

# Διπλοί αστέρες.

Στα φυσικά διπλά συστήματα, δηλαδή αυτά με βαρυτική αλληλεπίδραση των τροχιών των αστερών, έχουμε τις εξής κατηγορίες.

- 1) Οπτικοί διπλοί. Σε αυτά τα συστήματα οι συνοδοί ξεχωρίζουν οπτικά, ή έστω με την χρήση συμβολομετρίας.
- 2) Αστρομετρικοί. Ονομάζονται και διπλοί με άορατο συνοδό. Η ύπαρξη συνοδού διαπιστώνεται από την περιοδική αλλαγή της τοποθεσίας του ορατού αστέρα (η κίνηση γύρω από το κοινό κέντρο βάρους).
- 3) Φασματογραφικοί. Η δυαδικότητα διαπιστώνεται φασματογραφικά από την περιοδική μετατόπιση του φάσματος (φαινόμενο Ντόπλερ), κατά περίπτωση και την επικάλυψη των 2 αστρικών φασμάτων.
- 4) Φωτομετρικοί. Είναι οι επικαλυπτόμενοι διπλοί. Η γωνία της τροχιάς τους γύρω από το κοινό κέντρο βάρους είναι με τέτοια κλίση προς τη Γη ώστε να αλληλεπικαλύπτονται κατά τη διάβασή τους (τότε έχουμε το ελάχιστο της λαμπρότητας του συστήματος).
- 5) Διπλοί ακτίνων Χ. Πρόκειται για στενά συστήματα με συμπαγείς συνοδούς (λευκοί νάνοι- αστέρες νετρονίων).

Από το 1 στο 5 τα συστήματα γίνονται όλο και πιο στενά. Όσο πιο μεγάλη είναι η απόσταση μεταξύ των 2 αστερών, τόσο πιο εύκολα διακρίνονται οπτικά σε 2 ξεχωριστά αστέρια.

Όσο πιο κοντά είναι το ένα με το άλλο, τόσο μεγαλώνει η μετατόπιση των γραμμών στο φάσμα, και οι πιθανότητες αλληλοεπικάλυψης των αστεριών. Φυσικά, τα πολύ μακρινά συστήματα δεν μπορούν να αναλυθούν.

Περίπου το 50% των αστεριών είναι σε διπλά ή πολλαπλά συστήματα. Σε διπλά συστήματα είναι το 70-80% των μεγάλων, OB αστεριών, το 46% των F6-K3, και το 20-30% των M (νάνων). Η συχνότητα των διπλών μειώνεται στις μικρότερες μάζες και στις μεγαλύτερες ηλικίες. Στην άλω έχουμε τα ίδια ποσοστά διπλών με αυτά στον γαλαξιακό δίσκο.

## Οπτικοί διπλοί

Η φαινόμενη τροχιά τους γύρω από το κοινό κέντρο μάζας τους αποτελεί την προβολή της τροχιάς στη σφαίρα (ουράνιο θόλο). Προκύπτει μια έλλειψη, όπου το κύριο αστέρι δεν είναι το κέντρο της τροχιάς του, σχετικά μικρότερου, συνοδού. Όταν γνωρίζουμε ένα μεγάλο μέρος της τροχιάς, μπορούμε να συμπεράνουμε όλες τις παραμέτρους της. Το κέντρο της φαινόμενης τροχιάς είναι και αυτό της πραγματικής. Η διάμετρος της φαινόμενης τροχιάς είναι η προβολή του μεγάλου ημιάξονα (γραμμή αφίδων). Τα τελικά σημεία αυτής της διαμέτρου είναι το περίαστρο και το απόαστρο. Οι περίοδοι στους διπλούς φτάνουν από την 1 ώρα ως τα 11000 έτη. Οι τροχιές με σύντομες περιόδους είναι πιο κυκλικές, ενώ αυτές με μεγάλες περιόδους πολύ έκκεντρες. Τα μακρινά μεταξύ τους ζευγάρια δεν μας δείχνουν άμεσα την σχέση τους, αλλά την συμπεραίνουμε από τις ιδίες κινήσεις των 2 αστερών.

Η κίνησή τους στον ουρανό.

Η πραγματική τους κίνηση σε σχέση με τα άλλα αστέρια του ουρανού προκύπτει από α) Την ίδια κίνηση όλου του συστήματος (ευθύγραμμη κίνηση του κέντρου βάρους). β) Τις τροχιές των συνοδών γύρω από το κέντρο βάρους. γ) Την παραλλακτική κίνηση σε σχέση με την κίνηση της Γης.

