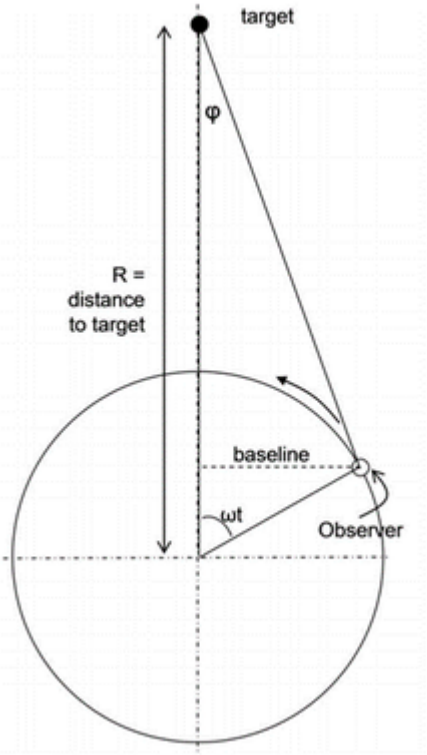
ASTROEDU

Peer-reviewed Astronomy Education Activities

Il metodo amatoriale per la misura a quattro punti della parallasse diurna

Misurare la distanza di un asteroide con un metodo originale

Author: Eduardo Manuel Alvarez



KEYWORDS

local sidereal time, topocentric and geocentric astrometry, diurnal parallax, parallax, secular rate, CCD imaging, Earth's daily rotation, astrometry, asteroid distances

LOCATION

All'aperto

AGE

16+

LEVEL

University, Informal

TIME

1 giorno

GROUP

Gruppo

SUPERVISED

No

COST

Elevato

SKILLS

Asking questions, Developing and using models, Planning and carrying out investigations, Analysing and interpreting data, Using mathematics and computational thinking, Constructing explanations, Engaging in argument from evidence, Communicating information

TYPE OF LEARNING

Guided-discovery learning, Project-based learning

GOALS

- Dimostrare in modo semplice la rotazione della terra
- Imparare come acquisire ed elaborare immagini astronomiche
- Imparare a trattare dati osservativi
- Determinare la distanza di un asteroide con un errore accettabile (in genere molto inferiore al 10%) semplicemente misurandone la parallasse diurna osservata da un singolo punto
- Imparare come interpretare discrepanze nelle misure

LEARNING OBJECTIVES

- Spiegare l'effetto della parallasse diurna sugli oggetti vicini del Sistema Solare
- Dimostrare la fattibilità di un'accurata misura di coordinate astrometriche con equipaggiamento amatoriale modesto
- Dimostrare che gli angoli di parallasse di un asteroide possono essere misurati anche solo da immagini prese in due notti vicine - e nient'altro!
- Dimostrare che è possibile ottenere dati scientifici preziosi da immagini RAW

- Mostrare che la conoscenza scientifica astronomica è alla portata di astrofili preparati che lavorino con strumenti anche modesti

BACKGROUND

Sistema Solare :

Il Sistema Solare è formato dal Sole e dagli oggetti che gli orbitano intorno. Questi includono otto pianeti e vari corpi secondari: pianeti nani e piccoli oggetti che orbitano direttamente intorno al Sole, i satelliti (lune) che orbitano intorno a molti pianeti, e oggetti più piccoli. Esso si è formato 4,6 miliardi di anni fa dal collasso gravitazionale di una gigantesca nube molecolare. La stragrande maggioranza della massa del sistema è nel Sole, mentre la maggior parte della rimanente si trova in Giove. I quattro pianeti interni più piccoli, Mercurio, Venere, Terra e Marte, chiamati anche i pianeti terrestri, sono principalmente composti da roccia e metalli. I quattro pianeti esterni, chiamati i giganti gassosi, sono molto più grandi di quelli terrestri. I due pianeti più grandi, Giove e Saturno, sono composti principalmente da idrogeno ed elio, mentre i due più esterni, Urano e Nettuno, sono composti principalmente da sostanze con punti di fusione relativamente alti (rispetto ad idrogeno ed elio) chiamati ghiacci, come acqua, ammoniaca e metano, e sono quindi spesso classificati separatamente come 'giganti ghiacciati'. Tutti i pianeti hanno orbite quasi circolari che individuano un disco quasi piatto chiamato piano dell'eclittica.

Il termine "sistema solare" indica una stella e tutti gli oggetti che vi orbitano attorno. Il nostro Sistema Solare consiste nel Sole (la nostra stella), otto pianeti ed i loro satelliti naturali (come la nostra Luna), pianeti nani, asteroidi e comete. Il nostro Sistema Solare è collocato su un braccio esterno della spirale della nostra galassia, la Via Lattea.

