

# IL MOTO PROPRIO DELLA STELLA DI BARNARD

F. Freistetter<sup>(a)</sup>, G. Iafrate<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> ZAH Heidelberg

<sup>(b)</sup> INAF - Osservatorio Astronomico di Trieste

Informazioni e contatti: <http://vo-for-education.oats.inaf.it> - [iafrate@oats.inaf.it](mailto:iafrate@oats.inaf.it)

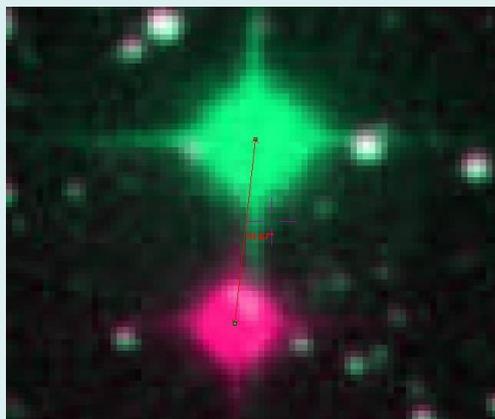
## La stella di Barnard

Alcune stelle si muovono in cielo rispetto alle altre stelle di campo. Questo moto è chiamato moto proprio.

Aladin permette di cercare negli archivi dell'Osservatorio Virtuale due o più immagini di una determinata stella riprese in epoche differenti.

Successivamente, combinandole con colori diversi e sfruttando lo strumento "vettore di distanza" è facile calcolare lo spostamento della stella e il suo moto proprio.

La stella con il maggior moto proprio è la stella di Barnard: in meno di 200 anni copre in cielo il diametro della Luna piena.



## 1 Le stelle si muovono!

Anche se le stelle sono spesso chiamate “stelle fisse”, esse non sono propriamente fisse. Questa parola è stata scelta in tempi antichi, quando non si conosceva molto sulla reale natura dei corpi celesti, per distinguerle dalle “stelle in movimento” che cambiavano la loro posizione ogni notte.

Oggi sappiamo che queste ultime sono pianeti e che anche le stelle “fisse” si muovono. Il loro moto angolare è molto piccolo e agli astronomi spesso serve molto tempo per misurarlo.

Il moto delle stelle di cui ci occupiamo qui è quello reale, che avviene nello spazio (rispetto al Sole) e che causa un spostamento angolare apparente sulla sfera celeste. La velocità angolare dello spostamento si chiama *moto proprio* per distinguerlo dai moti apparenti dovuti principalmente al moto della Terra nello spazio.

Una stella che si muove in cielo di moto proprio varia la sua ascensione retta e la sua declinazione con una velocità data dalle formule seguenti:

$$\mu_{\delta} = \mu \cos(\theta)$$

$$\mu_{\alpha} = \mu \frac{\sin(\theta)}{\cos(\delta)}$$

Dove  $\mu$  è il moto proprio in ,  $\theta$  è l'angolo dello spostamento dalla direzione Nord, per la quale  $\theta = 0^\circ$ , e  $\delta$  è la declinazione (spesso, nei cataloghi,  $\mu_{\alpha}$  è già corretto per  $\cos(\delta)$ ).

## 2 Quanto veloce è la stella di Barnard?

La stella con il maggiore moto proprio misurato finora è la stella di Barnard. La sua velocità angolare può essere ricavata utilizzando il software Aladin scaricabile

gratuitamente dalla pagina nella versione desktop:

<https://aladin.u-strasbg.fr/aladin.gml>

Apriamo Aladin e scegliamo la lingua italiana dal menu

*modifica* -> *preferenze* -> *lingua* -> *italiano*.

Riavviamo Aladin per rendere effettive le modifiche.

Ora carichiamo le due immagini della stella di Barnard. Apriamo il pannello di selezione del server:

*File* -> *Open server selector* -> *DSS* ->

Scriviamo “barnard star” nel campo “Oggetto”, poi selezioniamo “POSS2UKSTU\_Red” nel campo “Sky Survey” e clicchiamo “Inoltra”.

