

Με τον όρο διπλά άστρα (double stars, binary stars) εννοούμε ένα δυναμικό αστρικό σύστημα αποτελούμενο από δύο ή περισσότερα άστρα δεσμευμένα με βαρυτικές δυνάμεις σε τροχιές γύρω από το κοινό κέντρο μάζας τους (βαρύκεντρο). Το βαρύκεντρο είναι ένα σημείο της ευθείας που συνδέει τα μέλη του αστρικού ζεύγους, δηλαδή το πρωτεύον άστρο (primary) και τον συνοδό (companion). Κατά κανόνα ο συνοδός είναι αμυδρότερος από το πρωτεύον. Η απόσταση των δύο μελών από το βαρύκεντρο είναι εξ ορισμού αντιστρόφως ανάλογη της μάζας τους. Σε σχέση με τα γειτονικά άστρα το βαρύκεντρο κινείται ευθύγραμμα εφόσον η επίδραση του πεδίου βαρύτητας των μακρινών άστρων είναι αμελητέα.

Ανάλογα με τον τρόπο και τη μέθοδο που γίνεται η αναγνώρισή τους, και όχι με βάση τα φυσικά τους χαρακτηριστικά, ταξινομούνται σε οπτικά διπλά (visual binaries), σε εκλειπτικά (eclipsing binaries), σε αστρομετρικά (astrometric binaries), σε φασματοσκοπικά διπλά (double-lined spectroscopic binaries) και σε φασματικά διπλά (single-lined spectroscopic binaries). Θα παραλείψουμε, για λόγους συντομίας, την παρουσίαση αυτών των ομαδοποιήσεων. Ωστόσο, οφείλουμε να υπενθυμίσουμε ότι τα άστρα που εμφανίζονται κοντά μεταξύ τους στις οπτικές ή φωτογραφικές παρατηρήσεις δεν είναι όλα διπλά, δεν συνιστούν φυσικά ζεύγη. Φαίνονται ως διπλά επειδή βρίσκονται στην ίδια περίπου οπτική ακτίνα και προβάλλονται σχεδόν στο αυτό σημείο της ουράνιας σφαίρας, ενώ στην πραγματικότητα οι μεταξύ τους αποστάσεις είναι πολύ μεγάλες. Η πιθανότητα αυτής της ευθυγράμμισης δεν είναι αμελητέα αν αναλογισθούμε ότι ο πληθυσμός των άστρων είναι τόσο μεγάλος ώστε τα φαινομενικά διπλά αναφύονται αναπόφευκτα σε όλες τις κατευθύνσεις. Από το πλήθος των διπλών άστρων μόνο το 3% αντιστοιχεί σε φαινομενικά διπλά (optical doubles), ενώ το υπόλοιπο 97% είναι φυσικά ζεύγη, δηλαδή πραγματικά διπλά ή πολλαπλά.

Η αναγνώριση των πραγματικών αστρικών ζευγών γίνεται οπωσδήποτε μετά από επαναληπτικές παρατηρήσεις. Υπάρχει, ωστόσο, ένα κριτήριο για την κατάταξη των αστρικών ζευγών στην κατηγορία των φυσικά διπλών. Ο R.Aitken (1864-1951) έδωσε τον εμπειρικό τύπο $\log \varphi'' = 2,8 - 0,22 m$. Η γωνία φ'' είναι η διαχωριστική απόσταση των μελών του αστρικού ζεύγους σε δευτερόλεπτα τόξου και m το φαινόμενο οπτικό μέγεθος του συστήματος. Τα δύο μέλη θεωρούνται ως ένα (combined magnitude). Είναι βέβαια εξαίρεση και όχι ο κανόνας να έχουν την ίδια λαμπρότητα και τα δύο μέλη ενός διπλού αστρικού συστήματος¹.

Η λογική υπόθεση στην οποία στηρίζεται το προαναφερθέν κριτήριο έχει δύο βαθμίδες : α) Όσο μικρότερη είναι η γωνιώδης απόσταση μεταξύ δύο άστρων, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να αποτελούν φυσικό ζεύγος. β) Όσο μικρότερη είναι η γωνιώδης απόσταση και όσο μεγαλύτερη η λαμπρότητά τους, η πιθανότητα να

¹ Εάν δεν υπάρχει πολύ μεγάλη διαφορά λαμπρότητας μεταξύ του πρωτεύοντος άστρου (A) και του συνοδού (B) είναι τότε εύλογο να τροφοδοτεί ο B την λαμπρότητα (brightness) του A που αντικατοπτρίζεται στην αύξηση του οπτικού μεγέθους m . Το α Κενταύρου, για παράδειγμα, έχει μέγεθος + 0,06 και είναι το τρίτο κατά σειρά λαμπρότητας άστρο του νυχτερινού ουρανού. Τα οπτικά μεγέθη των μελών του είναι αντίστοιχα + 0,33 και + 1,70. Εάν υποθεθεί ότι ως κριτήριο για τον προσδιορισμό της φαινόμενης λαμπρότητας των διπλών άστρων χρησιμοποιούσαμε το μέγεθος του A, τότε ασφαλώς το α του Κενταύρου θα υποβαθμιζόταν στην έβδομη θέση.