Astro-fotografia con CCD :

Un Charge-Coupled Device (CCD) è uno strumento elettronico per rilevare la luce. Nel caso di immagini astronomiche, questa luce è molto tenue, e questo ha delle ripercussioni su come il sensore opera. Un CCD utilizza un sottile wafer di silicio (chip), suddiviso in migliaia o milioni di minuscoli quadrati (o a volte rettangoli) sensibili alla luce, detti fotositi. Ad ogni fotosito corrisponde un singolo pixel nell'immagine finale, e quindi spesso vengono chiamati con lo stesso nome. Per maggior chiarezza in questa discussione, chiameremo 'fotositi' quelli su un chip CCD e pixel quelli di un'immagine. Ogni fotosito è circondato da una barriera non-conduttiva, che trattiene la carica raccolta durante un'esposizione.

Parallasse :

Quello della parallasse è un metodo di misura della distanza di un oggetto. La posizione di un oggetto appare diversa da due punti di osservazione separati. Se la distanza tra i punti di osservazione è nota ed è possibile misurare l'angolo tra essi allora, con l'aiuto di geometria elementare, è possibile calcolare la distanza dell'oggetto (in modo simile a come la nostra visione binoculare ci permette di vedere in 3 dimensioni). Nella pratica, dato che nella maggior parte delle applicazioni astronomiche l'angolo di parallasse è molto ridotto, l'unico modo di sfruttare questa tecnica è scegliere due punti di osservazione molto distanti tra loro.

Effetto di Parallasse diurna :