## .Αστρομετρικοί διπλοί

Επειδή σε αυτούς δεν φαίνεται ο αμυδρός συνοδός, το πρόβλημα στον καθορισμό των τροχιών είναι ότι αυτό που παρατηρούμε είναι το κέντρο λαμπρότητας (το βαρυντικό κέντρο φωτός). Αυτό μας δίνει την απόλυτη κίνηση του κυρίως συνοδού μόνο αν συμπίπτει με αυτόν, δηλαδή η διαφορά λαμπρότητας ανάμεσα στα δυο αστέρια είναι αρκετά μεγάλη. Όταν η φωτοκεντρική τροχιά είναι μικρή δεν μπορούμε να ξεχωρίσουμε αν είναι ένα αστέρι με έναν μικρό συνοδό (πλανήτη) ή δύο αστέρια με το κέντρο φωτός κοντά στο βαρυντικό κέντρο.

## .Φασματοσκοπικοί διπλοί

Έχουμε α) Αυτούς με δυο φάσματα, όπου τα φάσματα και των 2 συνοδών είναι εμφανή και οι γραμμές τους ταλαντεύονται αντίθετα. β) Αυτούς με ένα φάσμα, όπου οι γραμμές ταλαντεύονται σύμφωνα. Ο συνοδός σε αυτήν την περίπτωση είναι αμυδρός αλλά με αρκετή μάζα ώστε να μετακινεί αισθητά το κυρίως αστέρι. Η διάκριση ανάμεσα στις 2 αυτές ομάδες δεν είναι εύκολη. γ) Τα συστήματα με φασματική δυαδικότητα, τα συμβιωτικά αστέρια (Spectrum binaries). Η δυαδικότητα δεν φαίνεται από την γωνιακή ταχύτητα, αλλά από την επικάλυψη των 2 φασμάτων. Ο καθορισμός της τροχιάς γίνεται κυρίως με την καμπύλη της γωνιακής ταχύτητας.

## .Φωτομετρικοί διπλοί (διπλοί επικάλυψης).

Η κλίση των τροχιών τους πρέπει να είναι κοντά στις 90 μοίρες, ώστε να επιτυγχάνεται η μείωση της φωτεινότητας με την επικάλυψη. Στο κύριο ελάχιστο καλύπτεται ο κύριος συνοδός, ενώ στο δευτερεύων ο μικρότερος. Οι τροχιές τους καθορίζονται από την καμπύλη φωτός. Οι αρχές σε αυτά τα συστήματα είναι γεωμετρικές και όχι φυσικές.

α) Πλήρης επικάλυψη. Στην ολική επικάλυψη περνάει το μεγάλο μπροστά από το μικρό, ενώ στην δακτυλιοειδή καλύπτεται μόνο ένα μέρος του μεγάλου από το μικρό, όταν αυτό περνάει από μπροστά του.

β) Μη πλήρης επικάλυψη. Στη μερική επικάλυψη το μεγάλο περνάει μπροστά από το μικρό χωρίς να το καλύπτει τελείως (δεν έχουμε τέλεια ευθυγράμμιση με την Γη), ενώ στη μερική διάβαση γίνεται το αντίθετο.

Η δημιουργία των διπλών αστέρων μπορεί να γίνει με τους εξής μηχανισμούς

- 1) Αιχμαλώτιση αστέρα από το βαρυντικό πεδίο ενός άλλου. Είναι ένα απορριπτό σενάριο. Έχει πιθανότητες να συμβεί μόνο σε τριπλά συστήματα, αλλά τα διπλά συστήματα στο σύμπαν είναι πολύ περισσότερα από τα τριπλά.
- 2) Διάσπαση κατά την τοπική κατάρρευση του νεφελώματος (κοινός αρχικός πυρήνας), ως συνέπεια του αυξανόμενου ρυθμού περιστροφής κατά την συστολή του αστέρα (το αρχικό στάδιο της ζωής του). Το πρόβλημα εδώ είναι ότι τα σώματα με γρήγορη περιστροφή σχηματίζουν έναν δακτύλιο στον ισημερινό τους από τη μάζα που χάνουν, και αν έχουμε δημιουργία διπλού συστήματος λόγω διάσπασης, τότε αυτό μπορεί να γίνει μόνο σε στενά συστήματα. Τα ανοιχτά συστήματα έχουν μεγαλύτερη στροφορμή.
- 3) Ξεχωριστοί πυρήνες κατάρρευσης νεφελώματος. Το πιο πιθανό σενάριο για τα ανοιχτά ζευγάρια. Δημιουργούνται 2 κέντρα μάζας που περιφέρονται το ένα γύρω από το άλλο. Κάποιοι παράγοντες, όπως το ύψος και η κατανομή της στροφορμής, το μαγνητικό πεδίο και οι στροβιλισμοί είναι υπεύθυνοι για το αν θα δημιουργηθεί ένα πιο μεγάλο αστέρι με πλανήτες ή 2 πιο αστέρια σε σύστημα.

