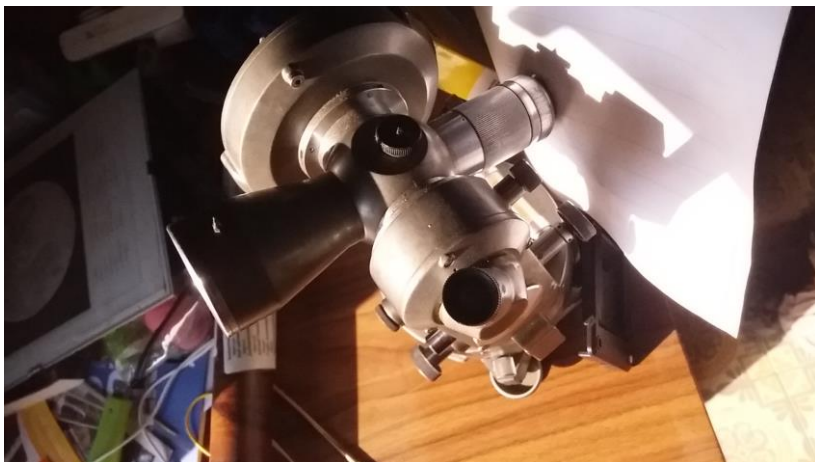


Fig. 5 Teodolite Officine Galileo da 46 mm adattato per l'osservazione solare. Il cartoncino attorno all'oculare serve a bloccare la luce diretta del Sole sullo schermo di proiezione.



Fig. 6 Foto del pallone SuperBIT presa in Cile il 7 maggio 2023.

Fonte www.spaceweather.com

Referenze: A. J. Steffl et al., Bull. Am. Astr. Soc. **42**, 1052 (2010).