

UNO SGUARDO VERSO

LE STELLE

TESINA DI MATURITA'



PRESENTAZIONE

Il cielo stellato ha sempre esercitato un notevole fascino sull'uomo, che fin dagli arbori della civiltà si è costantemente rivolto ad esso in cerca di possibili correlazioni tra le proprie vicende ed i fenomeni cosmici, o semplicemente per ammirare quell'incredibile spettacolo di bellezza e mistero.

Osservando il cielo, l'uomo si è inizialmente interrogato sull'origine propria e dell'intero universo, dando vita alle antiche cosmologie, basate sulle divinità e sul mito, ma nel corso del tempo, l'astronomia, si è via via separata dall'ambito mistico-religioso. Ai sacerdoti, che nella Mesopotamia arcaica furono i primi ad interessarsi dei fenomeni celesti, si sostituirono dei veri e propri astronomi, che le assegnarono un ruolo di importanza scientifica e pratica.

Babilonesi, egizi e poi greci iniziarono a dare dei nomi ai corpi celesti, a dar vita alle costellazioni che guidavano i viaggiatori per terra e per mare, ad elaborare i primi calendari solari e lunari che scandivano la vita della comunità, e fecero le prime approssimative misurazioni dei moti celesti. L'astronomia è diventata sempre più complessa, passando dagli astronomi arabi del Medioevo, alla nascita dell'astrofisica nel 1600, con gli studi di grandi scienziati quali Galileo, Keplero, Newton, fino ad arrivare ai giorni nostri, dove lo sviluppo tecnologico ha ulteriormente ampliato gli orizzonti di indagine.

Le attuali conoscenze in campo astronomico hanno raggiunto livelli inimmaginabili per i secoli passati, ma non per questo il desiderio di sapere dell'uomo è diminuito, ed anzi la diffusione delle tecnologie ha avvicinato l'astronomia, disciplina un tempo riservata ai dotti e agli scienziati professionisti, ad una fascia sempre maggiore di persone.

Anche in me è nato questo interesse, che mi ha portato a frequentare l'Osservatorio Astronomico di Seveso, che si occupa di osservazioni a livello amatoriale, come altri circoli di astrofili tutti accumulati dalla passione per il cosmo e per le stelle, che rimane ancora oggi la stessa che spingeva l'uomo delle antiche civiltà ad alzare gli occhi al cielo.

Voglio quindi proporre questa tesina, che ha come suo punto di partenza un'osservazione astronomica svoltasi nel luglio 2011, a cui ho partecipato in prima persona. L'oggetto di studio era la stella $\nu 2197$ Cyg, con la particolare caratteristica di subire una variazione di luminosità nell'arco di poche ore. Inizierò con un'introduzione teorica al gruppo di stelle interessate da questo fenomeno, chiamate binarie ad eclisse, analizzandone le peculiarità che le contraddistinguono, i criteri con cui vengono classificate e le informazioni ottenute dal loro studio.

Mi occuperò poi della descrizione dell'attività svolta, includendo dei cenni sulla tecnica della fotometria e sul funzionamento degli strumenti utilizzati, per concludere con i risultati ottenuti dall'osservazione, la cui importanza è stata riconosciuta dal IBVS (Information Bulletin of Variable Stars), rivista del settore a livello dei professionisti, che ne ha dedicato un articolo.

Una volta conclusa questa parte, per dimostrare come l'astronomia abbia colpito l'interesse di tutti gli uomini in ogni epoca, da un approccio scientifico passerò ad un modo diverso di osservare il cielo, fatto non più di leggi matematiche e fisiche, ma di fantasia ed emozioni: quello dei poeti.

Per fare ciò ho scelto la figura di Giacomo Leopardi, uno dei più grandi scrittori del Romanticismo italiano, che manifestò sempre una particolare attenzione ed attrazione verso il cielo stellato, e spesso soleva soffermarsi ad ammirarlo. Il poeta di Recanati infatti scrisse, ancora nella fase erudita della sua formazione, un'opera intitolata "Storia dell'astronomia dalla sua origine sino all'anno MDCCCXIII" che si apre con queste parole:

«La più sublime, la più nobile tra le Fische scienze ella è senza dubbio l'Astronomia.»

Dopo aver dedicato uno spazio a quest'opera giovanile, dopo aver indicato gli intenti ed i contenuti principali, terminerò collegandomi al pensiero dell'autore ormai maturo, affrontando alcune tematiche fondamentali della sua poetica, come il vago, l'infinito e la teoria del piacere, nella maniera in cui derivano dall'immagine di immensa bellezza e di indefinita suggestione dello spettacolo celeste.