αποτελούν φυσικά διπλό αστρικό σύστημα προκύπτει μεγάλη, για τον λόγο ότι τα λαμπρότερα άστρα βρίσκονται, ενδεχομένως, σε μικρές αποστάσεις από το Ηλιακό σύστημα και σε συνδυασμό με τη μικρή γωνιώδη απόσταση μεγιστοποιείται η πιθανότητα να βρίσκονται σε μικρή πραγματική απόσταση μεταξύ τους.

Όταν η τιμή, σε δευτερόλεπτα τόξου, της παρατηρούμενης γωνιώδους διαχωριστικής απόστασης των δύο άστρων προκύπτει μικρότερη της τιμής που δίνει η εμπειρική σχέση του Aitken, τότε το ζεύγος θεωρείται φυσικά διπλό, ενώ στην αντίθετη περίπτωση πρόκειται για συμπτωματικά ή φαινομενικά διπλά άστρα. Ο εμπειρικός τύπος του Aitken δίνει διάφορες οριακές τιμές. Για παράδειγμα, η γωνιώδης απόσταση που αντιστοιχεί για άστρα 9^{ου} οπτικού μεγέθους είναι 10''. Για άστρα 6^{ου} μεγέθους η αντιστοιχούσα γωνιώδης απόσταση είναι 40''. Αυτό σημαίνει ότι τα άστρα που είναι λ.χ. λαμπρότερα του 9^{ου} μεγέθους και η μεταξύ τους γωνιώδης διαχωριστική απόσταση είναι μικρότερη των 10'', τότε αυτά είναι φυσικά διπλά αστρικά συστήματα.

Η ύπαρξη διπλών και πολλαπλών άστρων στους γαλαξίες είναι φαινόμενο πολύ συνηθισμένο. Αν και υπάρχει ασυμφωνία στις εκτιμήσεις, το ποσοστό αυτών των άστρων στον Γαλαξία μας ενδέχεται να πλησιάζει το 50%. Το γεγονός είναι άμεσα συσχετισμένο με τον τρόπο και τις συνθήκες της αστρογέννησης. Περί τα 40.000 διπλά και πολλαπλά άστρα βρίσκονται σήμερα καταχωρημένα σε καταλόγους, ενώ 1.000 περίπου από αυτά ανήκουν στον φασματικό τύπο G, όπως και ο Ήλιος. Τα αστρικά αυτά συστήματα βρίσκονται, σχηματικά, σε έναν σφαιρικό χώρο με κέντρο τον Ήλιο και ακτίνα 250 έ.φ., ο οποίος περιέχει συνολικά 140.000 άστρα. Από τα 21 λαμπρότερα άστρα του ουρανού, τα 12 είναι διπλά. Από τα 55 άστρα που περιέχει μία σφαίρα ακτίνας 5 pc, συμπεριλαμβανομένου και του Ήλιου, τα 20 είναι μέλη οπτικά (visual) φυσικών ζευγών και τα 6 ανήκουν σε δύο τριπλά αστρικά συστήματα. Από τα υπόλοιπα 29, τουλάχιστον τα δύο (2) είναι τηλεσκοπικά μη αναλύσιμα αστρικά ζεύγη.

Το γεγονός και μόνο ότι τα διπλά και πολλαπλά συστήματα αντιπροσωπεύουν μία πραγματικά μεγάλη κατηγορία του γαλαξιακού αστρικού πληθυσμού, φανερώνει ότι η μελέτη τους κατά τεκμήριο ενέχει διαχρονικότητα και αξία, παρά τις ιστορικά διαπιστωμένες αυξομειώσεις του παρατηρησιακού ενδιαφέροντος. Οι οποιοδήποτε ισχυρισμοί σχετικά με την αναμφισβήτητη σπουδαιότητα που έχει η μελέτη των ζευγών αποκτούν νόημα οσάκις συνοδεύονται από επεξηγήσεις που αναδεικνύουν το περιεχόμενο τους. Για του λόγου το αληθές θα θίξουμε, παρεμπιπτόντως, δύο ζητήματα αλληλοεξαρτώμενα : 1) Η μέτρηση της μάζας των άστρων οφείλεται στη μελέτη των ζευγών. Χωρίς αυτά η σύγχρονη Αστρονομία δεν θα ήταν σε θέση να προσδιορίσει άμεσα τη μάζα κανενός άλλου άστρου εκτός της μάζας του Ήλιου. Μπορούμε να υπολογίσουμε από τον τρίτο νόμο του Kepler τη μάζα ενός άστρου, μόνο όταν αυτό είναι μέλος διπλού συστήματος. Είναι επίσης εφικτό να μετρηθούν και οι ακτίνες των μελών του συστήματος εάν είναι κατάλληλος ο προσανατολισμός του επιπέδου της σχετικής τροχιάς των δύο άστρων. 2) Είναι προφανές ότι η σχέση μάζας-φωτεινότητας (mass-luminosity relation) των άστρων της κύριας ακολουθίας (main sequence) θεμελιώνεται στις προσεγγιστικά ακριβείς μετρήσεις της μάζας των μελών των διπλών άστρων. Σύμφωνα με αυτό το διάγραμμα είναι γνωστό ότι τα άστρα μεγάλης μάζας έχουν και μεγάλη φωτεινότητα. Η αύξηση της φωτεινότητάς τους είναι ανάλογη της μάζας τους υψωμένης σε μία δύναμη ν , η τιμή της οποίας είναι μεταξύ των αριθμών 3 και 4 ($3 \leq \nu \leq 4$). Η μη τυχαία κατανομή των άστρων στο διάγραμμα μάζας-φωτεινότητας υποδηλώνει την ύπαρξη αντικειμενικής φυσικής νομοτέλειας και παραπέμπει ευθέως στη γνωστική διαδικασία κατανόησης της δομής