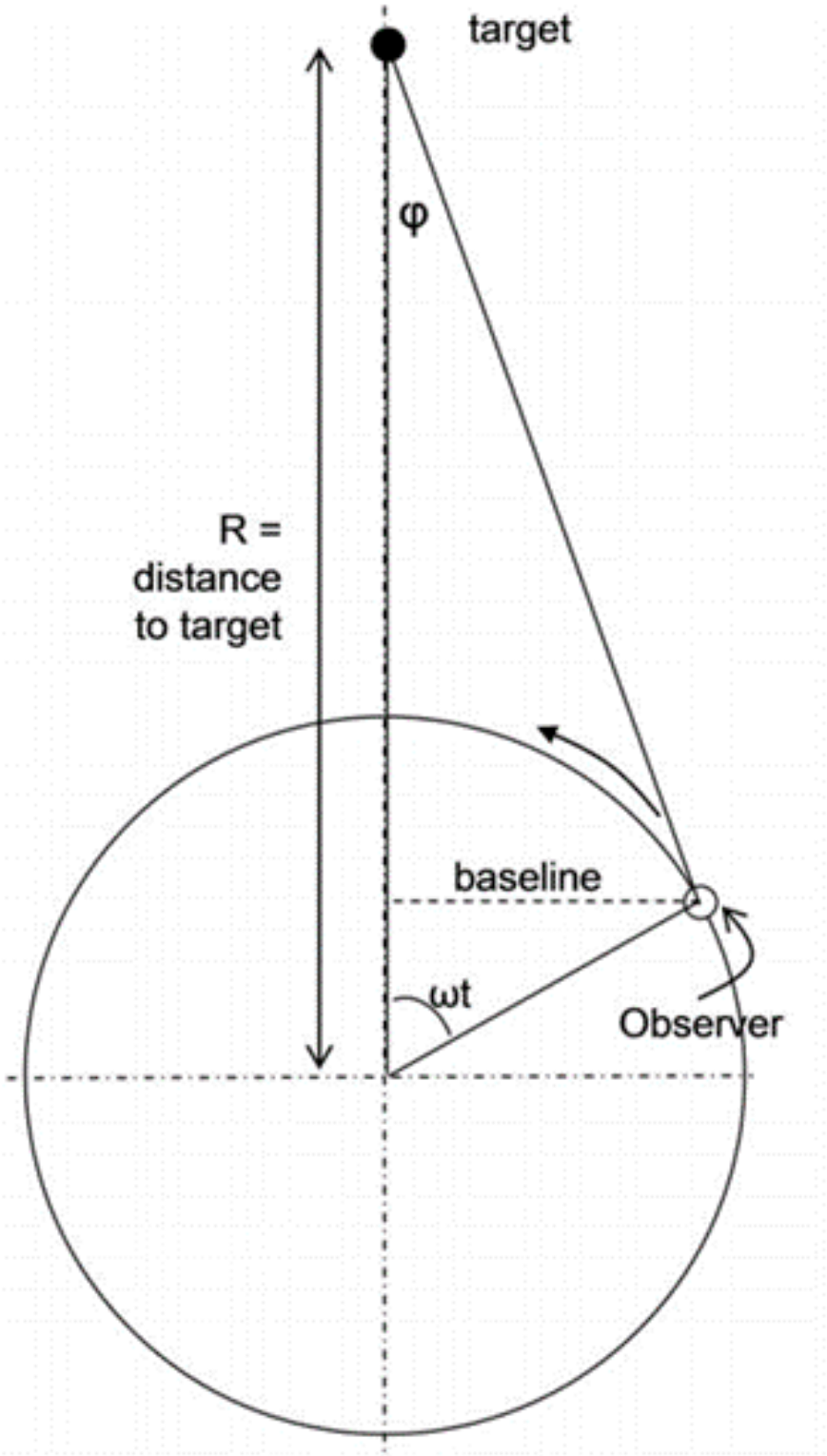


Figura 1 . Geometria dell'effetto di parallasse diurna. Dato che la Terra ruota, ciascun osservatore sulla sua superficie vede l'angolo φ di parallasse dell'oggetto studiato variare costantemente, da un valore massimo quando il suo meridiano si trova ad angolo retto con il piano che include l'asse di rotazione della Terra e l'oggetto (circa 6 ore prima o dopo il tempo di transito) ad un valore nullo ogni volta che l'oggetto si trova sul suo meridiano (culmina).

Ogni osservatore sulla superficie terrestre si muove in realtà lungo un percorso perfettamente circolare del raggio di diverse migliaia di kilometri, compiendo un

giro intero ogni circa 23,93 ore - un giorno sidereo. In ogni dato momento, l'osservatore guarda la volta celeste da prospettiva leggermente diversa ed in continuo cambiamento rispetto ad un osservatore fittizio posizionato a riposo nel centro della Terra. Questo scostamento variabile apparente degli oggetti celesti relativamente vicini rispetto a distanti "stelle fisse" osservato da Terra e dovuto esclusivamente alla sua quotidiana rotazione è noto come effetto di parallasse diurna. Questo effetto si manifesta come una oscillazione angolare appena percettibile, che varia da poche centinaia di arcosecondi per oggetti sufficientemente vicini alla terra (Near-Earth Objects o NEOs), fino ad appena qualche decina di arcosecondi per gli oggetti del SIstema Solare più distanti che si possano osservare. L'effetto di parallasse diurna è talmente ridotto per gli oggetti al di fuori del Sistema Solare da non essere misurabile.

L'effetto di parallasse diurna non ha niente a che fare con il fatto che ogni oggetto del Sistema Solare è in movimento rispetto al centro della terra. Facendo un paragone, il movimento apparente nel cielo di ciascun corpo del sistema solare dovuto alla sua rivoluzione attorno al Sole è di ordini di grandezza maggiore del suo corrispondente effetto di parallasse diurna. I minuscoli e oscillanti spostamenti degli oggetti vicini rispetto alle cosiddette "stelle fisse" caratteristici della parallasse diurna saranno quindi sempre sovrapposti a movimenti molto più ampi di "moto proprio" nel cielo. Pertanto, il primo passo nel calcolo della parallasse diurna consiste nel sottrarre accuratamente la traiettoria orbitale dominante attraverso il cielo dal movimento apparente effettivamente osservato del bersaglio prescelto. Se questo passaggio è eseguito con cura e nel modo corretto, quello che rimane dopo questo filtraggio - I cosiddetti "residui" - sono dovuti solo all'effetto di parallasse diurna.

Supponendo che per un periodo di tempo di soli due giorni la distanza dal centro della terra al bersaglio sia praticamente costante (una supposizione generalmente appropriata, tranne che per gli asteroidi vicini di tipo NEO e per la Luna) la variabilità nel tempo dell'angolo di parallasse può essere attribuita esclusivamente alla posizione variabile dell'osservatore rispetto ad una direzione fissata nel piano equatoriale. In altre parole, l'angolo di parallasse rimane sostanzialmente invariato rispetto al piano che contiene l'asse di rotazione della Terra (ovvero in declinazione). Questo è il motivo per cui la parallasse diurna è anche chiamata parallasse est-ovest.

L'effetto di parallasse diurna corrisponde esattamente alla proiezione angolo di parallasse - quello che in ogni dato momento ha per vertice il bersaglio e per direttrici le direzioni che lo congiungono all'osservatore e al centro della Terra - sul piano equatoriale. È evidente che al momento della culminazione del bersaglio (quando l'oggetto si trova sul meridiano dell'osservatore), l'angolo di parallasse diurna diventa nullo, mentre raggiunge il suo massimo valore teorico circa 5,98 ore (un quarto di giorno sidereo) sia prima che dopo il transito (il valore sarebbe esatto se l'oggetto non si stesse muovendo rispetto al centro della Terra).

Pertanto, per definizione, ad ogni dato tempo t l'angolo di parallasse diurna diventa

$$\varphi(t) = [RAtopo(t) - RAgeo(t)] \cos \delta(t) \quad (1)$$

dove RAtopo(t) è l'ascensione retta topocentrica (misurata dalla posizione dell'osservatore) al momento considerato, RAgeo(t) è l'ascensione retta geocentrica (misurata dal centro della Terra) nello stesso momento e δ(t) è la declinazione dell'oggetto sempre nello stesso momento (che assumiamo essere praticamente la stessa sia misurata dalla posizione dell'osservatore che dal centro della Terra).