Σημείωση 1.

Το νεφέλωμα homunculus.

Το νεφέλωμα αυτό είναι ένα διαστελλόμενο κουκούλι από αέρια και σκόνη γύρω από το Ήτα Καρίνας, ένα από τα μεγαλύτερης μάζας γνωστά διπλά συστήματα. Το σύστημα αυτό είναι 7500 έτη φωτός μακριά από τον Ήλιο. Το κύριο αστέρι έχει 90 ηλιακές μάζες και το δευτερεύον 30. Ο χρόνος περιφοράς τους είναι 5,5 έτη. Η μεταξύ τους απόσταση κυμαίνεται κατά 20 μεγέθη λόγω της μεγάλης εκκεντρικότητας της τροχιάς τους. Η πιο κοντινή τους απόσταση είναι σαν την τροχιά του Άρη γύρω από τον Ήλιο. Το φως από το κουκούλι μας ήρθε πρώτη φορά ανάμεσα στο 1838 και το 1845, όπου το σύστημα παρουσίασε έντονη αστάθεια λαμπρότητας. Η αιτία ήταν μια μεγάλη εκτίναξη υλικού, 10 με 40 ηλιακές μάζες. Η λαμπρότητά του αυξήθηκε τόσο για μερικά χρόνια, ώστε ήταν το λαμπρότερο αστέρι στον ουρανό μετά τον Σείριο.

Μετρήσεις της ταχύτητας διαστολής μας δίνουν το σχήμα του νέφους. Υπάρχουν δομές που παρεκκλίνουν από την συμμετρία των αξόνων του. Δυο σχισμές (trench) που τυλίγονται γύρω από τις φούσκες εκτείνονται σε 130 μοίρες. Με απόσταση 110 μοίρες μεταξύ τους διακρίνονται δυο βραχιόνες (dust skirts). Οι ανωμαλίες αυτές μας δείχνουν ότι το νέφος αυτό έχει πολύπλοκη προέλευση.

Οι αλληλεπιδράσεις των δυο αστέρων που βρίσκονται στο κέντρο του νέφους έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην δημιουργία του, ιδίως οι αστρικοί τους άνεμοι. Ο πυκνός άνεμος από το κύριο αστέρι αποβάλλει υλικό μιας ηλιακής μάζας το έτος. Ο μικρότερος αστέρας έχει λιγότερη απώλεια μάζας. Όταν συναντιούνται οι δυο άνεμοι δημιουργούνται συγκρούσεις που αυξάνουν την θερμοκρασία της ύλης στους 10 εκατομμύρια βαθμούς. Αυτό παρατηρείται στις ακτίνες X, και κατά περίεργο τρόπο η ένταση των ακτίνων X μειώνεται όταν πλησιάζουν τα δυο αστέρια μεταξύ τους. Μάλλον η ακτινοβολία που διαφεύγει από την σύγκρουση των δυο αστρικών ανέμων απορροφάται από το μεγάλο αστέρι, κάτι που γίνεται πιο αποτελεσματικά όταν τα δυο αστέρια είναι κοντά. Ή όταν τα 2 αστέρια είναι κοντά μπορεί να εμποδίζεται η δημιουργία του κρουστικού κύματος, ή ακόμα να συμπυκνώνεται το υλικό, ώστε να μην μπορεί να αυξήσει τόσο την θερμοκρασία του.

Οι δομές που ανακαλύψαμε μπορεί να οφείλονται σε αυτές τις συγκρούσεις. Όταν πλησιάζουν τα αστέρια, ο άνεμος του μικρού σκάβει μια μορφή τούνελ στην ύλη που διαφεύγει από τον μεγάλο. Η γωνία αυτής της κρούσης εκφράζεται από την γωνία των βραχιόνων που παρατηρούμε στο νέφος.