STELLE DOPPIE

Per parlare di binarie ad eclisse, bisogna prima introdurre una categoria più ampia, quella delle stelle doppie. Guardando il cielo, siamo portati a pensare che i puntini luminosi che noi vediamo corrispondano ognuno a una singola stella, ma in molti casi non è così. Già nel 1600 infatti, Benedetto Castelli notò che osservando al telescopio Mizar, la stella al centro del timone del Grande Carro, era come se le stelle fossero due. L'astronomo segnalò la cosa, e si scoprirono altre stelle che mostravano una duplicità, senza però suscitare l'interesse dei più, finché nel 1802 l'astronomo prussiano William Herschel ne fornì una spiegazione usando per la prima volta il termine “**stella doppia**” o “**binaria**”. Con esso indicava **un sistema formato da due stelle legate dalla reciproca attrazione gravitazionale, che ruotano attorno a un punto comune detto *centro di massa*.**

Herschel giunse a questa conclusione dopo aver osservato più volte, a distanza di un certo periodo di tempo, stelle che risultavano doppie, notando che la loro posizione reciproca era mutata.



L'unica spiegazione possibile, all'inizio erroneamente attribuita alla parallasse annua, era un movimento orbitale dei due astri, a confermare la teoria di Herschel.

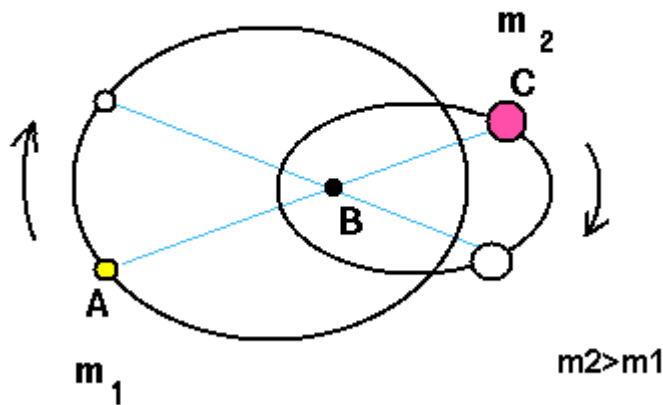
Gli studi successivi hanno mostrato che le stelle doppie rappresentano una notevole percentuale tra tutte quelle osservate, poiché circa una stella su tre risulta non essere singola e si ritiene che i sistemi binari non ancora scoperti siano molti. Questo perché una buona parte di essi sono lontani dalla Terra e difficilmente le due componenti

sono viste come separate, ma ne esistono alcuni già apprezzabili, se non ad occhio nudo, con semplici telescopi o binocoli.

Oltre a Mizar, un altro esempio molto noto è Albireo (nella foto) della costellazione del Cigno, forse la più bella stella doppia visibile. Stelle di questo tipo sono appunto dette **binarie visuali**, molto facili e suggestive da ammirare ma meno interessanti dal punto di vista scientifico rispetto a quelle la cui duplicità non è percepibile neppure con i migliori telescopi, e per spiegare ciò, occorre introdurre alcuni concetti fondamentali relativi ai sistemi binari.

Tali sistemi sono molto simili a quelli planetari, e pertanto si possono estendere ad essi anche le tre leggi di Keplero. Le due componenti percorrono orbite ellittiche più o meno ampie, in un tempo detto **periodo**, più o meno lungo a seconda delle singole masse e distanze reciproche. Le due ellissi descritte hanno generalmente dimensioni diverse ma la medesima eccentricità, ed hanno un fuoco in

$$AB : BC = m_2 : m_1$$



B=centro di massa m_1 =massa stella A m_2 =massa stella C

comune che è il centro di massa, il quale divide il segmento congiungente le due stelle in due parti, che sono inversamente proporzionali alle relative masse. Quindi tanto più una stella ha massa maggiore rispetto all'altra tanto più sarà vicina al centro di massa e di conseguenza la sua orbita sarà minore.

