

## 6SD IL TRANSITO DI VENERE DELL'8 GIUGNO 2004

## Un po' di geometria celeste

Quando un corpo celeste si interpone tra la Terra ed un altro astro ne occulta in tutto o in parte la visione. E' nota a tutti cosa sia una **Eclissi solare**: la Luna, passando tra Terra e Sole, nasconde completamente quest'ultimo a causa del quasi identico diametro apparente dei due corpi.

Esistono altri fenomeni analoghi a questo ma non così vistosi, né famosi. La Luna, ad esempio, nel suo moto di rivoluzione attorno alla Terra, si sposta sullo sfondo delle stelle da ovest ad est e capita spesso che copra alcune di esse. In questo caso si parla più propriamente di **occultazioni**, anche se la meccanica del fenomeno è del tutto simile a quella delle eclissi solari.

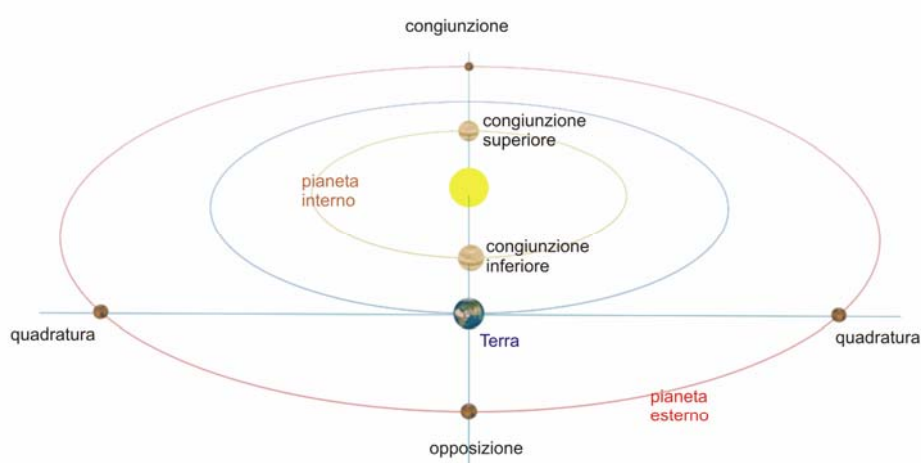


fig.1 Orbite e posizioni relative a Terra e Sole dei pianeti

(F.Martinelli)

Tale tipo di evento viene sempre più spesso evidenziato dai mass-media appena è un po' più appariscente del solito, come quando ad essere occultate sono stelle di prima o seconda grandezza, o pianeti.

Esiste poi la possibilità che davanti al Sole passino i pianeti, che all'osservazione diretta appaiono come piccole macchie nere, nette e precise, che si stagliano sul disco solare.

Nel nostro sistema Solare questo può accadere solo per i pianeti cosiddetti *interni*, Mercurio e Venere, la cui orbita si trova inserita tra Terra e Sole. In questo caso si parla tecnicamente di **transiti**.

Il fenomeno non è normalmente visibile ad occhio nudo e va osservato con opportuni mezzi. Nel passato, in particolare durante il periodo dell'Illuminismo, per il rinnovato entusiasmo per la scienza, l'osservazione dei transiti fu una attività per cui astronomi, società scientifiche, stati e governi impegnarono rilevanti risorse sia umane che economiche.

Nel loro incessante peregrinare attorno al Sole i pianeti possono assumere infinite reciproche posizioni. Alcune di queste sono, per così dire, *notevoli*, e di seguito se ne evidenziano le più importanti.

Quando il pianeta, visto dalla Terra, assume una qualsiasi posizione a oriente o ad occidente della direzione Terra-Sole si parla di **elongazione**.

Quando l'elongazione è zero, Terra, Pianeta e Sole sono perfettamente allineati e si parla di **congiunzione**.

Per i **planeti interni**, Mercurio e Venere, collocati tra la Terra e il Sole si possono avere due tipi di *congiunzione*:

*congiunzione inferiore* quando il pianeta si pone tra Terra e Sole;

*congiunzione superiore* quando il pianeta è al di là del Sole (fig.1).

In entrambi i casi il pianeta non è visibile e sorge e tramonta insieme al Sole.

L'**elongazione** di un pianeta interno può essere **orientale od occidentale**, a seconda che esso sia collocato ad oriente o ad occidente del Sole, dal punto di vista terrestre (fig.2). La massima elongazione per Mercurio è pari a circa  $28^\circ$ , mentre per Venere è circa  $48^\circ$ .

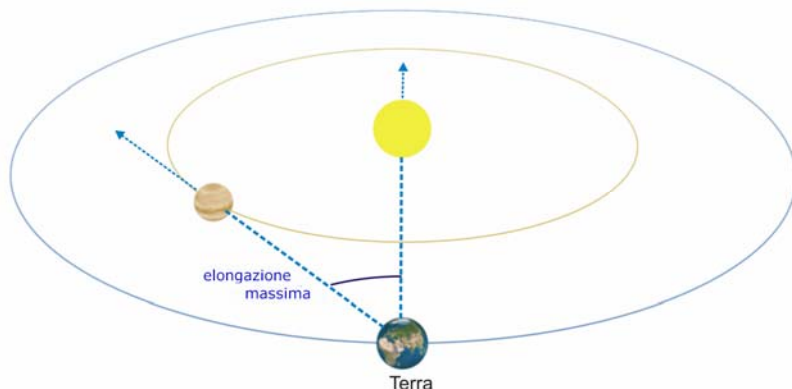


fig. 2 Massima elongazione orientale di un pianeta interno (F.Martinelli)

Terra, quando è in **opposizione** invece il pianeta è visibile per tutta la notte, sorgendo quando il Sole tramonta e tramontando al suo sorgere.