και εξέλιξης των άστρων. Περί το 90% των άστρων της κύριας ακολουθίας υπακούουν στη σχέση μάζας-φωτεινότητας. Οι γίγαντες και οι λευκοί νάνοι (white dwarfs) αποτελούν ειδικές περιπτώσεις και δεν υπάγονται στη σχέση αυτή.

Αν και τα διπλά άστρα είναι μία παραδοσιακά φημισμένη κατηγορία ουρανίων σωμάτων, δεν συνεχίζουν όμως σήμερα να απολαμβάνουν την αλλοτινή δέουσα προσοχή από τους επαγγελματίες και τους ερασιτέχνες αστρονόμους. Μέχρι τις πρώτες δεκαετίες του 20ου αιώνα, τα διπλά συστήματα υπήρξαν αντικείμενο προσεκτικής μελέτης και κρατούσαν αμείωτο το ενδιαφέρον των δραστήριων παρατηρητών. Η αποκάλυψη ότι οι επονομαζόμενοι νεφελοειδείς (nebulae) είναι μακρινοί γαλαξίες, ο ταχύρυθμος βηματισμός της αστροφυσικής και οι κοσμολογικές θεωρίες, αφαίρεσαν το φωτοστέφανο από τον μακρόκοσμο και περιέβαλαν με αίγλη τον megάκοσμο. Αστεροσκοπεία και ερασιτέχνες στράφηκαν προς κοσμικούς σχηματισμούς μεγάλης κλίμακας και εντυπωσιακά φαινόμενα (υπερκαινοφανείς κλπ.), όχι σπάνια με την μονομέρεια που χαρακτηρίζει τους νεοφώτιστους. Σημειώθηκε ταυτόχρονα και μία αναγέννηση της πλανητικής αστρονομίας που επίσης αναζωογόνησε, συμπληρωματικά, τον ενθουσιασμό των ερασιτεχνών. Το αποτέλεσμα ήταν ότι πολλά διπλά συστήματα που προηγούμενα υποβάλλονταν τακτικά σε μετρήσεις να είναι σήμερα παραμελημένα, ενώ τίποτα δεν προοιωνίζει την αντιστροφή αυτής της κατάστασης στο άμεσο μέλλον. Ανάλογη κατάσταση επικρατεί και στον μέτωπο των μεταβλητών άστρων, ιδιαίτερα στα μεταβλητά μακράς περιόδου (long-period variable stars). Οφείλουμε, τέλος, να επισημάνουμε ότι οι παρατηρήσεις των διπλών άστρων σκιάζονται από τον άτυπο στιγματισμό ως “πληκτικές” και “ανιαρές”, παρά την ποικιλοτροπία και το τυπολογικό εύρος που χαρακτηρίζει τον πληθυσμό των διπλών αστρικών συστημάτων.

Στο δεύτερη πεντηκονταετία του 19^{ου} αιώνα κέρδισε έδαφος η αναπόδεικτη πεποίθηση ότι όλα ή σχεδόν όλα τα διπλά άστρα του βόρειου ουρανού μέχρι και του 9^{ου} μεγέθους, είχαν ανακαλυφθεί από τον W. Herschel (1738-1822) και τον W. Struve (1793-1864). Ήρθε τότε ο S. Burnham (1838-1921), ο καταπληκτικός εκείνος ερασιτέχνης από το Σικάγο, με ένα κατοπτρικό τηλεσκόπιο διαμέτρου 6 ιντσών, και μέσα σε τέσσερα μόλις χρόνια ανακάλυψε 182 διπλά συστήματα. Σε ολόκληρη τη ζωή του θα ανακαλύψει συνολικά 1340.