Il fatto che le binarie visuali siano facilmente riconoscibili indica che le due stelle sono molto distanti l'una dall'altra, e per questo hanno

una vita indipendente da quella dell'altra. Se neppure il telescopio riesce a separare le due stelle, invece, significa che esse sono vicine tra loro ed allora possono interagire l'una con l'altra portando a cambiamenti delle caratteristiche del sistema, molto interessanti per gli studi astronomici. La scoperta di tali sistemi, che non può avvenire con l'osservazione diretta, si ottiene con diversi metodi, i quali danno anche il nome al tipo di stelle così scoperte:

-**binarie spettroscopiche**, rivelate tramite spettroscopia dallo spostamento delle loro righe spettrali dovuto all'effetto Doppler, poiché le due stelle si allontanano e si avvicinano alla Terra con una certa velocità tanto più elevata quanto più è inclinato il piano dell'orbita rispetto alla nostra visuale;

-**binarie astrometriche**, la cui duplicità è intuita poiché vi sono perturbazioni nel moto della stella spiegabili solo con la vicinanza di una compagna, come nel caso di Sirio, la stella più luminosa della volta celeste;

-**binarie interferometriche**, in cui si usa la tecnica dell'interferenza, che permette di aggirare il problema legato al fatto che il potere risolutivo di un telescopio è limitato dalla presenza dell'atmosfera terrestre, tramite immagini a breve esposizione, successivamente elaborate in modo da rimuovere gli effetti distorsivi atmosferici.

BINARIE AD ECLISSE

L'ultimo gruppo di stelle doppie sono le binarie ad eclisse, che per la loro particolare caratteristica rientrano anche nelle stelle variabili, e sono dette anche **fotometriche** poiché si studiano tramite fotometria. Si tratta di **sistemi binari le cui componenti sono molto ravvicinate, ed hanno il piano orbitale pressoché parallelo alla visuale, così da eclissarsi a vicenda.**

Analogamente a quanto accade nelle eclissi solari, dove la luna passando davanti al sole lo nasconde, così durante il moto una stella nasconde l'altra, e ciò si traduce in un calo della luminosità totale del sistema.

Questa variazione si può apprezzare anche ad occhio nudo: molto famosa è la stella Algol, il cui nome deriva dall'arabo Ras-al-Ghul, che significa testa del demonio e potrebbe essere connesso al suo comportamento. Probabilmente gli astronomi arabi l'avevano notato, poiché la sua magnitudine ogni 68 ore scende da 2,1 a 3,4 e risale in un tempo totale di 10 ore, rendendo il fenomeno appariscente.

FASI DEL MOTO E CURVA DI LUCE

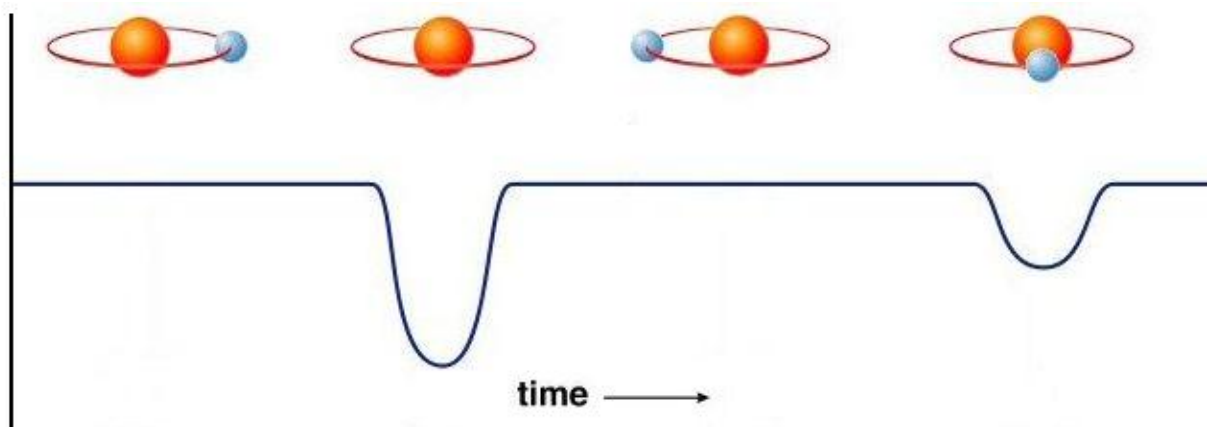
Come descritto per le stelle doppie, anche nelle binarie ad eclisse i due astri ruotano attorno a un centro di massa percorrendo due orbite ellittiche, ma poiché in questo caso la distanza tra le due stelle è limitata, e nella maggior parte dei casi la differenza di massa è notevole, si può considerare che la stella di minor massa ruoti intorno a quella di massa maggiore, come per Sole e pianeti.

Esaminiamo dunque le varie fasi del moto, supponendo che il sistema sia formato da una stella più grande e meno luminosa, e da una più piccola più luminosa. Quando esse saranno una accanto all'altra la luminosità sarà massima e costante, finché la componente più piccola inizia a passare dietro all'altra. La luminosità diminuisce poiché si perde la luce proveniente dalla stella nascosta, raggiungendo un minimo quando le due stelle sono allineate con la Terra, per poi risalire mentre la stella minore esce dal disco della maggiore.