Si hanno infine le **quadrature** quando l'elongazione è pari a  $90^\circ$ .

Il periodo di tempo che intercorre tra una congiunzione e l'altra è praticamente fisso, salvo piccole variazioni dovute alle irregolarità e alle perturbazioni delle orbite. Tale periodo prende il nome di **rivoluzione sinodica**. L'aggettivo *sinodico* deriva dal termine greco *sinodo* e significa *camminare assieme* ed in astronomia viene usato per indicare quei cicli al cui termine un astro si ripresenta nella stessa posizione o condizione rispetto alla Terra.

Una rivoluzione completa di un astro intorno ad un altro, rispetto allo sfondo delle stelle ritenute fisse, viene definita invece **siderale**.

I due periodi non coincidono e la differenza è dovuta al fatto che il nostro punto di vista, sulla Terra, non è fisso nello spazio ma "rivoluziona" intorno al Sole, cambiando quindi continuamente di posizione rispetto alle stelle.

Ad esempio, una rivoluzione completa della Luna attorno alla Terra, rispetto alle stelle, ha la durata di 27,3 giorni e si chiama *mese siderale*. Nel frattempo però la Terra ha percorso un tratto della sua orbita e, rispetto al Sole, non vede più la Luna nella stessa direzione. Per riportarsi nella stessa condizione di partenza e ripresentarsi con lo stesso aspetto, cioè con la *stessa fase*, la Luna deve percorrere un ulteriore tratto di orbita e completare il *mese delle fasi lunari* in 29,5 giorni.

---

## Transiti dei planeti interni

Se le orbite dei planeti interni fossero tutte complanari, accadrebbe che, ad ogni *congiunzione inferiore*, si vedrebbe passare il Pianeta sullo sfondo del disco solare. Invece il piano orbitale terrestre e quello degli altri planeti si intersecano secondo un angolo, seppur piccolo, diverso da pianeta a pianeta; l'intersezione dei due piani orbitali è detta **linea dei nodi**.

Affinché il **transito** di un pianeta *interno* sia osservabile dalla Terra occorre che la congiunzione si verifichi quando il pianeta attraversa il piano dell'orbita terrestre, sia cioè sulla **linea**

**dei nodi** ( fig.3).

Se la congiunzione avviene lontana dalla linea dei nodi il pianeta interno passa troppo al di sopra o troppo al di sotto del Sole e non si può avere un transito, se invece avviene esattamente in uno qualunque dei due nodi si vedrà il pianeta attraversare il disco del Sole secondo un suo diametro (fig.4).

Dato che il disco solare ha dimensioni apparenti sensibili non è necessario che la congiunzione avvenga esattamente nel nodo, basta che avvenga nelle sue immediate vicinanze. In questo caso Venere, o anche Mercurio, attraverserà il disco solare secondo una corda più o meno lunga, e quindi più o meno interna in base alla lontananza dal nodo (fig.5).

Questa doppia esigenza, congiunzione e passaggio alle vicinanze del nodo, rende il fenomeno estremamente raro.

Rispetto al periodo della rivoluzione sinodica di Venere, la frequenza con cui si verificano i transiti di Venere è estremamente bassa. Mercurio, più vicino al Sole, ha maggiori possibilità di passare sul disco solare anche se più lontano dai relativi nodi e pertanto la frequenza dei suoi transiti è notevolmente più alta.