Θα προσπαθήσουμε να απαντήσουμε στο ερώτημα εάν σήμερα είναι ρεαλιστικό ή φαντασιοπληξία να γίνει κάποιος ερασιτέχνης αστρονόμος ένας Burnham ή μία μικρογραφία του. Εάν το ερώτημα αναφέρεται στην ανακάλυψη καινούργιων διπλών άστρων, τότε η απάντηση είναι προκαταβολικά αρνητική για τον βόρειο ουρανό. Ο νότιος ουρανός, αν και με πολλές επιφυλάξεις, είναι ακόμη πρόσφορος όταν ο ερασιτέχνης διαθέτει κατοπτρικό τηλεσκόπιο ανοίγματος από 20 έως 30 ίντσες και, κυρίως, ανεξάντλητη επιμονή, καρτερικότητα και αφοσίωση στη συστηματική μακροχρόνια παρατήρηση. Αυτό όμως που οι ερασιτέχνες αστρονόμοι μπορούν κάλλιστα να κάνουν, και είναι εξαιρετικά σπουδαίο, είναι το τεράστιο έργο των επισταμένων μετρήσεων των χιλιάδων διπλών άστρων που αναμένουν στους καταλόγους. Για έναν τέτοιο σκοπό πρέπει να είναι εξοπλισμένοι με τηλεσκόπια, κατά προτίμηση κατοπτρικά, με διάμετρο όχι μικρότερη από 10 ίντσες και με ένα μικρόμετρο. Ιδανική θεωρείται η διαχωριστική ικανότητα του μικρομέτρου από 0'' έως 8'', με περιθώρια σφάλματος 0,05''.

Όσοι ερασιτέχνες αστρονόμοι προσανατολίζονται ή έχουν ήδη στρέψει το ερευνητικό τους ενδιαφέρον στα διπλά άστρα οφείλουν να γνωρίζουν ότι : α) Δεν

πρέπει να χάνουν τον πολύτιμο καιρό τους σε παρατηρήσεις ζευγών που αποτελούν αντικείμενο συχνής παρακολούθησης από τους επαγγελματίες αστρονόμους. β) Να μην επιλέγουν διπλά άστρα που έχουν μεγάλες ίδιες κινήσεις (proper motions) γιατί αυτά εξετάζονται τακτικά από την τρέχουσα φωτογραφική αστρομετρία. γ) Να αποφεύγουν τα αστρικά ζεύγη που έχουν πολύ μικρή γωνιώδη διαχωριστική απόσταση, μικρότερη από $0,5''$. Τα ζεύγη αυτά εξετάζονται συνήθως προσεκτικά από επαγγελματίες αστρονόμους με τα μεγάλα σύγχρονα τηλεσκόπια ή με την τεχνική της speckle συμβολομετρίας².

Αλλά τι επιτέλους απομένει να κάνει και πώς ο ερασιτέχνης αστρονόμος ; Υπάρχει πραγματικά ένα μέγα πλήθος αστρικών ζευγών με γωνιώδη απόσταση διαχωρισμού από $1''$ έως $10''$ που παραμένει για πολλά χρόνια στα ράφια των αζήτητων για επαναληπτικές μετρήσεις. Το πεδίο είναι ανεξάντλητο και συνιστά μία πρόκληση τιμής για όσους έχουν επιλέξει ως αντικείμενο παρατηρησιακής έρευνας το “άχαρο”, επίμοχθο και επιτηδευμένο έργο της μέτρησης των διπλών. Ως κεκτημένο της συνείδησής μας πρέπει να είναι η επίγνωση ότι σε ολόκληρο τον ουρανό δεν είναι περισσότερα από 200 τα αναλύσιμα αστρικά ζεύγη που η τροχιά τους έχει προσδιορισθεί με επαρκή ακρίβεια, ώστε να θεωρείται οριστική ή καλή. Οι περίοδοι των ζευγών αυτών κυμαίνονται από λίγα έτη μέχρι και αρκετές εκατονταετίες, ενώ οι εκκεντρότητες των τροχιών τους παίρνουν διάφορες τιμές, έως πολύ κοντά στην μονάδα. Ως γνωστόν, τα χρονικά όρια περιστροφής των διπλών άστρων έχουν μεγάλο εύρος, από λίγα έτη μέχρι και αρκετές χιλιετίες για τα πολύ ανοικτά. Εφικτός είναι ο προσδιορισμός της τροχιάς εκείνων των τηλεσκοπικά διπλών συστημάτων που έχουν περιόδους από 25 έως 100 έτη, με επισταμένες επί σειρά ετών παρατηρήσεις. Σημειώτεον ότι κατά κανόνα οι τροχιές των ζευγών βραχείας περιόδου περιστροφής είναι κυκλικές, παρά εκείνες των συστημάτων μακράς περιόδου.

Το 95% των μετρήσεων που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της τροχιάς των προαναφερθέντων διακοσίων περίπου ζευγών είναι οπτικές μετρήσεις. Η εποχή της υψηλής τεχνολογίας δεν έχει εκτοπίσει τη διαδικασία συλλογής στοιχείων και δεδομένων που ακολουθούσαν παλαιόθεν οι αστρονόμοι με το τηλεσκόπιο και το νηματούχο μικρόμετρο. Μνημονεύουμε με θαυμασμό τον Burnham επειδή ανακάλυψε 1340 αστρικά συστήματα, αλλά παραλείπουμε να αναφέρουμε ότι στη διάρκεια της ζωής του πραγματοποίησε περί τις 22.000 μετρήσεις διπλών άστρων. Η μελέτη των διπλών και πολλαπλών άστρων έχει αποτελεσματικότητα και προοπτική μόνο όταν υπάρχει σχέδιο παρατηρήσεων και προγραμματισμός, με μεγάλο χρονικό βάθος και μεγάλη συχνότητα τακτικών παρατηρήσεων από πολλούς παρατηρητές.