Si ritroveranno ancora una accanto all'altra prima che la più piccola passi davanti, portando ancora una volta ad una diminuzione di luminosità, poiché si perde parte della luce della più grande, per poi ritornare nella posizione iniziale.

E' così trascorso un periodo, e riportando in un grafico la luminosità del sistema in funzione del tempo otteniamo la sua curva di luce, che mostra due minimi, uno più profondo detto minimo primario, ed uno meno profondo detto minimo secondario.

Nel caso descritto in corrispondenza del minimo primario si avrà un'eclisse totale poiché la stella più grande nasconde del tutto la più luminosa, mentre nel minimo secondario l'eclisse è anulare poiché la più piccola nasconde solo una parte dell'altra.



L'esempio proposto e rappresentato in figura è alquanto idealizzato, che serve per semplificare le cose, ma in realtà ci sono molti fattori che complicano la forma della curva di luce. I principali fenomeni che ne alterano l'andamento sono due:

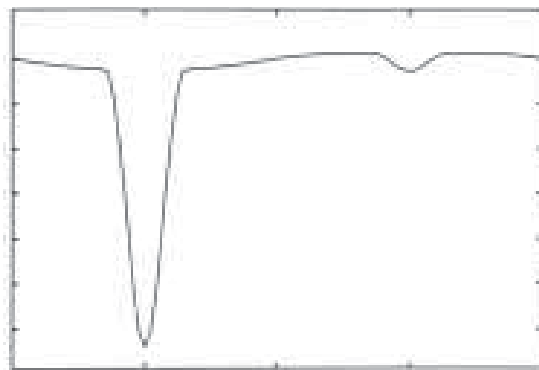
-**distorsione**: la vicinanza delle due componenti distorce le loro figure dalla forma sferica a quella ovale, per via della reciproca attrazione gravitazionale. Le stelle sono disposte in modo da mostrarsi la parte più appuntita, e ciò significa che quando esse sono perfettamente una accanto all'altra vediamo una superficie, e quindi una luce, maggiore perché le forme sono allungate. Ciò comporta una curva di luce non rettilinea anche fuori eclisse, che oltre ai due minimi può presentare due massimi;

-**riflessione**: la stella più calda riscalda la faccia dell'altra che è rivolta ad essa, che quindi emette luce maggiore rispetto alla faccia opposta. Anche in questo caso la conseguenza è una curva di luce arrotondata.

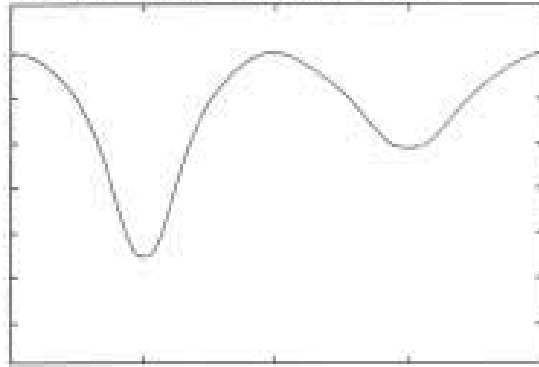
CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLA CURVA DI LUCE

Gli effetti appena descritti, alterando la forma di luce, hanno permesso una classificazione in base alla forma di quest'ultima, distinguendo tre gruppi che prendono il nome da tre famose stelle:

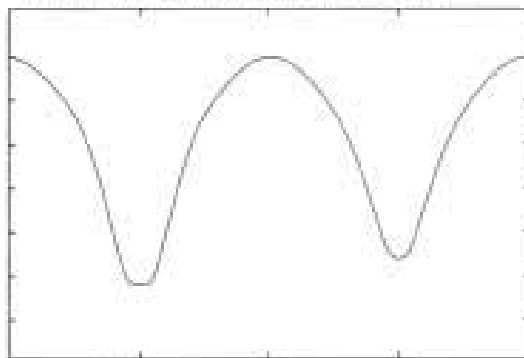
-**tipo Algol**: gli effetti di distorsione e riflessione sono pressoché assenti e quindi la curva di luce è pressoché rettilinea fuori eclisse, presentando due minimi di profondità nettamente diversa. Questo è indice di una notevole differenza di temperatura tra le due stelle, che non sono troppo ravvicinate con periodi che vanno da alcuni ore a diversi giorni;



-**tipo Beta Lyrae**: la curva di luce è molto incurvata fuori eclisse, e ciò indica una deviazione delle componenti dalla forma sferica per distorsione. Anche in questo caso i minimi sono assai diversi, anche se meno che nel tipo Algol, e il periodo raggiunge al massimo la decina di giorni;



-**tipo W Uma**: le due stelle sono vicinissime, infatti i loro raggi sommati corrispondono a più del 70% della distanza tra i loro centri. Gli effetti di distorsione e riflessione sono quindi molto accentuati, e la curva è a variazione continua, risultando difficile stabilire dove inizia l'eclisse. Le stelle di questo gruppo hanno temperature simili e il minimo secondario e primario hanno la medesima profondità.