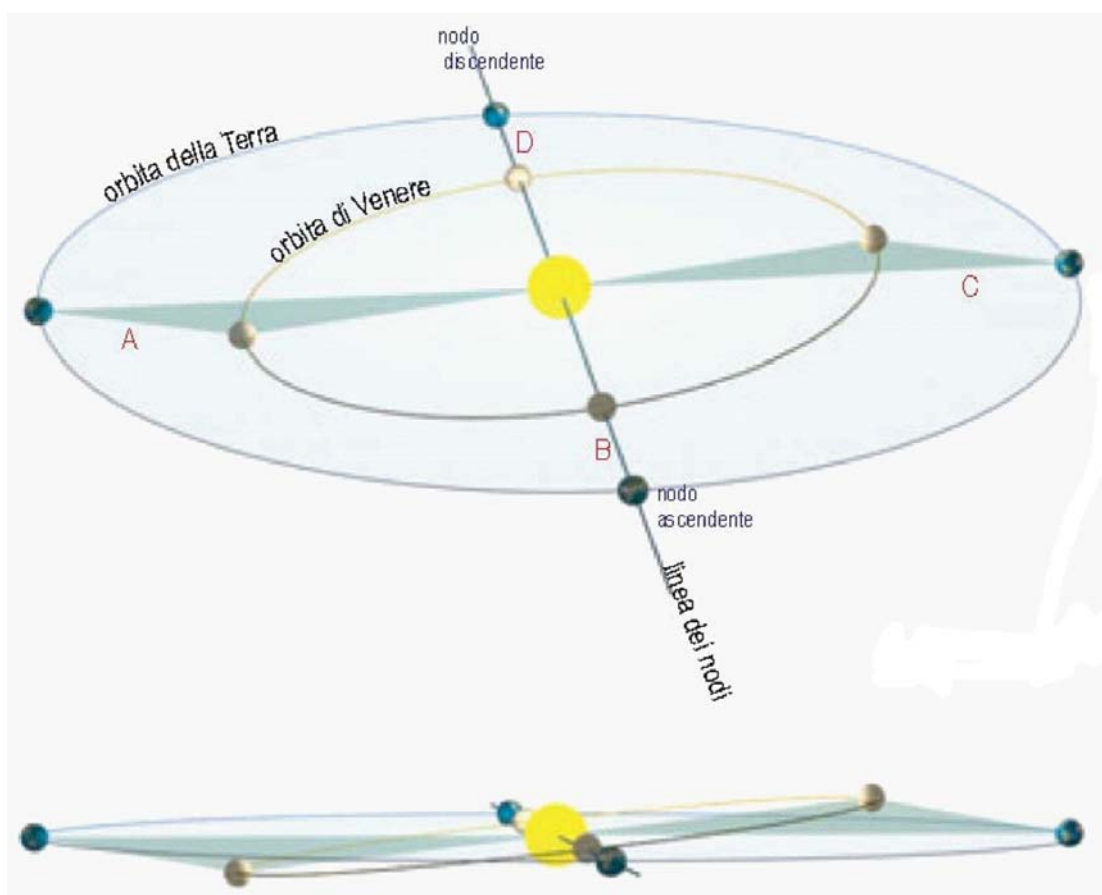


fig.3 Linea dei nodi delle orbite di Venere e della Terra

(F.Martinelli)

## Periodicità dei transiti di Venere

La **rivoluzione sinodica** di Venere è pari a circa 583,9 giorni e, pertanto, a tale intervallo di tempo si ripetono le congiunzioni e, potenzialmente, i transiti. La sua **rivoluzione siderea** è di circa 224,7 giorni, mentre quella della Terra è di circa 365,3 giorni (i valori sono arrotondati per semplificare il ragionamento).

## Schede didattiche ed esempi di misurazioni effettuate

L'orientamento della linea dei nodi, per periodi non troppo lunghi, rimane praticamente immutata nello spazio, per cui Venere e Terra ritorneranno in un nodo quando entrambe avranno compiuto un opportuno numero intero di rivoluzioni siderali.

Il rapporto tra il periodo di rivoluzione sinodica di Venere e di rivoluzione della Terra (583,9/365,3) è pari a circa 1,63; se si moltiplica tale numero per una successione di numeri interi 1, 2, 3, ecc., corrispondenti ad anni terrestri, si ottiene il primo risultato approssimativamente intero nel prodotto per 8.

$$\begin{aligned}2 \times 1,63 &= 3,26 \\3 \times 1,63 &= 4,89 \\4 \times 1,63 &= 5,52 \\5 \times 1,63 &= 8,15 \\6 \times 1,63 &= 9,78 \\7 \times 1,63 &= 11,41 \\8 \times 1,63 &= 13,04\end{aligned}$$

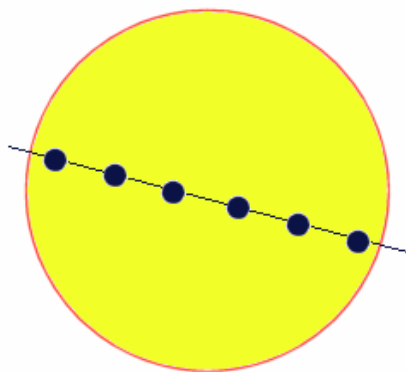


fig.4 Transito di un pianeta davanti al Sole in uno dei nodi (F.Martinelli)

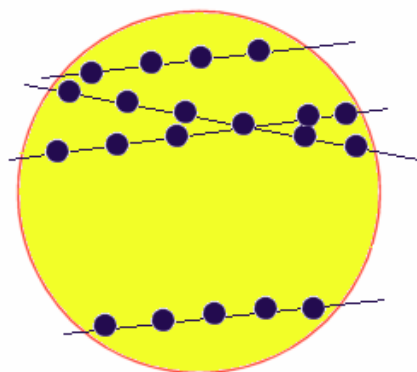


fig.5 Transiti possibili di un pianeta interno nelle vicinanze della linea dei nodi (F.Martinelli)

Questo significa che, dopo otto rivoluzioni siderali della Terra (8 anni), Venere avrà compiuto 13 rivoluzioni siderali ed entrambi i pianeti si ritrovano, quasi esattamente, sulla linea dei nodi, offrendo l'opportunità di un transito.

Inoltre 8 anni contengono quasi esattamente 5 congiunzioni di Venere, infatti

$$5 \times 583,9 \text{ giorni} = 2919,5.$$

Tutto torna, e ci si può dunque aspettare che i transiti si verifichino ad intervalli di otto anni; questa però, come dimostrano i fatti, è più una eccezione che una regola.