Οι κινήσεις των ζευγών πάνω στην ουράνια σφαίρα είναι εξαιρετικά αργόσυρτες και είναι αυτός ακριβώς ο λόγος που καθιστά μόνιμα επίκαιρη την εργασία των τακτικών και επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για τον ακριβή υπολογισμό της τροχιάς τους. Αυτό που πρακτικά έχει να κάνει ο ερασιτέχνης αστρονόμος είναι εύκολο. Ο χρόνος που απαιτείται για την κάθε μέτρηση δεν υπερβαίνει τα 10' λεπτά. Ο παρατηρητής καταγράφει στο βιβλίο των παρατηρήσεων (log book) τέσσερα στοιχεία : 1) Την ημερομηνία που έγινε η μέτρηση. 2) Το οπτικό μέγεθος. Ευρίσκεται από τους αστρικούς καταλόγους. 3) Την τιμή της γωνιώδους

² Η τεχνική αυτή βασίζεται στο φαινόμενο της συμβολής του φωτός και στο γεγονός ότι η διακριτική ή διαχωριστική ικανότητα των τηλεσκοπίων εξαρτάται από το διαμέτρημά τους. Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της διαμέτρου των άστρων αλλά και να ξεχωρίσουμε τα μέλη των κλειστών διπλών άστρων. Στις αρχές της δεκαετίας του 1980, σε περισσότερα από 100 τέτοια συστήματα επιτεύχθηκε ο διαχωρισμός των μελών τους, ενώ δεν ήταν γνωστό μέχρι τότε ότι μερικά από αυτά ήταν διπλά

απόστασης (separation) των μελών του ζεύγους. Αυτή συνήθως είναι μεταξύ 60 δευτερόλεπτα τόξου έως κλάσμα δευτερολέπτου. Είναι αυτονόητο ότι όσο πιο κοντά βρίσκονται τα μέλη τόσο περισσότερο δύσκολο είναι να “διασπαστούν” τηλεσκοπικά. 4) Τη γωνία θέσεως (position angle). Αυτή είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της διεύθυνσης του βορρά και της ευθείας που συνδέει τα δύο μέλη μετρημένα από το σημείο του βορρά προς την ανατολή. Όταν γνωρίζουμε τη γωνία θέσεως ξέρουμε από ποια πλευρά του ωριαίου κύκλου του πρωτεύοντος άστρου κείται ο συνοδός. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για “δύσκολα” ζεύγη, δηλαδή όσα είναι πολύ κοντινά και όσα έχουν μεγάλη διαφορά οπτικού μεγέθους. Τονίζουμε, ίσως φορτικά, ότι η μέτρηση της γωνίας θέσεως γίνεται μόνο κατά την διάβαση του διπλού άστρου από τον μεσημβρινό του τόπου και όχι όταν βρίσκεται σε άλλη κοντινή στον ορίζοντα θέση. Κατά την ανατολή και τη δύση τους τα άστρα έχουν διαφορετική φαινόμενη γωνία θέσεως από εκείνη που δίνουν οι κατάλογοι, οι χάρτες και οι άτλαντες. Δεν επιτρέπεται να αγνοούμε ότι διαφέρει αισθητά ο προσανατολισμός των αστερισμών και των άστρων όταν ανατέλλουν ή δύουν από ότι όταν μεσουρανούν.

Η μεταβολή των τιμών της γωνιάδους απόστασης και της γωνίας θέσεως δίνει τη σχετική κίνηση μεταξύ των μελών του ζεύγους. Η κίνηση του βαρύτερου, του συνοδού και του πρωτεύοντος άστρου ευρίσκεται από τα στοιχεία των παρατηρήσεων. Είναι αναμφισβήτητα ευκολότερο να παρατηρηθεί η κίνηση του συνοδού (συνήθως αμυδρότερος), ο οποίος μεταβάλλει ταχύτερα θέση σε σύγκριση με το πρωτεύον άστρο. Αυτό βέβαια φανερώνει ότι το αμυδρότερο έχει μικρότερη μάζα από το λαμπρότερο. Η περιφορά του συνοδού γίνεται αισθητή, έχει ελλειπτικό σχήμα και ονομάζεται φαινόμενη σχετική τροχιά. Είναι η προβολή της πραγματικής σχετικής τροχιάς του ζεύγους πάνω στην ουράνια σφαίρα. Για να είμαστε πιο ακριβείς στις διατυπώσεις, είναι η προβολή επί του εφαπτόμενου επιπέδου της ουράνιας σφαίρας που είναι κάθετο στην οπτική ακτίνα του παρατηρητή. Εφόσον η φαινόμενη τροχιά είναι έλλειψη, ισχύει ο δεύτερος νόμος του Kepler (νόμος των εμβαδών). Αντιστοιχεί σε μία άλλη έλλειψη, στην πραγματική ελλειπτική τροχιά που διαγράφεται στο χώρο. Το πρωτεύον όμως άστρο δεν κατέχει μία από τις εστίες, εκτός από τις περιπτώσεις εκείνες όπου το επίπεδο της αληθινής τροχιάς είναι κάθετο στην οπτική ακτίνα. Αυτό συμβαίνει επειδή η προβολή μιας έλλειψης σε επίπεδο είναι επίσης έλλειψη, αλλά διαφορετικής εκκεντρότητας και οι εστίες των δύο ελλείψεων δεν συμπίπτουν.