EVOLUZIONE STELLARE E PARADOSSO DI ALGOL

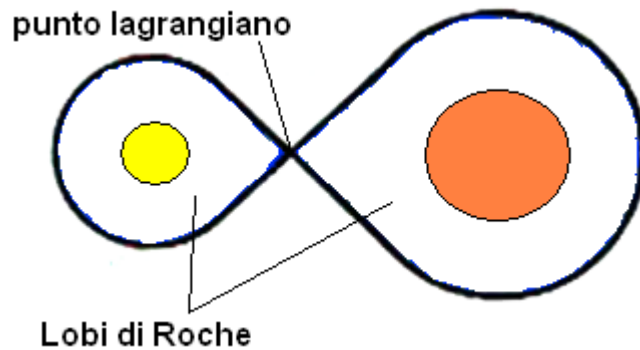
La teoria sull'evoluzione delle stelle attira l'interesse e gli studi di molti astronomi, e in questo campo le binarie ad eclisse si sono rivelate assai importanti. In accordo con le recenti teorie le stelle non si evolvono tutte alla stessa velocità, ma maggiore è la massa più rapida è anche l'evoluzione. Quindi in un sistema binario la stella di maggior massa si troverà sempre in una fase di vita più avanzata rispetto all'altra, e per questo possiamo osservare sistemi in cui una componente è già diventata una gigante rossa mentre l'altra è ancora sulla sequenza principale del diagramma H-R.

Osservando Algol però, ci si accorse che la stella meno luminosa e più evoluta aveva una massa minore della compagna che si trovava ancora in una fase evolutiva più arretrata. Apparve dunque una contraddizione che prese il nome di **paradosso di Algol**, e molti iniziarono a chiedersi come avesse fatto la stella di massa minore a evolversi più velocemente.

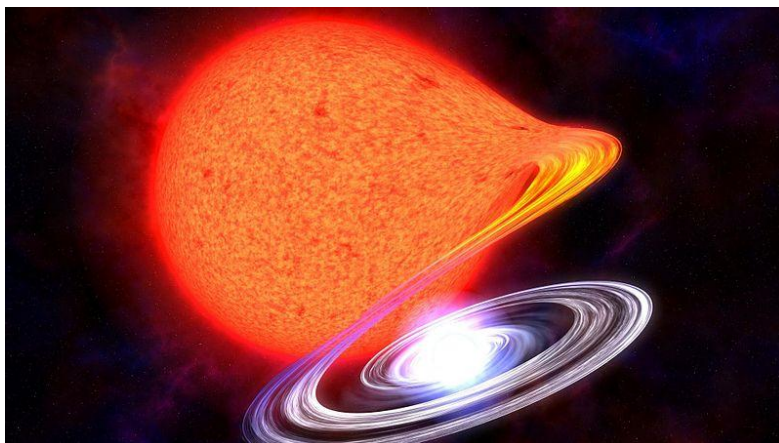
Alcuni fecero un'ipotesi ardita, cioè che la stella con minor massa in origine aveva massa maggiore, ma durante l'evoluzione aveva ceduto parte della materia che la costituiva alla compagna. Questa ipotesi fu poi confermata dalla teoria dei lobi di Roche.

Un lobo di Roche è una regione di spazio attorno ad una stella, all'interno del quale il materiale orbitante è gravitazionalmente legato a quella stella.

Ogni sistema binario presenta quindi due lobi di Roche la cui grandezza è proporzionale alla massa, che congiungono in un punto detto *punto lagrangiano*.



La stella di massa maggiore arriva ad una fase dell'evoluzione in cui aumenta di volume, fino a superare le dimensioni del lobo di Roche. La materia in vicinanza del punto lagrangiano allora invade il lobo della compagna e viene attratta da quest'ultima che subisce un aumento di massa.



