

OBSERVAREA STELELOR DUBLE

Minodora Carmen LIPCANU*

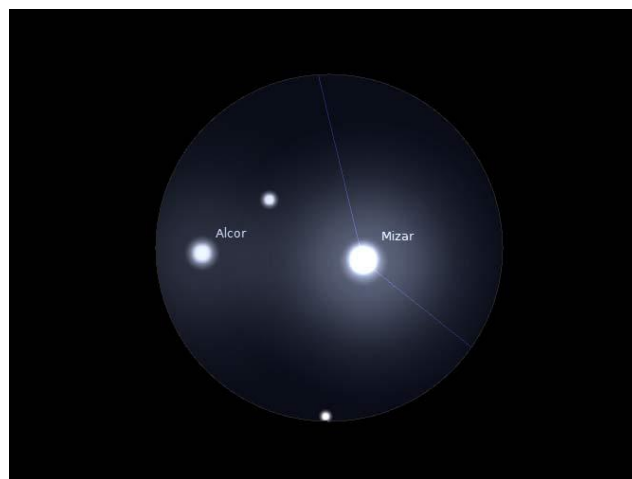
Key words: binary stars, eclipsing binary stars, stellar masses, spectroscopic binary, visual binaries.

Cele mai multe dintre stelele vizibile ale galaxiei noastre au orbite speciale, una în jurul alteia sau în jurul unui centru de masă comun. De obicei, dintr-un astfel de dans spațial fac parte două stele legate de atracție gravitațională și îl numim stea dublă. Sau, același centru de masă poate susține trei, patru și, mai rar, șase stele. Cum forța gravitațională depinde de masa corpului, observarea acestor stele duble sau multiple este o ocazie extraordinară de calcul al masei ansamblului de stele. Mai departe, masa determinată ne dă o idee despre evoluția în timp a stelelor și despre cum își vor schimba structura.

Dintre stelele fierbinți (de tip O sau B) cam 80% sunt stele duble. Stelele de tip Soare se nasc duble în jur de 60%. Stelele reci (de tip M, L, T sau Y) se formează fără companioni.

În ceea ce privește astronomia de amatori, stelele reci sunt aproape invizibile, cu excepția gigantelor roșii. Lucrurile se schimbă în cazul stelelor fierbinți.

La majoritatea stelelor duble, componentele sunt despărțite de câteva unități astronomice. Totuși, s-au observat stele duble în care componentele sunt atât de apropiate încât par că se ating (vorbim de stele vizibile), orbitând în contact una cu alta, având o atmosferă de gaz comună. Există două ipoteze în aceste cazuri: sau se asistă la formarea a două stele dintr-o stea părinte, sau din două stele se formează o stea cu un sistem planetar. Pe de altă parte, o stea dublă cu spațiu foarte larg între componente este, probabil, scena captării gravitaționale a unei stele cu traiectorie apropiată. Existând atât de multe situații (am prezentat o mică parte), multe ipoteze și, deci, multe incertitudini, observarea cu răbdare și perseverență ar putea clarifica unele aspecte, chiar dacă însăși evoluția speciei umane este cu mult sub durata unei etape din evoluția oricărei stele.



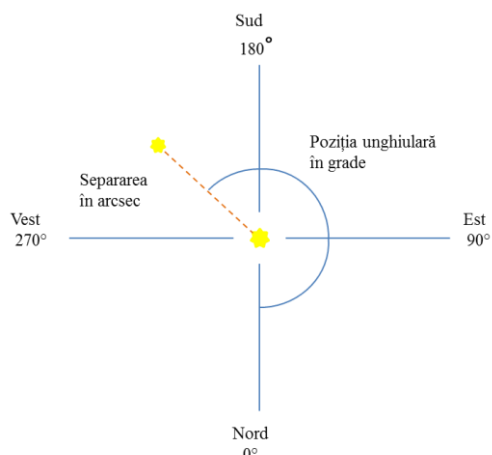
Imaginile nr. 1 și nr. 2 *Steaua dublă Alcor și Mizar*

Câteva stele duble pot fi observate cu ușurință cu un telescop mic. De exemplu, Mizar din Ursa Major este o stea dublă. Cu ochiul liber Mizar și Alcor (Calul și Călărețul) par a fi stea dublă, când, de fapt, Alcor, stea dublă, este doar în direcția stelei duble Mizar.