Ripetiamo le operazioni appena completate ma questa volta scegliamo “POSS2UKSTU\_Blue” nel campo “Sky Survey”



Fig. 1: Scegliere le immagini della stella di Barnard.

Le immagini e i cataloghi vengono caricate nella parte destra di Aladin, ciascuno in un “piano”. L’immagine visualizzata nella finestra principale di

*Il nostro progetto dipende dal vostro gradimento. Se avete trovato utile il materiale che abbiamo sviluppato vi preghiamo di riconoscerlo nei vostri lavori, scriverci una mail (iafrate@oats.inaf.it) o mettere un mi piace sulla nostra pagina Facebook (www.facebook.com/VOedu). Grazie!*

Aladin è quella del piano selezionato, che ha un segno di spunta a fianco al nome.

Ora possiamo combinare le due immagini in un'animazione e vedere se la stella si è mossa.

Creiamo un'animazione dal menu

*Immagine -> Genera un'animazione*

Specifichiamo le immagini che vogliamo utilizzare e clicchiamo "crea".

Osservando l'animazione nel piano "Blk img" possiamo notare che una stella si sposta: è la stella di Barnard. Per misurare l'ampiezza dello spostamento angolare moto da un'immagine all'altra, creiamo un'immagine a colori dal menu

*Immagine -> Costruisci Immagine RGB*



Fig. 2: Creare l'immagine animata.

Questa funzione è pensata per la combinazione di immagini in differenti

lunghezze d'onda per ottenere un'immagine a colori, ma la possiamo utilizzare anche per il nostro scopo.

Nella finestra "rgb" indichiamo un'immagine per il canale rosso e l'altra per il canale verde. Cliccando "crea" otteniamo una nuova immagine.



Fig. 3: Combinare le due immagini.

Le due immagini sono ora sovrapposte. Le stelle che non si sono mosse appaiono bianche. La stella di Barnard invece si è mossa e quindi la vediamo in un'immagine rossa e nell'altra verde.

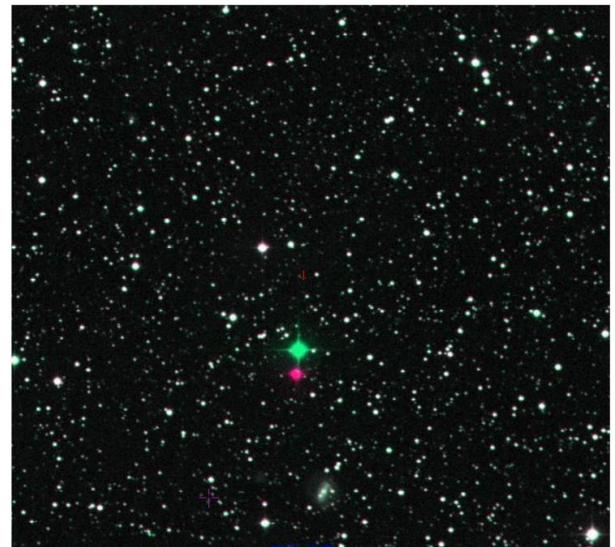


Fig. 4: Immagine a colori costruita con le due differenti immagini della stella di Barnard. Ora ingrandiamo la parte di immagine attorno alla stella di Barnard ("zoom") e

*Il nostro progetto dipende dal vostro gradimento. Se avete trovato utile il materiale che abbiamo sviluppato vi preghiamo di riconoscerlo nei vostri lavori, scriverci una mail (iafrate@oats.inaf.it) o mettere un mi piace sulla nostra pagina Facebook (www.facebook.com/VOedu). Grazie!*

utilizziamo lo strumento “dist” per misurare la distanza tra l’immagine rossa e quella verde. Il risultato dovrebbe essere circa 32 arcsec, che è la distanza apparente coperta dalla stella.