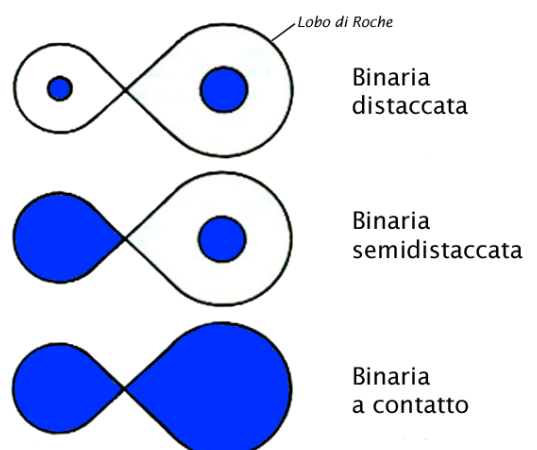
Il processo va avanti perché la prima stella continua a superare il proprio lobo, poiché la dimensione di quest'ultimo dipende dalla massa e il trasferimento di materia comporta una diminuzione della separazione tra i due astri. Ecco dunque spiegato il paradosso di Algol.

Esiste una classificazione delle binarie ad eclisse in base al riempimento dei lobi di Roche:

- binarie distaccate**: le due stelle non riempiono i rispettivi lobi;
- binarie semidistaccate**: solo una riempie il proprio lobo;
- binarie a contatto**: entrambe riempiono i lobi di Roche.

Gli scambi di materia tra le due stelle possono dare vita ad alcuni particolari fenomeni, come nel caso delle **variabili cataclismatiche**.

Si tratta di stelle binarie in cui una componente è una nana bianca, mentre l'altra è una stella che è arrivata a riempire



il suo lobo di Roche e cede gas alla compagna. Questa materia, principalmente composta da idrogeno, data le piccole dimensioni della stella nana, non le cade direttamente sopra, ma forma un **disco di accrescimento** attorno ad essa.

Dopo un certo tempo la temperatura e la densità di questo strato di idrogeno raggiungono livelli tali da innescare reazioni di fusione nucleare, producendo un'esplosione. La stella diviene così un **nova** che espelle nello spazio il materiale accumulato, e una volta finita questa fase, l'accrescimento può ricominciare come prima, finché non si ristabiliscono le condizioni per un'altra esplosione. Se invece la materia accresciuta non è espulsa regolarmente, essa può far aumentare la massa della nana bianca fino al limite di Chandrasekhar: si ha allora un **supernova**, una gigantesca esplosione visibile da un capo all'altro dell'Universo, in cui la nana bianca viene distrutta. Inoltre durante il passaggio di materia, il riscaldamento del gas provoca l'emissione di raggi X, e quando accade ciò, si parla di **binarie X**.

OSSERVAZIONE DI “V2197 Cyg”

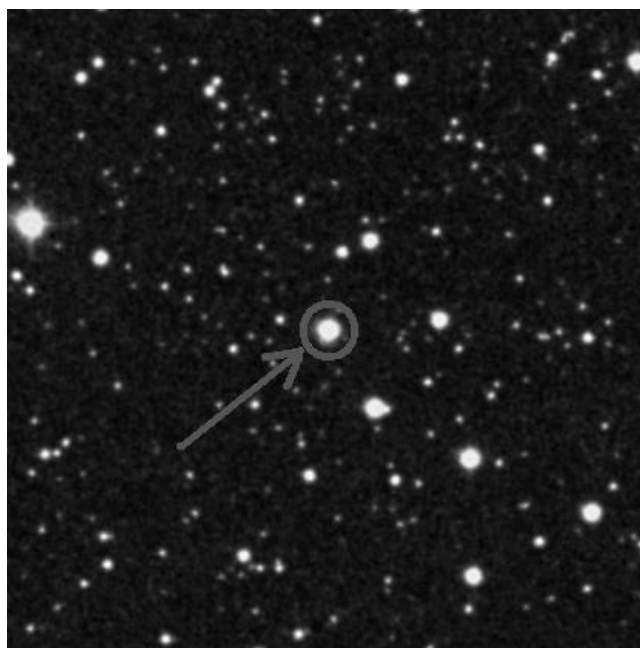
Passiamo ora alla parte dell'osservazione pratica svolta, che rientra negli studi di fotometria, una tecnica dell'astronomia che riguarda la misurazione dell'intensità della radiazione elettromagnetica di un oggetto astronomico.