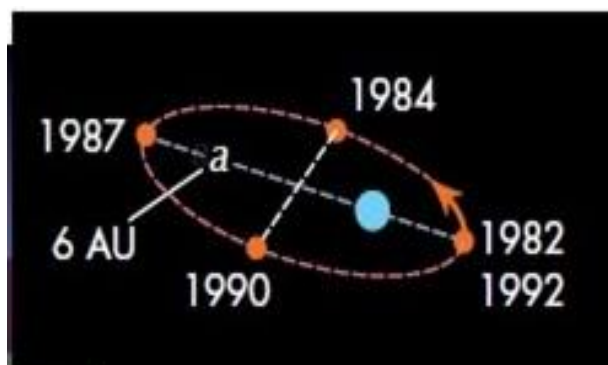
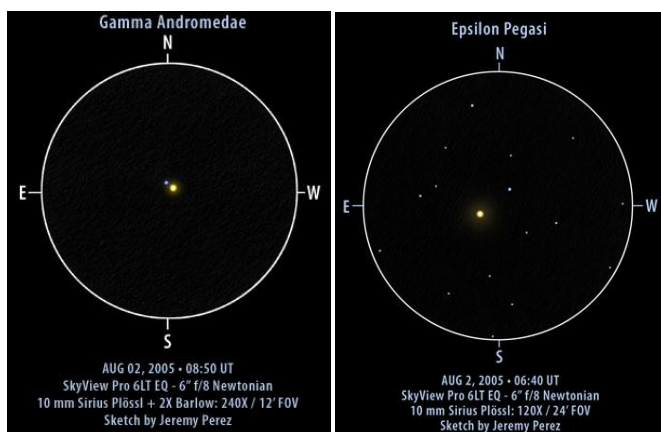
Pentru cele mai multe dintre stelele duble le putem observa în mod direct deplasarea orbitală a unei stele față de cealaltă, prin compararea imaginilor făcute la distanță de câțiva ani, dacă avem

* Doctor în Matematică, domeniul Astronomie, profesor de astronomie la Palatul Național al Copiilor București.

grijă să atașăm o schiță cu orientarea punctelor cardinale, a datei observației, separarea componentelor în arcsec și poziția unghiulară în grade.



Imaginile nr. 2 și nr. 3 Sistemul binar Alcor și Mizar și poziția unghiulară în grade



Imaginile nr. 3 și nr. 4 Stelele Gamma Andromedae și Epsilon Pegasi (stânga) și orbita medie a companionului stelei albastre după 10 de ani de observații (dreapta)

Satisfacția imediată a observatorului amator este reușita separării componentelor și observarea culorilor lor. În acest scop, ar fi utilă o lunetă cu raportul dintre apertură și lungimea focalei cât mai mare, adică luminozitate scăzută. După strângerea a mai multe imagini pe o perioadă de cel puțin 10 ani, putem vizualiza orbita sau orbitele componentelor și determina perioada de rotație, T , în ani, și semiaxa orbitei, a , în unități astronomice ($a = \frac{a''}{p''}$, unde p'' este paralaxa în secunde de arc). Cu legea a III-a a lui Kepler, generalizată de către Newton putem determina masa sistemului binar:

$$m + M = \frac{a^3}{T^2}.$$

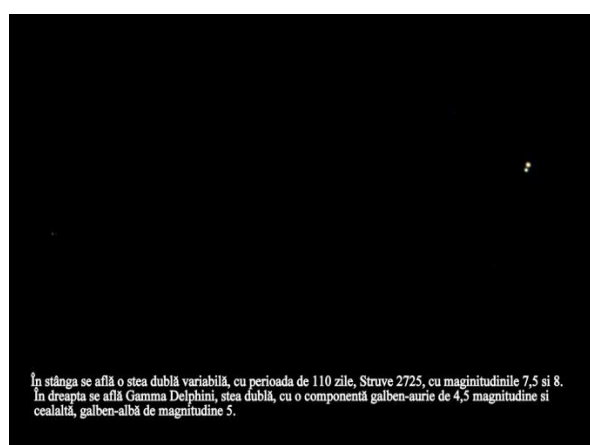
Rezultatul va fi în mase solare și putem analiza, în funcție de diagrama HR stadiul în care se află steaua dublă observată. Într-o viață de om este puțin probabil să observăm modificări de orbite sau de structură ale vreunui sistem binar. Totuși, probabilitatea descoperirii unei variații nu este nulă, ci doar mică.



Imaginea nr. 5 *Steaua cvadruplă - Epsilon Lyrae*

Din studiul mișcării stelelor și calculul maselor s-a dedus și sperăm că se va mai deduce existența piticelor albe cu luminozitate, imposibil de detectat în astronomia optică. Poate că astronomia în unde gravitaționale va confirma aceste pitice albe descoperite matematic. Imaginile vor să susțină observarea stelelor în localități poluate luminos.