Ma... in quanto tempo?

Con un clic con il pulsante destro del mouse sui piani delle immagini di Aladin, possiamo vedere le proprietà di ciascuna immagine.



Fig.5: Finestra delle proprietà, con la data di ripresa dell’immagine.

Qui troviamo le date precise in cui sono state riprese le immagini. Le informazioni che ci servono sono quelle del campo “epoca”. Nel nostro caso le immagini sono state riprese il 12 maggio 1988 alle 09:54:00 e il 16 giugno 1991 alle 07:47:59, che, scritte in anni decimali, corrispondono a:

1988.36115674196 e

1991.45468856947.

Possiamo ora calcolare facilmente il tempo trascorso tra le due immagini: 3.09353182751 anni.

Quindi, il moto proprio della stella di Barnard è **10.35 arcsec all’anno**.

### 3 Ulteriori analisi

Se la stella di muove di 10.35 arcsec all’anno sulla sfera celeste, qual è la sua reale velocità nello spazio rispetto al Sole? Per calcolare questo valore dobbiamo conoscere la distanza della stella di Barnard.

A questo scopo carichiamo un catalogo:

File -> Carica catalogo -> Database SIMBAD

Il simbolo del catalogo è ora visualizzato nella catasta di piani di Aladin. Selezioniamo gli oggetti del catalogo nell’immagine tracciando con il mouse un quadrato che li contiene: le loro informazioni compaiono nella finestra dei dati, sotto la finestra principale di Aladin.



Fig. 6: Informazioni sugli oggetti selezionati.

La stella di Barnard è qui indicata con il suo altro nome: V\* V2500 Oph (V\* significa “variabile”, poiché la stella di Barnard è una stella variabile). Notate che la stella appare in una posizione diversa rispetto alle due immagini caricate, questo è dovuto proprio al suo moto proprio.

Cliccando sul nome si apre nel browser web la pagina di SIMBAD con tutte le informazioni disponibili su questa stella. “Parallaxes mas” indica la parallasse della stella misurata in milliarcosecondi (mas): 549 mas.

*Il nostro progetto dipende dal vostro gradimento. Se avete trovato utile il materiale che abbiamo sviluppato vi preghiamo di riconoscerlo nei vostri lavori, scriverci una mail (iafrate@oats.inaf.it) o mettere un mi piace sulla nostra pagina Facebook (www.facebook.com/VOedu). Grazie!*

Object query : V\* V2500 Oph

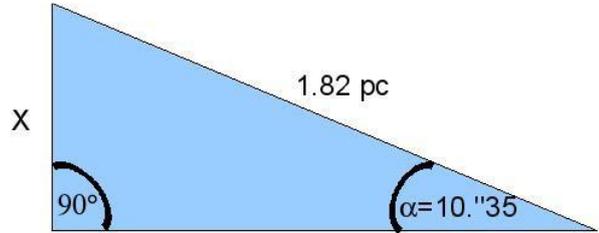
Available data	Basic data	Identifiers	Plot & images	Bibliography
<b>Basic data :</b> <b>V* V2500 Oph -- Variable of BY Dra type</b>				
Other object types: <b>BB*</b> ( ) , <b>BY*</b> ( ) , * (AC2000,ASCC,BD,CSI,GAT,GCRV,GJ,GSC,HIC,HIP,JF11,MOC,SpC,PI (C1,G,LFP,LHS,LSPM,LTP,MLTP) , <b>V*</b> (V*,CSV,BVV) , <b>IR</b> (IRAS,2MASS) , <b>X</b> (XB) , ** (C				
ICRS coord. (ep=2000): 17 57 48.4983 +04 41 36.245 ( ~ ) [ 14.24 10.45 67 ] A 1997Aaa...323i...49F				
FK5 coord. (ep=2000 eq=2000): 17 57 48.498 +04 41 36.245 ( ~ ) [ 14.24 10.45 67 ] A 1997Aaa...323i...49F				
FK4 coord. (ep=1950 eq=1950): 17 55 22.71 +04 33 14.1 ( ~ ) [ 84.21 61.89 67 ] A 1997Aaa...323i...49F				
Gal coord. (ep=2000): 031.0087 +14.0627 ( ~ ) [ 14.24 10.45 66 ] A 1997Aaa...323i...49F				
Proper motions mas/yr [error ellipse]: -798.71 10337.77 [ 1.66 1.22 67 ] A 1997Aaa...323i...49F				
Radial velocity / Redshift / cz: km/s -106.8 [-] / z -0.000356 [-] / cz -106.78 [-] D 1979IAUS...30...57B				
Parallax mas: 549.30 [ 1.58 ] A 1997Aaa...323i...49F				
Spectral type: <b>M4Ve</b> C ~				
Fluxes ( ? ) : <b>B</b> 11.28 [-] C ~				
<b>V</b> 9.54 [-] C ~				
<b>I</b> 8.7 [-] <b>M</b> 2003aJ...125...984M				
<b>J</b> 7.9 [-] <b>M</b> 2003aJ...125...984M				
<b>H</b> 5.24 [-] C 2003yCat.2246...0C				
<b>R</b> 4.83 [-] C 2003yCat.2246...0C				
<b>K</b> 4.52 [-] C 2003yCat.2246...0C				
essential notes: • not <a href="#">BD+04 3561</a>				