Gli strumenti necessari sono un telescopio con sensore CCD, e alcuni programmi per computer per elaborare i dati ottenuti. Il CCD è un sensore fotografico che va applicato al fuoco del telescopio, che ha un dispositivo di raffreddamento che lo mantiene a basse temperature, per eliminare il rumore di fondo dovuto all'agitazione termica e migliorare così la qualità dell'immagine

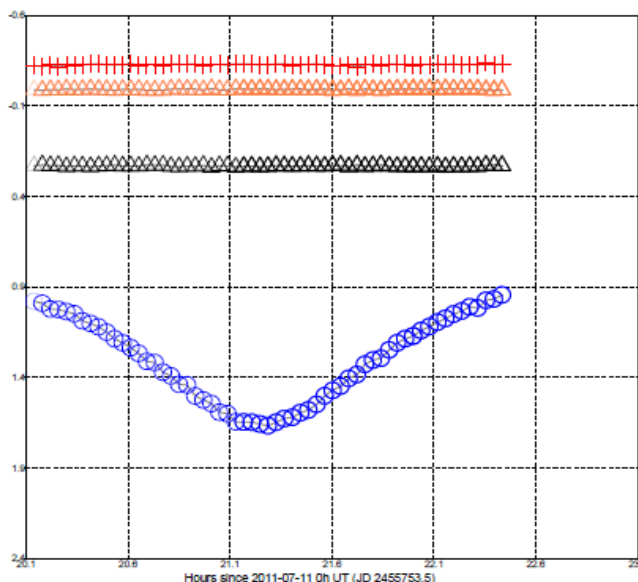
L'osservazione fatta presso l'Osservatorio Astronomico di Seveso, ha come oggetto di studio la stella v2197 della costellazione del Cigno, che passa da una magnitudine di 10,9 a una di 12,4 in corrispondenza del minimo, in un periodo di 0,465 giorni. Una volta individuato il campo stellare in cui si trova (immagine a fianco), si punta la stella con il telescopio, che tramite CCD scatta una serie di foto per tutta la durata della eclisse.

Una volta ottenute le immagini scattate si correggono i problemi strumentali sottraendo il **dark frame** e il **flat field**.

Il dark frame è una foto scattata con il coperchio del telescopio chiuso, in modo da ottenere un'immagine del rumore strumentale che viene dunque tolto. Il flat field invece, si ottiene scattando una foto a una superficie uniformemente illuminata solitamente bianca, e corregge le disuniformità di campo dovute per esempio alla presenza di polvere sul sensore.



Una volta corrette le immagini, tramite il programma Maxim si costruisce la curva di luce. Questo software, in ogni foto misura la differenza di luminosità tra la stella studiata e altre stelle vicine prese come riferimento, la cui magnitudine si sa essere costante. Disponendo i valori di luminosità misurati in ogni scatto uno accanto all'altro, si ottiene il grafico sottostante, dove la linea blu è la curva di luce desiderata, che rappresenta la differenza di luminosità nel tempo tra V2197 Cyg e le stelle di riferimento, la cui luminosità è invece rappresentata dalle linee rette colorate di rosso, arancione e nero.



Usando poi il software Ave, si può calcolare il momento esatto in cui c'è stato il minimo, espresso in giorni giuliani, l'unità di tempo usata convenzionalmente dagli astronomi di tutto il mondo.

L'istante del minimo da noi misurato è espresso dal numero 55754.3883 che corrisponde all'11 luglio 2011, ore 21 minuti 19 secondi 03 (tempo di Greenwich), in perfetto orario rispetto a quanto previsto dalla effemeride.

Abbiamo poi inviato i dati ottenuti al sito dell'osservatorio di Konkoly (Budapest), che ogni giorno raccoglie informazioni delle osservazioni fatte dagli astrofili, che rivestono in questo campo un ruolo fondamentale poiché sono il punto di partenza dello studio dei professionisti, per i quali sarebbe impossibile osservare tutte quelle binarie ad eclisse.

Abbiamo avuto la fortuna, che per l'osservazione della stella V2197 Cyg è stato dedicato un articolo sull'IBVS, il che non capita spesso, ed è il miglior riconoscimento per il lavoro di un astrofilo. Nel dettaglio dell'articolo sono evidenziati i nostri nomi accanto ai dati relativi all'orario di minimo misurato, assieme ad altre osservazioni di altri astrofili di tutta Italia.

PERCHE' OSSERVARE LE BINARIE AD ECLISSE

Le binarie ad eclisse, abbiamo visto che sono state fondamentali nello sviluppo della teoria dell'evoluzione stellare. I dati ottenuti dalla loro osservazione sono molto utili a chi si occupa di studi astronomici, e questo tipo di lavoro è uno di quelli in cui gli astrofili possono dare un grande contributo, poiché possono fornire una quantità di dati osservativi che i professionisti non sarebbero in grado di raccogliere.

Un ritardo o un anticipo del minimo previsto, può essere un interessante motivo di studio, poichè può significare la presenza di alcuni particolari fattori che hanno modificato il sistema, come scambi di massa tra le due componenti, insorgenza di macchie stellari che alterano la luminosità, presenza di un terzo oggetto.