Il problema consiste in tutti quei "quasi" disseminati nel discorso precedente. Il ciclo di otto anni non è perfetto e nonostante alcune tolleranze si disallinea quasi subito. Ogni volta Venere si presenta al nodo un pochino più lontano e ad ogni successivo transito potenziale la traiettoria di Venere sul disco si sposta mediamente di 22' di arco. Poiché il diametro del Sole è circa 32', nella migliore delle ipotesi, cioè con Venere che transita nella parte più alta del Sole, ad esempio a 2-3' dal bordo, al successivo transito passerà a 25' e a quello ancora successivo passerà al di fuori del disco.

E' dunque impossibile avere tre transiti successivi a distanza di otto anni uno dall'altro.

Utilizzando dati più rigorosi e tenendo conto anche del fatto che i nodi sono due, ed oltretutto si spostano, si ottiene un ciclo della durata di 243 anni al termine del quale i transiti si ripresentano con grande precisione.

All'interno di questo ciclo si possono verificare transiti con cadenze diverse. Attualmente la sequenza è costituita dai seguenti intervalli:

$$8 + 105,5 + 8 + 121,5 = 243$$

ma nel passato si sono avute anche le sequenze:

$$121,5 + 121,5 = 243$$

$$8 + 113,5 + 121,5 = 243$$

$$8 + 105,5 + 129,5 = 243$$

Quando si cade in un periodo con metà anno significa che il transito, rispetto al precedente, si verifica al nodo opposto. Esiste inoltre un ciclo ancora più accurato della durata di 478 anni il quale è costituito da due cicli di 243 anni più uno di 8.

Come si vede sono numeri ricorrenti, in particolare l'8 che possiamo considerare elemento base di tutte le cadenze. Anche la differenza tra i numeri notevoli 105,5, 113,5, 121,5, e 129,5 è sempre 8, ed anche il periodo di 105,5 anni è molto vicino ad un multiplo di 8.

L'ultimo transito di Venere, prima del 2004, si è avuto il 6 dicembre 1882 e dall'Italia non è stato visibile completamente. Si è potuto assistere solo all'ingresso del pianeta sul disco e poi, ad un terzo circa del suo percorso, il Sole è tramontato.

Anche il prossimo transito del 6 giugno 2012, sarà solo parzialmente visibile dall'Italia, si vedrà la parte terminale e si assisterà al sorgere del Sole con Venere già oltre una buona metà del suo percorso.

Il transito del 2117 non sarà visibile per niente mentre quello del 2125 potrà essere osservato solo nella parte iniziale.

Il prossimo primo transito completo visibile nel nostro paese sarà quello del 2247.

---

## Modalità del transito

Essendo Venere più vicino al Sole di quanto non lo sia la Terra, per la terza legge di Keplero, percorre la propria orbita con una velocità maggiore rispetto al nostro pianeta. Dopo l'istante in cui i due pianeti risultano allineati, Venere apparirà sempre più spostato verso destra.

La *velocità relativa* di Venere, corrispondente alla *differenza* tra la *velocità angolare della Terra e quella del pianeta*, risulta di 4' di arco all'ora in senso orario, o retrogrado, come si dice in astronomia.

In conseguenza di ciò durante un transito si vede Venere entrare nel disco del Sole da sinistra verso destra. Poiché il diametro apparente del Sole è pari a 31,5' nel mese di Giugno o 32,2' nel mese di Dicembre, ne consegue che un transito centrale, che si verifica esattamente in corrispondenza del nodo e con il percorso apparente lungo un diametro del disco solare, può durare al massimo rispettivamente 7<sup>h</sup>50<sup>m</sup> o poco più di 8<sup>h</sup>.

Le traiettorie risultano inclinate e quando il transito avviene al nodo discendente (Giugno) l'estremità sinistra è più alta di quella destra, mentre al nodo ascendente avviene il contrario.

Occorre precisare che i percorsi sul disco solare che si vedono rappresentati in tutti i disegni, sono riferiti al disco solare considerato immobile e con il Polo Nord Celeste in alto.

Un comune osservatore quando guarda il Sole ha come riferimento l'orizzonte, e dunque in alto ha lo Zenit e non il Polo Celeste. Per questo motivo non si deve attendere che la traiettoria sia esattamente orientata come in figura; inoltre, durante le cinque-sei o sette ore del transito, per effetto del suo apparente moto diurno sulla Sfera celeste, il Sole subisce una rotazione attorno al proprio centro che sposta ulteriormente la traiettoria apparente. I disegni con i percorsi dei transiti sono corretti, se riferiti all'orizzonte dell'osservatore, solo per l'istante del passaggio al meridiano locale e quindi intorno al mezzogiorno.

A differenza di una Eclisse di Sole, il

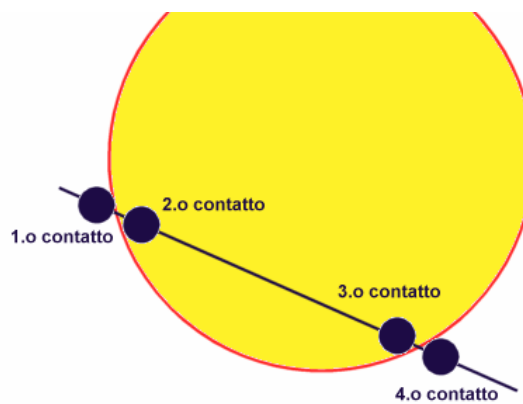


fig.6 Fasi o contatti del transito (F.Martinelli)

transito è osservabile per intero da una buona parte della superficie terrestre ed il fenomeno si presenta in maniera quasi uniforme per tutte le località interessate. La lunghezza della corda percorsa da Venere sul disco solare è influenzata principalmente dalla latitudine dell'osservatore ma le due corde osservate da osservatori posti agli estremi delle zone di visibilità differiscono sostanzialmente poco una dall'altra e risultano, ad una osservazione grossolana, praticamente coincidenti; i tempi delle durate del transito differiscono solo di alcuni minuti.