Per le osservazioni eseguite prima del transito, l'effetto di parallasse del bersaglio rispetto alle stelle sullo sfondo fa apparire l'oggetto spostato verso est rispetto a quanto verrebbe osservato nello stesso momento dal centro della Terra; ovvero, prima del transito: RAtopo(t) > RAgeo(t). Al contrario, l'oggetto appare spostato verso ovest nelle osservazioni effettuate dopo il transito; ovvero, dopo il transito RAtopo(t) < RAgeo(t). Pertanto, durante la rotazione della Terra, il termine RAtopo(t) - RAgeo(t) tra parentesi varia in modo continuo man mano che

l'osservatore viene trascinato dalla rotazione della Terra, rendendo l'angolo di parallasse diurna φ(t) positivo per le osservazioni effettuate prima del transito, nullo al transito e negativo per le osservazioni effettuate dopo il transito. I massimi angoli di parallasse diurna sono in teoria raggiunti ogni volta che l'osservatore e il bersaglio si trovano ad angolo retto rispetto al centro della Terra.

Contemporaneamente, considerando che la declinazione del bersaglio varia gradualmente col tempo, ma in maniera completamente indipendente dalla rotazione della Terra, il termine cosδ(t) varia solo leggermente nell'arco di qualche giorno. Pertanto, la parallasse diurna varia in sostanza su base quotidiana come una funzione sinusoidale, che in ogni istante corrisponde a RAtopo(t) - RAgeo(t) moltiplicata per il coseno quasi costante della declinazione del bersaglio, diventando quindi:

$$\varphi(t) = [RAtopo(t) - RAgeo(t)] \cos \delta(t) = \varphi max \sin(\omega(T0 - t)) \quad (2)$$

dove φmax è la massima ampiezza dell'angolo di parallasse diurna per il giorno considerato, ω è la velocità angolare di rotazione siderea della Terra e T0 è l'istante della culminazione del bersaglio per il giorno considerato. Una volta nota φmax, la distanza D del bersaglio può essere prontamente ottenuta utilizzando l'approssimazione per piccoli angoli, ottenendo:

$$D = RE \cos \lambda / \varphi max \quad (3)$$

dove RE è il raggio terrestre e λ è la latitudine dell'osservatore (D e RE devono essere espressi nelle stesse unità, mentre φmax deve essere in radianti)

Il metodo amatoriale a 4 punti per la misura della parallasse diurna è una semplice procedura per determinare il valore principale di φmax da una singola posizione, senza richiedere altri dati oltre a quelli strettamente legati all'osservazione diretta. Utilizzando solamente un telescopio amatoriale ed un CCD in due notti consecutive, acquisendo immagini in modo continuo per dieci minuti due volte ciascuna notte - all'inizio e alla culminazione - è possibile determinare accuratamente φmax, ed usarlo per calcolare la distanza dall'oggetto in questione.

I quattro dati richiesti sono l'ascensione retta topocentrica dell'oggetto misurata in due notti consecutive, ed i tempi corrispondenti. Durante la prima notte, essa dovrebbe essere misurata in un istante qualunque il più lontano possibile dal transito (RAtopo(t1)) e all'istante esatto del transito (RAtopo(T01)). Un'analoga procedura dovrebbe essere seguita durante la seconda notte, misurando RAtopo(t2) e RAtopo(T02). Non è necessario che le misure prese lontano dal transito ogni notte siano ugualmente distanti da esso. Pertanto, i quattro dati richiesti sono in realtà le seguenti quattro coppie: Per la prima notte RAtopo(t1) ed il t1 corrispondente, e RAtopo (T01) ed il T01 corrispondente. Per la seconda notte RAtopo(t2) ed il t2 corrispondente e RAtopo (T02) ed il T02 corrispondente.

Dato che, al momento del transito, l'ascensione retta topocentrica e geocentrica sono esattamente le stesse, è possibile ottenere un'approssimazione lineare per stimare il valore altrimenti sconosciuto di RAgeo(t) in qualunque altro istante:

$$RA_{geo}(t) = \frac{RA_{topo}(t_1) - RA_{topo}(t_2)}{T0_1 - T0_2}(t - T0_1) + RA_{topo}(t_1)$$

(4)

Questa approssimazione lineare per RAgeo(t) aiuta a determinare gli angoli di parallasse diurna φ(t1) e φ(t2) misurati agli istanti t1 e t2 lontani dai transiti ciascuna notte. Durante ciascuna notte, la variazione dell'angolo di parallasse diurna può essere rappresentato da una curva sinusoidale che, oltre a diventare nullo al tempo di transito, passa attraverso il punto φ(t) misurato. Tali curve sinusoidali sono uniche; pertanto una volta trovate queste curve, si ricava l'ampiezza massima dell'angolo di parallasse diurna per quel giorno

(rispettivamente φmax1 e φmax2). considerando che sia φmax1 che φmax2 sono ottenuti con una approssimazione lineare che necessariamente sottostima uno e sovrastima l'altro (una fortunata combinazione illustrata in dettaglio negli articoli forniti in appendice), si può ottenere una stima accurata di φmax dalla loro media:

φmax(φmax1 + φmax2) (5)

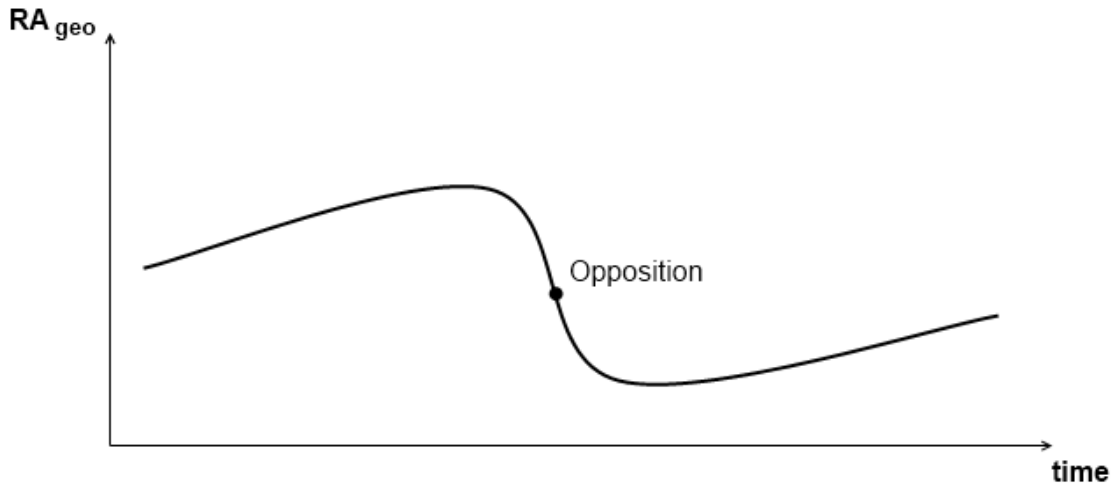


Figura 2 : Opposizione - Il moto apparente in ascensione retta di un pianeta minore. Per la maggior parte del tempo si sposta verso valori maggiori di AR (moto diretto) ma, una volta l'anno, quando raggiunge la posizione più vicina alla Terra, sembra spostarsi indietro verso valori inferiori di AR per un po' (moto retrogrado).

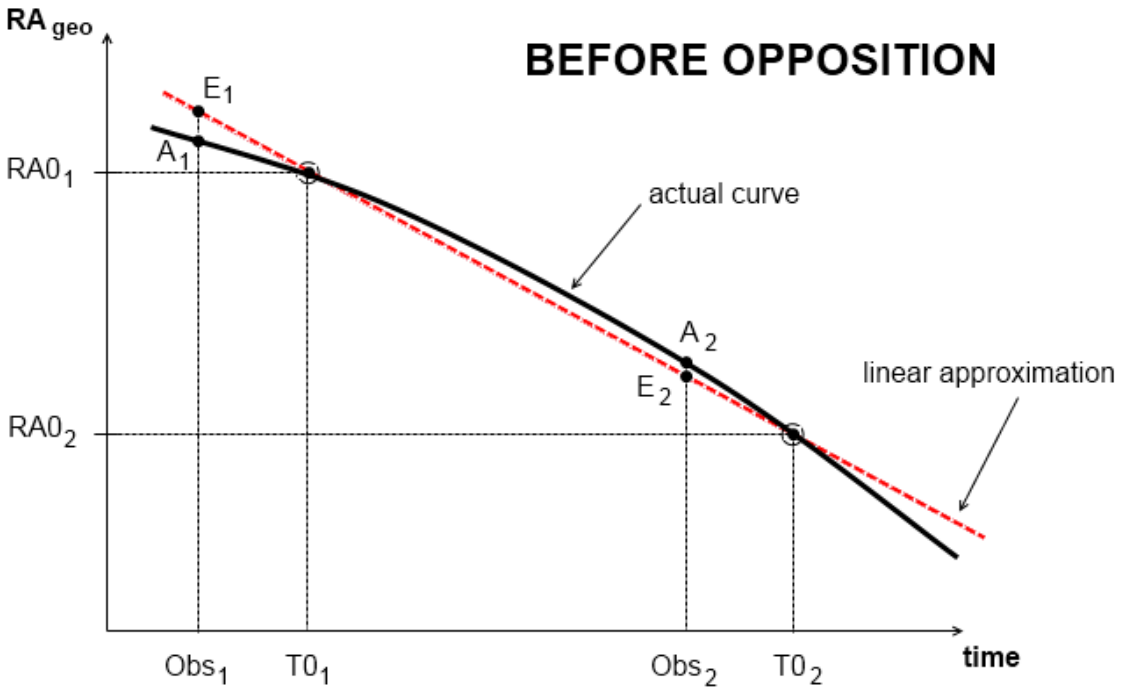
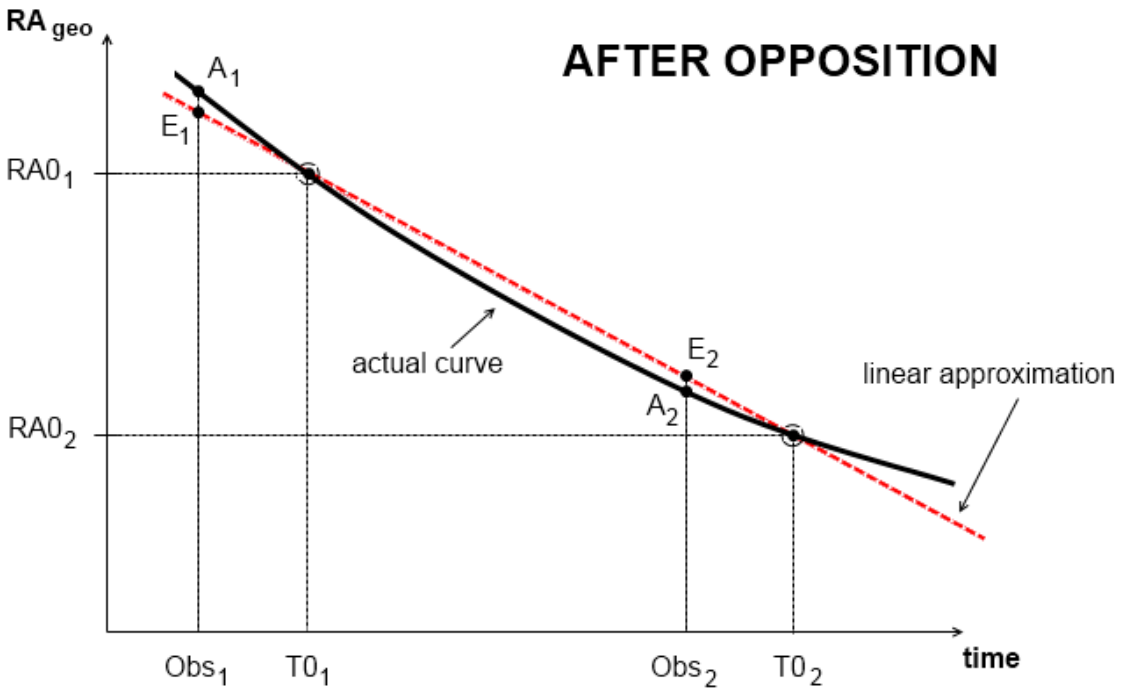