Fig. 7: Pagina del database SIMBAD sulla stella di Barnard.

Possiamo così calcolare facilmente la distanza della stella di Barnard:

$$d = 1/0.549 = 1.82 \text{ pc}$$

Ora sappiamo che la stella di Barnard dista 1.82 parsec e mostra un moto proprio di 10.35 arcsec all'anno. La trigonometria ci permette di calcolare la reale distanza percorsa dalla stella di Barnard in un anno:



La distanza x che la stella copre in un anno è 0.0000912 parsec, ovvero 2813000000 km. Questa distanza

corrisponde a una velocità tangenziale di **90 km/s ovvero 321000 km/h.**

### La parallasse

Gli astronomi utilizzano la parallasse per ricavare la distanza delle stelle. La parallasse è l'angolo tra le direzioni in cui vediamo una stella vicina quando la osserviamo da due posizioni differenti, sia località diverse sulla Terra che posizioni diverse della Terra lungo la sua orbita attorno al Sole.

La parallasse è tanto più piccola quanto più la stella che si osserva è lontana. Per riuscire a misurare l'angolo di parallasse le due posizioni da cui si osserva la stella devono essere il più distanti possibile. Per questo motivo gli astronomi osservano le stelle da due punti opposti dell'orbita terrestre: calcolano la posizione delle stelle ogni 6 mesi, da due punti distanti 300 mila km uno dall'altro. Gli astronomi utilizzano il "parsec" per misurare le distanze. Il parsec (parallasse secondo) corrisponde alla distanza a cui il raggio dell'orbita terrestre è visto sotto un angolo di un arcosecondo. Una stella alla distanza di 1 parsec ha una parallasse di 1 arcosecondo. Un arcosecondo è anche l'angolo sotto cui si vedrebbe un pallone da calcio a 46 km di distanza. La distanza di una stella in parsec è l'inverso della sua parallasse misurata in arcosecondi.



Si ringraziano Alessia Canelli, Karin Cescon, Dimitri Francolla e Asia Micheli, del liceo scientifico G. Galilei di Trieste, per la revisione di questo modulo didattico avvenuta nell'ambito del progetto europeo Asterics (H2020).

Il nostro progetto dipende dal vostro gradimento. Se avete trovato utile il materiale che abbiamo sviluppato vi preghiamo di riconoscerlo nei vostri lavori, scriverci una mail (iafrate@oats.inaf.it) o mettere un mi piace sulla nostra pagina Facebook (www.facebook.com/VOedu). Grazie!