Nel transito si individuano **quattro fasi salienti**, indicate con il termine **contatti** (fig.6). Il fenomeno inizia con *il primo contatto*; il bordo del pianeta tocca esternamente il bordo del Sole ed inizia il suo percorso sul disco giallo. La fase si osserva solo dopo che Venere ha iniziato ad intaccare il disco, non potendosi osservare direttamente il pianeta. Il *secondo contatto* si ha quando il dischetto nero del pianeta è entrato completamente nel disco solare e ne tocca internamente il bordo. Il *terzo ed il quarto contatto* sono analoghi, rispettivamente al secondo e al primo, e si verificano sul lembo opposto del Sole con il pianeta in uscita.

Esiste inoltre una *quinta fase*, quella della minima distanza del pianeta dal centro del Sole, di cui di solito viene fornito l'orario come per i contatti, ma che per l'osservatore non riveste particolare importanza.

Durante le fasi di attraversamento del bordo, è possibile osservare un tenue alone intorno a Venere. E' la sua atmosfera, illuminata in controluce.

---

## L'importanza dei transiti di Venere nel passato

L'epoca dei transiti planetari sul disco del Sole è iniziata con l'invenzione del telescopio.

Salvo casi rarissimi la visione ad occhio nudo di un transito non è possibile. Questo non esclude che nel passato, non si siano mai potuti osservare; infatti nel caso in cui il transito si verifici al sorgere o al tramonto del Sole, quando la sua luce non è ancora abbagliante, per pochi istanti il suo disco è osservabile ad occhio nudo ed è possibile rilevare sulla sua superficie, nonostante le deformazioni dovute all'intensa rifrazione atmosferica, eventuali macchie.

E' possibile dunque che nel passato si siano osservati transiti, per lo meno di Venere, anche se non se ne ha traccia documentale, e, probabilmente, chi ne è stato testimone non ne ha avuto la consapevolezza e ha giustificato l'osservazione attribuendone la natura a fenomeni atmosferici.

Il primo a rendersi conto della possibilità teorica dei transiti fu Keplero che predisse per il 1631 il passaggio sia di Mercurio che di Venere sul disco solare. Keplero invitò astronomi e scienziati del tempo ad osservare il transito. L'osservazione avrebbe infatti confermato, o meno, l'affidabilità e la precisione delle sue tavole astronomiche e dei calcoli utilizzati per la loro compilazione. Keplero morì nel 1630 e non poté osservare i transiti.

Il transito di Mercurio fu visto e registrato solo da Gassendi. I calcoli di Keplero erano sbagliati solo di 6 ore; non male per quei tempi. L'imprecisione era dovuta sostanzialmente ad una errata stima della distanza Terra-Sole (circa sette volte meno di quella reale). Tale sottostima fece sì che Keplero non prevedesse il successivo transito di Venere nel 1639, ma solo quello del 1761.

Un giovane inglese appassionato di astronomia, Jeremiah Horrocks, utilizzando le tavole di un altro astronomo, si avvide dell'errore, rifece tutti i calcoli, confermò il transito per il 4 Dicembre 1639 con un errore di poco più di mezz'ora e predisse con grande precisione il diametro apparente di Venere.

Nel 1677 **Edmund Halley** osservando dall'isola di Sant'Elena il transito di Mercurio, ebbe l'idea che la determinazione esatta degli istanti di contatto potesse essere utilizzata per determinare, finalmente con buona precisione, la distanza Terra-Sole o, come si preferisce enunciare in termini astronomici, **la parallasse solare**<sup>1</sup>, cioè l'angolo sotto il quale dal Sole si vede il raggio terrestre (fig.7). Ipotizzò che due osservatori, A e B, osservano il transito di Venere da due posizioni differenti, per cui le corde percorse dal pianeta sul disco solare appaiono diverse, per effetto della parallasse

Halley suggerì di sfruttare i transiti di Venere, che si sarebbero verificati nel 1761 e nel 1768, perché risultavano più appropriati di quelli di Mercurio per il calcolo. Rese pubblica una raccomandazione, ed il metodo di calcolo, a tutto il mondo scientifico in modo che si preparasse con

---

<sup>1</sup> vedi Scheda didattica SD5

sufficiente anticipo all'evento e si potesse così porre fine all'annosa questione della determinazione della distanza del Sole e dare un valore assoluto alla scala del Sistema Solare.

Occorre aggiungere che in poco più di un secolo l'entità della distanza era stata notevolmente migliorata ed il valore della parallasse, oggi stabilito in  $8.9''$  di arco, nel 1760 era stimata tra gli 8 e i 10 secondi. Era un valore molto vicino alla realtà, ma per gli astronomi e per le esigenze di precisione dei loro calcoli, aumentate dal miglioramento tecnologico della strumentazione disponibile, era comunque un valore inadeguato.