Figura 3 : Prima dell'opposizione - Il vero moto apparente in AR di un pianeta minore prima dell'opposizione. La velocità istantanea continua a crescere fino al raggiungimento dell'opposizione.



FULL DESCRIPTION

Passo 1: Scegliere un bersaglio appropriato

Gli studenti dovranno ricercare degli asteroidi adatti per questa attività. Oggetti adeguati sono gli asteroidi della fascia principale che si trovino abbastanza vicini all'opposizione al tempo delle osservazioni, apparendo relativamente in alto nella volta celeste orientale locale al crepuscolo. Tra questi candidati appropriati, i più luminosi saranno i più adatti.

Passo 2: Acquisire le immagini richieste la prima notte

Per migliorare l'accuratezza, nella pratica i quattro dati richiesti verranno ricavati non da quattro osservazioni isolate, ma piuttosto da quattro set di immagini: due la prima notte e altri due la seconda. Per ciascuna notte, il primo set verrà acquisito poco dopo che il cielo sia diventato abbastanza buio, mentre il secondo set verrà acquisito in prossimità del tempo di transito del bersaglio.

Gli studenti dovrebbero aver debitamente predisposto telescopio e sistema di acquisizione almeno quindici minuti prima del crepuscolo. Per il telescopio, questo implica allinearlo polarmente, individuarne accuratamente la direzione di puntamento e assicurarsi del normale funzionamento del sistema di inseguimento. Per quanto riguarda il sistema di acquisizione, gli studenti dovrebbero assicurarsi che la fotocamera a CCD sia correttamente connessa al controllo hardware, che abbia raggiunto e si sia stabilizzata sulla sua temperatura di esercizio, che il software di acquisizione stia funzionando a dovere, e che la destinazione ed il nome delle immagini da acquisire siano stati definiti. Per bersagli più luminosi di magnitudine 14, di cui si acquisiscano le immagini con un telescopio da 20 cm con un adeguato sistema di inseguimento, i tempi di esposizione dovrebbero non superare i 30 secondi, e pertanto non dovrebbe essere necessario un sistema di autoguida.

Il passo successivo sarà quello di ottenere una misura accurata del tempo. Il metodo più semplice consiste nel sincronizzare l'orologio interno del PC utilizzato con un opportuno servizio internet.

Il primo compito da svolgere appena le prime stelle più luminose compariranno in cielo sarà quello di mettere a fuoco la fotocamera. Una maschera di Bahtinov aiuterà a far ciò in modo semplice e diretto.