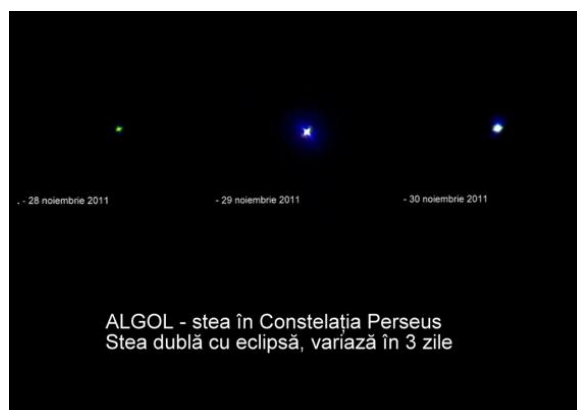
Mult mai dificilă este observarea dublelor spectroscopice. Vizual, chiar și printr-un telescop puternic, o astfel de stea are componentele confundate într-un obiect. Urmărind liniile de absorbție din spectrul stelei pe o perioadă de la câteva zile la ani, se observă o deplasare pendulară a lor. Astfel, studiul mișcării orbitale se poate face prin efect Doppler. Deși este o observare frustrantă, din punct de vedere optic, ne dă perioada orbitală, T , cu ajutorul căreia determinăm masa sistemului binar.



Imaginile nr. 6 și nr. 7 *Roiul deschis "Trapezul" (stânga) și steaua dublă Gamma Delphini (dreapta)*

Stelele duble cu eclipsă pleacă din start cu coincidența faptului că planul orbital este coplanar cu direcția observatorului. Urmărind variația strălucirii stelelor duble, putem înregistra durata eclipselor și să obținem în afară de masa sistemului binar și razele celor două stele. Aceste

observații pot cere mult sacrificiu de timp din partea observatorului, chiar și stele precum Algol din Perseus sau β Lyrae.



Imaginea nr. 8 *Steaua multiplă Sigma Orionis și steaua variabilă Algol*

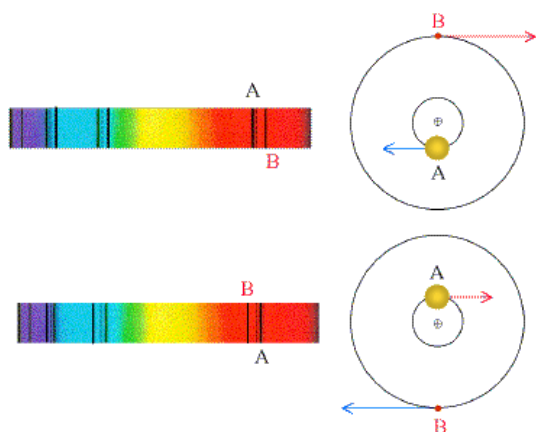


Imaginea nr. 9 *Steaua dublă Delta Cephei*

Soluția ar fi înregistrarea stelei duble cu eclipsă prin filmare (pe camera CCD sau CMOS) pe durata întregii nopți, timp de câteva nopți la rând și cu un program de verificare a variației de strălucire, obținem rezultatele dorite. În general, vor fi rezultate de confirmare. Uneori se pot obține, urmărind curbele de lumină ale unor stele duble cu eclipsă, detalii despre distribuția petelor stelare. Se pare că în prima parte a vieții unei stele în echilibru hidrostatic, activitatea sa magnetică este extrem de puternică, având pete stelare atât de mari încât pot fi înregistrate variații de strălucire.

Sky and Telescope a publicat un tabel cu cele mai frumoase 42 de stele duble și multiple pe adresa <http://www.skyandtelescope.com/observing/pretty-double-stars-for-everyone/>. Chiar și în localitățile poluate luminos și cu instrumente nededicate obiectelor deep sky putem face observații

astronomice care să ne aducă satisfacții personale și, în același timp, rezultate utile cercetării profesionale a spațiului.



Componenta A sau B se va deplasa spre observator și acesta va înregistra deplasarea spre albastru a liniilor de absorbție, iar când se va îndepărta, se va observa deplasarea liniilor spre roșu. Din compararea timpului de deplasare spre roșu cu cel spre albastru se poate determina forma orbitelor.

THE OBSERVATION OF BINARY STARS

Most visible stars are binary stars. This work presents practical methods to observe and record them. These observations can even be made in a site with light pollution. The goals of these observations are both aesthetic and scientific. However, the scientific goal is only reached if the records of observations are made in the course of decades for the scope of comparison.

Bibliografie:

1. Thomas T. Arny, Stephen E. Schneider, 2017, *Explorations an introduction to astronomy*, seventh edition, McGraw-Hill, 571p;
2. Ștefan D. Tiron, Ion M. Nacu, 2015, *Astronomie*, Lyceum Chișinău, 416p;
3. L. A. Almeida, H. Sana, S. E. de Mink, F. Tramper, I. Soszyn'ski, N. Langer, R. H. Barbá, M. Cantiello, A. Damineli, A. de Koter, M. Garcia, G. Gräfener, A. Herrero, I. Howarth, J. MaízApellániz, C. Norman, O. H. Ramírez-Agudelo, and J. S. Vink, 2015, *Discovery of the massive overcontact binary vfts 352: evidence for enhanced internal mixing*, The Astrophysical Journal, 9p;
4. <http://www.skyandtelescope.com/observing/celestial-objects-to-watch/double-stars/>