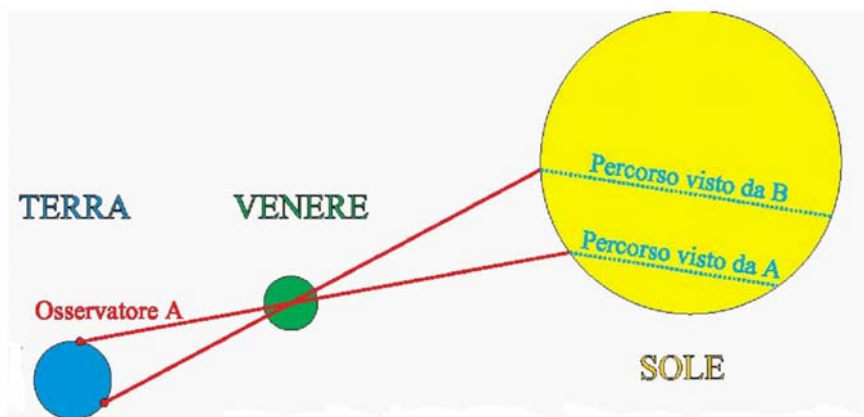


fig.7. Rappresentazione del metodo dei transiti di Halley. Due osservatori, A e B, osservano il transito di Venere da due posizioni differenti, per cui le corde percorse dal pianeta sul disco solare appaiono diverse, per effetto della parallasse.

(F.Pacucci)

Come Keplero, neppure Halley poté osservare i transiti per i quali aveva raccomandato l'osservazione ma il suo invito fu raccolto da governi e istituzioni scientifiche di diversi paesi. Per la misura della parallasse solare era indispensabile confrontare le osservazioni effettuate contemporaneamente da località molto lontane tra di loro in modo da disporre del

tracciato di due corde, sul disco solare, sufficientemente separate tra loro

Era pertanto necessario inviare spedizioni scientifiche in giro per il mondo con tutti gli enormi costi che ne sarebbero risultati. All'epoca infatti i mezzi di trasporto più efficienti erano le navi a vela che, per raggiungere le località designate, impiegavano alcuni mesi di navigazione.

Nonostante tutte le difficoltà operative ed economiche che per l'epoca è facile immaginare, furono diversi i paesi e le spedizioni che intrapresero l'avventura dei transiti di Venere. Si ebbero delle vere e proprie avventure, che ad alcuni costarono anche la vita. Chi è interessato ad approfondire questi aspetti può trovare su internet informazioni esaurienti basandosi su chiavi di ricerca come ad esempio: Transito di Venere, Keplero, Horrocks, Gassendi, Halley, James Cook, Cassini, Bradley, Maskelyne, Delisle, Le Gentil. Interessante è anche il volumetto di Delaunay intitolato *"Passaggi di Venere"* che descrive con dovizia di particolari, anche scientifici e teorici, le spedizioni effettuate dagli astronomi francesi.

A fine capitolo si propone una descrizione del metodo di Halley.

Contrariamente alle aspettative, l'osservazione dei due transiti non risolse il problema e la non uniformità delle osservazioni e dei risultati dei calcoli non migliorò l'incertezza con la quale era stimata la parallasse solare; in qualche caso addirittura la peggiorò. Il transito del 1768 fu meglio sfruttato da questo punto di vista, grazie anche alle esperienze accumulate nel transito precedente e portò, secondo Delaunay, a stime della parallasse comprese tra  $8,5''$  e  $8,9''$ .

Questi valori che a prima vista sembrerebbero più che soddisfacenti lasciarono insoddisfatti gli astronomi del tempo. Halley infatti aveva predetto che con le osservazioni dei transiti si sarebbe arrivati alla determinazione della parallasse solare con una incertezza di  $1/500$ , mentre invece si erano ottenuti valori con incertezza di circa  $1/20$ .

## Goccia nera e atmosfera venusiana

Durante le osservazioni si era infatti manifestato un fenomeno inatteso, noto come **"la goccia nera"**(fig.8). Halley aveva stimato che i tempi dei contatti potessero essere determinati con la precisione del secondo, più che sufficiente per avere risultati attendibili.

Alla prova dei fatti il secondo ed il terzo contatto non si mostrarono così netti in quanto al

momento del distacco, o attacco del pianeta dal lembo solare, il dischetto nero, quasi fosse elasticamente fissato al bordo del Sole, assunse un aspetto allungato, proprio a forma di goccia, impedendone di valutare l'istante esatto. Quello che stupì gli scienziati fu che la durata di questo allungamento risultò estremamente varia a seconda dell'osservatore .

Nonostante gli astronomi fossero dei professionisti e ben abituati ad osservare fenomeni al telescopio si riscontrarono differenze che andavano da alcuni secondi a più di un minuto. L'interesse per la questione tornò a farsi viva un secolo dopo, in occasione dei due transiti del 1874 e del 1882, ma anche questa volta i risultati non soddisfecero le aspettative degli scienziati.

Il fenomeno della "goccia nera", è di natura esclusivamente ottica in quanto non c'è alcuna interazione tra la massa e la forma del pianeta e quella del Sole.