Dopo aver messo a fuoco la fotocamera con successo, il passo successivo sarà puntare il telescopio verso il bersaglio e centrarlo nel CCD. La maniera più semplice di fare ciò è tramite un sistema di puntamento accurato, ordinando semplicemente al telescopio di muoversi verso le coordinate equatoriali del bersaglio.

L'asteroide in esame dovrà essere correttamente inquadrato dal CCD. La maniera più semplice di fare ciò consiste nel prendere un'immagine e inviarla immediatamente ad uno strumento software che ne rilevi automaticamente la sua posizione astrometrica ed il suo valore fotometrico. La prima contribuirà a confermare che le immagini abbiano inquadrato il bersaglio, il secondo ad assicurare che il tempo di esposizione selezionato aiuti a conseguire un adeguato rapporto segnale/rumore (per gli scopi dell'attività, un SNR di almeno 20 sarà sufficiente).

Una volta verificati i requisiti per l'acquisizione sarà il momento di acquisire in modo continuo immagini dell'asteroide bersaglio per circa 10-12 minuti. Non ci sono vincoli sul momento esatto in cui questo set di immagini debba essere effettivamente preso, anche se preferibilmente dovrebbe essere il più lontano possibile dal tempo di transito. Questo sarà il set di immagini da cui il primo dato dei "4 punti" richiesti verrà ottenuto dopo l'elaborazione. Una volta preso il primo set di immagini, non sarà necessario fare altro fino a 30 minuti prima del tempo di transito.

Circa 30 minuti prima del tempo di transito del bersaglio (ovvero quando la sua ascensione retta coincide esattamente con il tempo sidereo locale) sarà tempo di prepararsi nuovamente per il secondo set di di immagini. La lista dei passaggi necessari è identica alla precedente.

Una volta verificati i requisiti per l'acquisizione sarà il momento di acquisire in modo continuo immagini dell'asteroide bersaglio per circa 10-12 minuti vicino al tempo di transito. Al contrario del primo set, questo intervallo di acquisizione deve coincidere con il tempo di transito, ovvero è imperativo che alcune delle immagini debbano essere prese prima del tempo di transito ed altre dopo. Questo è il set di immagini da cui verrà ricavato il secondo dei "4 punti" dopo l'elaborazione. Una volta preso questo set di immagini, questa parte è conclusa.

Passo 3: Acquisire le immagini richieste la seconda notte

Nella notte successiva è necessario compiere le stesse attività della notte prima. Devono essere acquisite continuamente immagini dell'asteroide bersaglio per circa 10-12 minuti il più lontano possibile dal tempo di transito, e per altri 10-12 minuti intorno al tempo di transito. Questi set di immagini saranno le fonti per il terzo e quarto dei "punti dati" richiesti.

Passo 4: Elaborazione delle immagini ed acquisizione dei dati richiesti

Gli studenti dovranno elaborare le immagini acquisite compiendo tramite una corretta astrometria e riduzione dei dati. Utilizzando un software di astrometria adeguato sarà possibile ottenere l'ascensione retta topocentrica del bersaglio in ciascuna immagine acquisita. Una volta scartati valori errati sospetti, i quattro punti dati possono essere determinati mediando i valori di ascensione retta topocentrica corrispondenti a ciascun set di immagini.

Una volta ottenuti i quattro valori di ascensione retta topocentrica, tutto quel che rimane è determinare il tempo esatto corrispondente a ciascun valore ottenuto.

I tempi t1 e t2 corrispondenti ai valori delle ascensioni rette topocentriche derivate dai due set lontano dal transito non sono critici; essi possono essere ottenuti semplicemente mediando i tempi delle immagini corrispondenti. I due tempi di transito T01 e T02 tuttavia sono critici - una differenza anche di pochi secondi conta - pertanto essi devono essere determinati accuratamente tramite uno studio accurato dei dati acquisiti vicini al transito in ciascuna notte.

Il modo più semplice di trovare l'esatto tempo di transito per ciascuna notte è utilizzare un foglio di calcolo. Le righe conterranno i dati corrispondenti a ciascuna immagine vicino al transito, mentre l'intestazione delle colonne consisteranno in (1) il valore ottenuto per l'ascensione retta topocentrica del bersaglio, (2) il tempo associato all'immagine, (3) il corrispondente tempo sidereo locale (espresso nelle stesse unità dei valori delle ascensioni rette topocentriche). Inoltre, in una quarta colonna, il tempo sidereo locale verrà sottratto al valore dell'ascensione retta topocentrica del bersaglio. Infine, il tempo esatto di transito verrà calcolato utilizzando la funzione di intercetta applicata ai dati nelle colonne (2) e (4).

Passo 5: Elaborazione dei dati

Una volta noti i quattro punti dati [RAtopo(t1), t1], [RAtopo(T01), T01], [RAtopo(t2), t2], [RAtopo(T02), T02], è necessario solamente applicare le equazioni del metodo amatoriale a 4 punti dati per il calcolo della parallasse diurna.