Τα διπλά άστρα δεν είναι μόνο ενδιαφέροντα ουράνια σώματα. Συνιστούν επίσης πρώτης τάξεως οδηγούς για να δοκιμάζουν οι ερασιτέχνες αστρονόμοι τα όρια και τις δυνατότητες των τηλεσκοπίων τους. Όταν μάλιστα τίθεται ζήτημα αγοράς ή χρήσης ενός μεγαλύτερου οπτικού οργάνου, τότε τα διπλά άστρα είναι τα πιο ενδεδειγμένα πρότυπα ελέγχου των δυνατοτήτων του. Υπάρχει ένας πολύ πρακτικός τρόπος για να διαπιστώσουμε ποιο είναι το ελάχιστο όριο της διακριτικής (διαχωριστικής) ικανότητας του τηλεσκοπίου που διαθέτουμε. Εάν διαιρέσουμε την διάμετρο του τηλεσκοπίου, εκφρασμένη σε ίντσες, με τον αριθμό 4,56 το πηλίκο αντιπροσωπεύει την ελάχιστη τιμή της διαχωριστικής απόστασης που γίνεται αισθητή. Για παράδειγμα, ένα τηλεσκόπιο με άνοιγμα 6 ίντσες ξεχωρίζει τα μέλη διπλού συστήματος που απέχουν 0,76 δευτερόλεπτα τόξου. Ο εύχρηστος αυτός τρόπος είναι ακριβής μόνο όταν τα μέλη του ζεύγους έχουν μικρές διαφορές λαμπρότητας. Δεν έχει όμως νόημα για άστρα με μεγάλη διαφορά οπτικού μεγέθους, εφόσον το αμυδρότερο είναι κατά πάσα πιθανότητα αόρατο³. Αν μάλιστα

³ Όσο λαμπρότερο είναι το πρωτεύον άστρο, τόσο πιο δύσκολο είναι να διακρίνουμε τον συνοδό. Όταν μάλιστα βρίσκονται κοντά, η δυσχέρεια διαχωρισμού αυξάνεται δραματικά. Στις περιπτώσεις αυτές είναι ζήτημα αν μπορεί να βοηθήσει την κατάσταση ακόμη και ένα τηλεσκόπιο με

συνυπολογίσουμε τις ατμοσφαιρικές συνθήκες και τους δίσκους του Airy που συνοδεύουν τα είδωλα όλων των οπτικών συστημάτων⁴, είναι ευνόητο ότι η ικανότητα διαχωρισμού κλειστών διπλών άστρων προκύπτει αισθητά μειωμένη. Ικανοποιημένοι πρέπει να είμαστε από μία λειτουργική οριακή τιμή διαχωριστικής ικανότητας, ίση προς το διπλάσιο της οριακής τιμής που δίνει ο υπολογισμός.

Ο Κλαύδιος Πτολεμαίος (2^{ος} αι. μετά τη χρονολογία μας) με τη φράση “ο επί του οφθαλμού διπλούς” καθορίζει το ν του Τοξότη στον κατάλογο των 1025 άστρων που κατάρτισε, από το πρώτο μέχρι το έκτο οπτικό μέγεθος. Από τον χαρακτηρισμό αυτό καθιερώθηκε αργότερα η ονομασία “διπλοί αστέρες”. Το πρώτο γνωστό διπλό άστρο ανακαλύφθηκε τηλεσκοπικά το 1650 από τον G. Riccioli (1598-1671), είναι ο ζ (Μιζάρ) της Μεγάλης Άρκτου. Ο συνοδός του Μιζάρ ονομάζεται Alcor, ένα αμυδρό άστρο 5^{ου} μεγέθους που οι αρχαίοι Έλληνες ονόμαζαν Δοκιμή επειδή χρησίμευε για τον έλεγχο της οξυδέρκειας των στρατιωτών. Μιζάρ και Alcor αποτελούν ένα πολύ ανοιχτό αστρικό σύστημα (απόσταση διαχωρισμού 12'). Ο E. Pickering (1846-1919) το 1889 διαπίστωσε φασματοσκοπικά ότι ο Alcor είναι επίσης διπλό σύστημα, ενώ ευρέθηκε ότι και ο ίδιος ο Μιζάρ είναι διπλό (απόσταση διαχωρισμού 14,5'). Αργότερα όμως αποδείχθηκε ότι και τα δύο άλλα μέλη, Μιζάρ A και Μιζάρ B, είναι φασματοσκοπικά διπλά · επομένως ο Μιζάρ είναι ένα άστρο εξαπλό.