Inoltre Venere possiede una atmosfera a base di anidride carbonica piuttosto consistente. Quando il pianeta si trova nelle vicinanze del bordo solare è possibile osservare il tenue alone dell'atmosfera venusiana sullo sfondo nero del cielo, illuminato in controluce. L'osservazione dell'atmosfera non è facile a realizzarsi perché utilizzando un filtro solare, che è molto intenso, l'aureola potrebbe non risaltare. L'atmosfera fu osservata per la prima volta da Lomonosov nel transito del 1761.

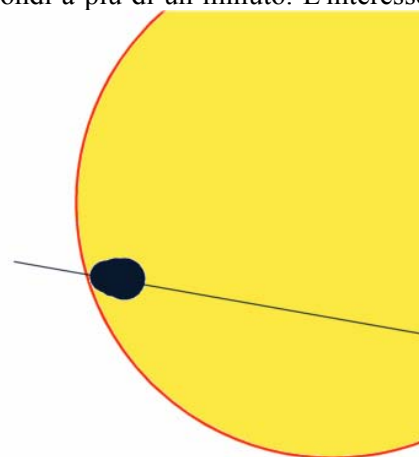


fig.8 Il fenomeno della goccia nera (F.Martinelli)

## Previsioni del transito dell'8 giugno 2004

Le dimensioni di Venere sono tali che nel transito esso appare sullo sfondo del disco solare come una macchia rotonda ben netta e visibile. Il suo diametro è circa 1/30 di quello del Sole; non è poco.

Nel transito di Mercurio del 2003 il pianeta si mostrava ben visibile, pur essendo solo 1/160 del disco solare.

Venere è 6 volte maggiore e grande è stata, durante l'attesa dell'evento del 2004, l'emozione al pensiero di vederlo transitare sullo sfondo di eventuali enormi macchie solari, dando l'impressione di precipitarvi dentro. Secondo le previsioni, il transito doveva iniziare alle 7<sup>h</sup>20<sup>m</sup>.

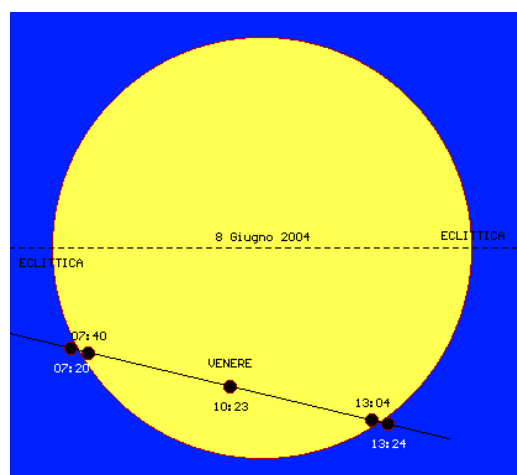


fig.9 La previsione del transito di Venere dell'8 giugno 2004 (F.Martinelli)

In tale istante il bordo del Sole doveva cominciare ad essere intaccato dal disco di Venere e oltre il bordo solare si sarebbe potuto vedere l'immagine controluce dell'atmosfera di Venere (fig.9).

Il centro del Sole doveva trovarsi ad una altezza sull'orizzonte di 16°. Venere doveva impiegare circa 20 minuti per entrare completamente nel Sole.

Alle 7<sup>h</sup>40<sup>m</sup> si prevedeva il secondo contatto e a partire da tale istante si sarebbe dovuto manifestare il fenomeno della goccia nera, la cui durata non è prevedibile, in quanto il fenomeno si presenta ogni volta con caratteristiche diverse; orientativamente, si ipotizzava che durasse una trentina di secondi almeno, anche se si sono registrate durate di oltre un minuto e mezzo.

Finalmente libero dalla ...goccia nera Venere doveva cominciare a camminare sul disco solare, e alle 10<sup>h</sup>23<sup>m</sup> si doveva trovare a metà del suo percorso. Pochi secondi dopo le 13<sup>h</sup> doveva tornare a manifestarsi il fenomeno della goccia nera, in corrispondenza del secondo contatto interno, dopodiché Venere doveva iniziare ad uscire all'esterno del disco.

Alle 13<sup>h</sup>24<sup>m</sup> il transito doveva terminare e si doveva di nuovo osservare per qualche attimo il bagliore dell'atmosfera di Venere.

## Transito Di Venere osservato dall'Istituto Tecnico Nautico di Viareggio

Presso l'I.T.N."Artiglio" di Viareggio si è organizzata con le classi l'osservazione del transito di Venere e si riportano di seguito i dati salienti di questo evento (tab.1) e alcune immagini acquisite con la strumentazione della scuola.