Lo studio di binarie ad eclisse ha portato a nuove scoperte come lobi di Roche, variabili cataclismatiche o binarie X e può portarne altre ancora. Lo studio di sistemi binari può dimostrare l'esistenza dei buchi neri, i quali non sono osservabili direttamente ma è possibile individuarli grazie agli effetti gravitazionali dovuti alla loro presenza. Sono stati osservati infatti, alcuni sistemi anomali dove vi è una stella che si comporta come se ruotasse attorno ad una compagna di grande massa, ma non vi è alcuna traccia visibile di quest'ultima, che potrebbe dunque essere un buco nero.

L'analisi della curva di luce infine, porta alla conoscenza delle caratteristiche del sistema, da cui si deducono alcune importanti informazioni sulle singole componenti come la massa, il raggio, la densità che non sarebbe possibile nel caso di stelle isolate.

COMMISSIONS 27 AND 42 OF THE IAU
INFORMATION BULLETIN ON VARIABLE STARS
Number 5997

Konkoly Observatory
Budapest
6 September 2011
HU ISSN 0374 - 0676

MINIMA OF ECLIPSING BINARIES, VARIABILITY OF V840 HER AND
NSV5740, NEW EPHEMERIDES FOR V997 CYG, V1037, V1098, V1100 HER

ARENA, C.^{1,2}; ACETI, P.³; BANFI, M.¹; BELLIA, I.⁴; BIANCIARDI, G.⁴; CORFINI, G.¹; MARCHINI, A.^{1,5}; MARINO, G.^{1,2}; MARTINENGO, M.¹; PAPINI, R.¹; PESENTI, L.³; ROMEO, G.²; RUOCCO, N.^{1,6}; VINCENZI, M.¹; ZAMBELLI, R.¹

¹ Sezione Stelle Variabili - Unione Astrofili Italiani (UAI), e-mail: stellvariabili@uai.it

² Gruppo Astrofili Catanesi - via Milo, 28 I-95125 Catania, ITALY

³ [Liceo Scientifico Iris Versari, Cesano Maderno \(MI\), ITALY](http://www.iris-versari.it)

⁴ Skylive/Telescopio remoto UAI - ITALY

⁵ University of Siena Astronomical Observatory - Via Roma, 56 I-53100 Siena, ITALY

⁶ Astrocampania, Sez. Stabia - Penisola Sorrentina - ITALY

| | | | | | |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------|--------------|---|
| DU CVn | 55658.3619 | 0.0011 0.0007 | I | r | Ruocco/SC25/ST7 |
| DU CVn | 55658.5164 | 0.0005 0.0004 | II | r | Ruocco/SC25/ST7 |
| DU CVn | 55661.4319 | 0.0007 0.0008 | I | r | Ruocco/SC25/ST7 |
| WZ Cyg | 55412.3457 | 0.0005 0.0001 | II | R | Romeo, Marino/SC20/ST7 |
| V997 Cyg | 55459.3667 | 0.0014 0.0003 | II | R610 | Corfini/NW20/CCD-UAI |
| V997 Cyg | 55460.5135 | 0.0006 0.0017 | I | R610 | Corfini/NW20/CCD-UAI |
| V997 Cyg | 55462.3445 | 0.0007 0.0003 | I | R610 | Corfini/NW20/CCD-UAI |
| V997 Cyg | 55463.4917 | 0.0012 0.0010 | II | R610 | Corfini/NW20/CCD-UAI |
| V997 Cyg | 55469.4474 | 0.0004 0.0002 | II | c | Zambelli/SC25/ST8 |
| V997 Cyg | 55469.4481 | 0.0017 0.0006 | II | R610 | Corfini/NW20/CCD-UAI |
| V997 Cyg | 55472.4243: | 0.0020 0.0015 | I | R610 | Corfini/NW20/CCD-UAI |
| V997 Cyg | 55476.3207 | 0.0022 0.0006 | II | R610 | Corfini/NW20/CCD-UAI |
| V997 Cyg | 55478.3836 | 0.0011 0.0002 | I | R610 | Corfini/NW20/CCD-UAI |
| V997 Cyg | 55479.2994 | 0.0004 0.0002 | I | R610 | Corfini/NW20/CCD-UAI |
| V1905 Cyg | 55739.4298 | 0.0002 0.0001 | I | V | Martinengo/SC20/QSI 516wsg |
| V2197 Cyg | 55754.3883 | 0.0001 0.0001 | I | V | Banfi, Aceti, Pesenti/SC25/ST7 |
| V2278 Cyg | 55710.4459 | 0.0009 0.0004 | I | V | Marino/NW20/ST7 |