Το 1656 ο C. Huygens (1629-1695) ανακάλυψε ότι το θ του Ωρίωνα είναι τετραπλό⁵, ενώ λίγα χρόνια αργότερα (1664) ο R. Hook (1635-1703) διαπίστωσε ότι και το γ του Κριού είναι ένα ανοικτό ζεύγος. Το Δεκέμβρη 1689 ο Richaud, ενώ παρατηρούσε από την Ινδία έναν κομήτη, διέκρινε ότι το α του Κενταύρου αναλύεται σε δύο άστρα⁶. Το 1718 ο J. Bradley (1693-1762) και ο Pound, ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο, ανακάλυψαν ότι το γ της Παρθένου είναι διπλό. Την ίδια διαπίστωση έκαναν αργότερα οι G. Cassini (1625-1712) και C. Messier (1710-1817) καθώς

άνοιγμα 40 cm. Ενδεικτικό παράδειγμα είναι ο Σείριος, ο λαμπρότερος των απλανών. Ως γνωστόν ο Σείριος B, συνοδός του A, είναι ο πρώτος λευκός νάνος που ανακαλύφθηκε το 1862 από τον Alvan Clark. Ο F. Bessel είχε αποδώσει το 1844 τις περιοδικές ανωμαλίες που παρουσίαζε η ίδια κίνηση του Σείριου στις παρέλξεις που προκαλεί ένας “αόρατος συνοδός”. Με μάζα σχεδόν ίση με την ηλιακή και διαστάσεις όσο ο πλανήτης Ουρανός, ακτινοβολεί 2.500 φορές λιγότερο από τον A, μολονότι και οι δύο έχουν την ίδια επιφανειακή θερμοκρασία (ανήκουν στον ίδιο φασματικό τύπο A). Η μεγάλη διαφορά λαμπρότητας, κατά 10 οπτικά μεγέθη, οφείλεται στην κατά πολύ μικρότερη έκταση της φωτοβόλου επιφάνειάς του. Ακόμη και όταν η γωνία διαχωρισμού των A και B παίρνει τη μεγαλύτερη τιμή, είναι σχεδόν αδύνατο να παρατηρηθεί ο B με τηλεσκόπιο με άνοιγμα που υπερβαίνει τα 20 cm. Ο Σείριος A “καταβροχθίζει” το συγκριτικά αδύναμο φως που εκπέμπει ο B.

⁴ Το είδωλο ενός άστρου στην εστία του τηλεσκοπίου έχει τη μορφή ενός φωτεινού δίσκου που περιβάλλεται από εναλλασσόμενους σκοτεινούς και φωτεινούς κροσσούς συμβολής. Η έντασή τους είναι φθίνουσα με την απόσταση από το κέντρο του δίσκου. Οι ομόκεντροι αυτοί δίσκοι ή εικόνες του Airy οφείλονται στην παράθλαση του φωτός από τον δακτύλιο που συγκρατεί τον αντικειμενικό φακό ή το κάτοπτρο του τηλεσκοπίου.

⁵ Το θ του Ωρίωνα είναι εξαπλό. Τα τέσσερα κυριότερα άστρα είναι οι κορυφές ενός τετραπλεύρου, το γνωστό Τραπεζίο του Ωρίωνα.

⁶ Το α του Κενταύρου είναι το πλησιέστερο στον Ήλιο αστρικό ζεύγος. Σε απόσταση 2° υπάρχει και τρίτο μέλος που περιφέρεται γύρω από το ζεύγος. Ανακαλύφθηκε από τον Innes το 1915. Παρουσιάζει τη μεγαλύτερη γνωστή ίδια κίνηση. Πρόκειται λοιπόν για ένα τριπλό σύστημα. Το τρίτο μέλος είναι ο Εγγύτατος απλανής, απέχει από το ζεύγος 10⁵ A.U. και χρειάζεται περί το 10⁶ έτη για να συμπληρώσει μία περιφορά.

παρακολουθούσαν επιπροσθήσεις της Σελήνης με στόχο τον εντοπισμό σεληνιακής ατμόσφαιρας. Θα ακολουθήσουν, σποραδικά, και άλλες ανάλογες ανακαλύψεις όπως το α Διδύμων (Κάστωρ) το 1719, το 1753 το δ 1 Κύκνου και το 1755 το β Κύκνου (Albireo).