Il transito di Venere dell'8 giugno 2004 osservato presso l'I.T.N."Artiglio" di Viareggio con la webcam collegata al telescopio Newton 114/900			
Evento	Ora osservata	Ora prevista	Note
1°contatto	07 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> circa	07 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 09 <sup>s</sup>	L'ora è approssimativa in quanto l'evento è stato registrato solo dopo che si è reso sufficientemente visibile l'ingresso di Venere sul Sole. L'atmosfera era abbastanza turbolenta ed il bordo del Sole leggermente frastagliato non ha consentito l'immediata percezione dell'intaccatura sul disco.
2°contatto	07 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> circa	07 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 54 <sup>s</sup>	La percezione del contatto è "durata" dalle 07 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup> alle 07 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup> , sempre per la non perfetta linearità del bordo solare. Come valore medio si è assunto l'orario a fianco indicato. (fig.10,11)
metà del percorso	10 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup>	La nostra percezione è stata solo indicativa (fig. 12)
3°contatto	13 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup> 35 <sup>s</sup>	13 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup>	E' stato meno difficoltoso valutarne l'istante essendo il Sole più alto e l'atmosfera meno turbolenta. Si ritiene buona la stima dell'orario, con l'incertezza di una decina di secondi. (fig.13)
4°contatto	13 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 45 <sup>s</sup>	13 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 49 <sup>s</sup>	E' stato meno difficoltoso valutarne l'istante essendo il Sole più alto e l'atmosfera meno turbolenta (fig.14). Si ritiene buona la stima dell'orario, con l'incertezza di una decina di secondi.

tabella 1 Principali date del transito di Venere dell'8 giugno 2004

## Schede didattiche ed esempi di misurazioni effettuate

Le immagini seguenti sono state acquisite con una camera digitale appoggiata all'oculare del telescopio.



fig.10 La sequenza dell'ingresso interno di Venere (2° contatto) col fenomeno della goccia nera (F.Martinelli)

Altre fasi salienti del transito di Venere dell'8 giugno 2004



fig.11 Venere subito dopo il 2° contatto (foto invertita sx-dx) (F. Martinelli)

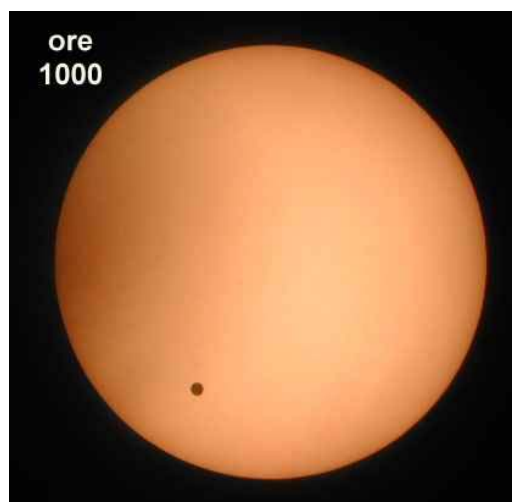


fig. 12 Venere a metà del suo percorso. (foto invertita sx-dx) (F. Martinelli)



fig. 13 Venere al 3° contatto (foto rovesciata e invertita sx-dx) (F.Martinelli)



fig. 14 Venere esce dal disco solare alle 13.<sup>h</sup>10<sup>m</sup> circa (foto rovesciata e invertita sx-dx) (F. Martinelli)

## Calcolo della parallasse solare secondo il metodo di Halley

Dal 1882 fino al 2004-, il transito di Venere non si era più verificato, ma la scienza e la tecnologia nel frattempo hanno elaborato e fornito altri metodi per determinare con precisione l'entità della parallasse solare.

Il transito del 2004 si è rivelato utile per riproporre il **metodo di Halley**, almeno a scopo didattico. L'idea del grande astronomo, sfrondata dalle complesse formule matematiche, si può riassumere in un semplice concetto ed in una semplice modalità operativa (fig.7). E può essere riproposta anche ora come attività didattica sfruttando la marea di immagini presenti in internet.

Assunto un valore arbitrario per la parallasse solare si considera la durata di un transito per due diverse località, molto distanti tra di loro in modo da avere il massimo di differenza possibile nei tempi. Poiché la differenza tra i tempi è proporzionale alla parallasse basta confrontare i tempi dei transiti effettivamente misurati nelle località per determinarne il valore reale.

Risolvendo la semplice proporzione:  $Pa : dtc = Pr : dfo$

dove

Pa = Parallasse approssimata    dfo= differenza dei tempi calcolata

Pr = Parall. reale                    dtc= differenza dei tempi osservata

si ottiene

$$Pr = Pa \cdot dtc / dfo$$

A rigore il calcolo andrebbe ripetuto rieseguendo i calcoli teorici dei tempi con il nuovo valore della parallasse, sino a quando quest'ultima non mostri differenze significative rispetto al valore precedente. In pratica è sufficiente reiterare il calcolo quattro o cinque volte.

L'unico problema di questo metodo è costituito dalla complessità del calcolo dei tempi, che non è proprio alla portata di tutti.

*A livello didattico è comunque sufficiente risolvere una volta sola la proporzione sopra citata.*

L'altro inconveniente è quello di disporre dei dati di osservazione di una o più località lontane. Ma questo oggi non è certo un problema, grazie ad Internet.

Resta comunque il problema di avere tempi per le diverse località calcolati, non per l'attuale valore della parallasse come si trovano comunemente sulle tavole astronomiche, bensì per il valore fasullo e ipotizzato da Halley di 10".

A tale scopo è stato predisposto sul sito dell'Istituto Nautico "Artiglio" di Viareggio all'indirizzo [http://www.nauticoartiglio.lu.it/almanacco/transvenus/T\\_venus\\_parcomp\\_it.htm](http://www.nauticoartiglio.lu.it/almanacco/transvenus/T_venus_parcomp_it.htm) un calcolatore di tempi sulla base di tale valore e che consente di ottenere direttamente la parallasse effettiva.