Dall'equazione (4), si ricava l'approssimazione lineare per trovare RAgeo in qualsiasi momento, e quindi dall'equazione (1) è possibile trovare l'angolo di parallasse diurna φ ai tempi t1 e t2. Una volta noto φ(t1), dall'equazione (2) è semplice ottenere l'ampiezza massima dell'angolo di parallasse diurna per la prima notte (φmax1), con l'ausilio di

$$\varphi(t1) = \varphi max1 \sin(\omega(T01 - t1))$$

Similmente, l'ampiezza massima dell' angolo di parallasse diurna per la seconda notte (φmax2) può essere calcolata da

$$\varphi(t2) = \varphi max2 \sin(\omega(T02 - t2))$$

Infine dall'equazione (5) è possibile ricavare il valore chiave φmax, in modo da determinare tramite l'equazione (3) la distanza dall'asteroide.

Passo 6: Verificare la qualità delle distanze ricavate

Gli studenti dovranno confrontare i loro risultati con i valori pubblicati. L'analisi delle possibili sorgenti di errore e della loro importanza relativa dovrebbe essere discussa criticamente.

EVALUATION

- Gli studenti dovrebbero: - Programmare le necessarie osservazioni sul campo. Richiedete una breve spiegazione della scelta dell'asteroide da studiare e del tempo di acquisizione esatto di ciascuna immagine. - Ottenere le coordinate astrometriche dalle loro immagini. Chiedete come intendono riuscirci e quale accuratezza si aspettano di ottenere. - Progettare ed usare un foglio di calcolo adatto per gestire i dati astrometrici da loro ottenuti, prestando cura nelle numerose conversioni tra unità di misura. - Concludere

l'attività con una relazione sulla distanza dell'asteroide ottenuta e sul suo confronto con la distanza reale, comprendente una discussione critica delle potenziali fonti delle discrepanze trovate. Chiedete loro il peso relativo di ciascuna sorgente di errore, e su come si potrebbe minimizzare il loro effetto in osservazioni future. - Essere in grado di discutere e fornire una breve spiegazione alle seguenti domande: o Qual è la ragione dello spostamento apparente degli asteroidi nel cielo durante l'anno? o Per quale motivo conviene osservare gli asteroidi quando essi si trovano vicino alla loro opposizione? o Perchè la latitudine dell'osservatore è rilevante per l'effetto di parallasse diurna? o Qual'è la differenza tra coordinate topografiche e geocentriche? o Perchè il metodo semplificato a 4 punti per determinare la parallasse dell'asteroide è efficace? o Come si possono ricavare correttamente dati da un'immagine astronomica?

- -
- -
- -
- -

CURRICULUM

ADDITIONAL INFORMATION

Due articoli pubblicati: Diurnal Parallax Determinations of Asteroid Distances Using Only Backyard Observations from a Single Station http://adsabs.harvard.edu/abs/2012SASS...31...45A The 4-Point Backyard Diurnal Parallax Method Tested on a Challenging Far Away Target: Dwarf Planet 134340 Pluto http://adsabs.harvard.edu/abs/2013SASS...32...25A Due presentazioni:

(in inglese): Diurnal Parallax Determinations of Asteroid Distances Using Only Backyard Observations from a Single Station http://www.olasu.com.uy/contenidos.php?action=detalle&idmenu=12&idcontenido=117

(in spagnolo): Nuevo y Simple Método para la Medición del Paralaje Diario de Cuerpos Menores del Sistema Solar, requiriendo solo cuatro datos a partir de imágenes obtenidas desde un único lugar http://www.olasu.com.uy/contenidos.php?action=detalle&idmenu=12&idcontenido=116

Sito dell'autore: http://www.olasu.com.uy

-

-

CONCLUSION

Questa attività permetterà agli studenti di misurare in autonomia l'angolo di parallasse di un asteroide scelto e la sua distanza con un'accuratezza del 5% in sole due notti, utilizzando modesti strumenti amatoriali. Ciascuna delle due notti di osservazione richiederà un massimo di mezz'ora di acquisizione immagini, divisa in due parti distanti 5-6 ore. Gli studenti impareranno che un progetto

osservativo astronomico richiede ricerca, pianificazione ed una corretta esecuzione. Sarà necessario conoscere e comprendere numerosi argomenti per eseguire questa attività con successo. Con molta probabilità, molti studenti comprenderanno, alla fine dell'attività, che l'astronomia è uno dei pochi campi dove dilettanti preparati possono ancora contribuire alla conoscenza scientifica.

CITATION

Alvarez, E., , *Il metodo amatoriale per la misura a quattro punti della parallasse diurna*, astroEDU, 1703 doi:10.14586/astroedu/1703

ACKNOWLEDGEMENT

Robert K. Buchheim. Traduzione di Luca Lionetto, volontario del Servizio Civile Nazionale presso l'Osservatorio Astronomico di Padova