Η συγκέντρωση των άστρων σε αξιοπρόσεκτα μορφώματα πάνω στην ουράνια σφαίρα, όπως οι Πλειάδες, η Κόμη Βερενίκης και οι βραχιόνες του Γαλαξία, τραβούσαν πάντοτε την προσοχή των παρατηρητών. Δεν είναι γνωστό αν ο φιλοσοφικός στοχασμός, παράλληλα ή σε ρήξη με τη μυθολογική και τη θρησκευτική πρόσληψη του κόσμου, αποπειράθηκε να δώσει ορθολογική ερμηνεία για την ύπαρξη αυτών των συσσωρεύσεων. Το ζήτημα τέθηκε από τον J. Michell (1724-1793) το 1767, ο οποίος με τον λογισμό των πιθανοτήτων έδειξε ότι τα άστρα που βρίσκονται επί της ίδιας περίπου ακτίνας οράσεως και προβάλλονται στο ίδιο σημείο του ουρανού, δεν είναι δυνατόν όλα να είναι οπτικά ζεύγη (optical) και ότι η πιθανότητα να συνιστούν φυσικά ζεύγη είναι πολύ μεγάλη. Άλλωστε ο J. Lambert (1728-1777) έτρεφε από το 1761 σοβαρές υποψίες για την ύπαρξη αστρικών συστημάτων, ενώ 160 χρόνια νωρίτερα ο Giordano Bruno (1548-1600), αλλά και ο G. Cassini και ο P. Maupertuis (1698-1759) είχαν διατυπώσει παρόμοιες εικασίες και υποθέσεις. Ο Giordano Bruno μάλιστα καταδικάστηκε από το παπαδαριό για τις κοσμοθεωρητικές του απόψεις και οδηγήθηκε στην πυρά τον Φεβρουάριο του έτους 1600.

Μία πρώτη προσπάθεια συστηματοποίησης του ερευνητικού ενδιαφέροντος για τα διπλά άστρα σημειώθηκε το 1777 όταν ο Christian Mayer άρχισε να καταγράφει τα αξιοπρόσεκτα αυτά ουράνια σώματα. Ήταν πεπεισμένος ότι τα αμυδρά άστρα που βρίσκονται κοντά σε λαμπρότερα είναι πλανήτες και άρχισε έτσι να πραγματοποιεί προσεκτικές παρατηρήσεις με το μεσημβρινό τηλεσκόπιο (mural circle). Κατάφερε να ανακαλύψει συνολικά 72 ζεύγη, μεταξύ των οποίων το γ Ανδρομέδας, α Ηρακλέους, ϵ Λύρας και β Κύκνου. Οι προσδοκίες του C. Mayer να προσκομίσει αποδείξεις για τη φυσική σύνδεση έμειναν μετέωρες για τον λόγο ότι τα ανοικτά ζεύγη σπάνια έχουν αισθητή σχετική κίνηση. Αυτά μόνο όμως ήταν πρόσφορα για παρατηρήσεις εξαιτίας των περιορισμών που έθεταν οι δυνατότητες των οργάνων που είχε στη διάθεσή του.

Ωστόσο, η πραγματική ιστορία της ανακάλυψης και μέτρησης των διπλών συστημάτων αρχίζει με το έργο του William Herschel (1738-1822). Θεωρείται, δικαίως, ο πατέρας της αστρικής αστρονομίας. Έως τότε το ενδιαφέρον των αστρονόμων για τους απλανείς ήταν εξαιρετικά μειωμένο, επειδή ακριβώς γνώριζαν ότι οι αποστάσεις τους είναι τεράστιες. Πρακτικά δεν αποτελούσαν τίποτα περισσότερο από σημεία αναφοράς για την παρακολούθηση της κίνησης των πλανητών πάνω στην ουράνια σφαίρα. Το 1779 ο Herschel καταπιάστηκε με το άλυτο πρόβλημα των αστρικών παραλλάξεων που αιχμαλώτιζε την προσοχή των αστρονόμων από την εποχή του Κοπέρνικου (1473-1543). Η αποτυχία τους να προσδιορίσουν την παράλλαξη των κοντινών άστρων οδήγησε αυτούς που δέχονταν το σύστημα του Κοπέρνικου και του Kepler να θεωρούν ότι και τα πλησιέστερα ακόμη άστρα βρίσκονται σε τόσο μακρινές αποστάσεις ώστε η παράλλαξή τους να είναι απειροελάχιστη και επομένως μη μετρήσιμη. Ο Herschel εγκατέλειψε τις μεθόδους που είχαν προταθεί από τον Γαλιλαίο (1564-1642), τον J. Flamsteed (1646-1720) και τον J. Bradley και χρησιμοποίησε μία άλλη, δικής του έμπνευσης. Επικέντρωσε τις προσπάθειές του στη μέτρηση της γωνίας θέσεως δύο άστρων με σημαντική διαφορά οπτικού μεγέθους που βρίσκονται, φαινομενικά, πολύ κοντά μεταξύ τους, από δύο διαμετρικά σημεία της γήινης τροχιάς. Το άστρο με το μικρότερο οπτικό μέγεθος πρέπει λογικά να βρίσκεται πολύ πιο κοντά στο Ηλιακό σύστημα και κατά τη διάρκεια ενός έτους θα παρουσιάζει μικρή παραλλακτική

μεταβολή της θέσης του σε σχέση με το αμυδρό. Είναι πρόδηλο ότι ο Herschel δεν υποψιαζόταν ή αρνούταν την ύπαρξη φυσικής σύνδεσης στα παρατηρούμενα διπλά άστρα. Θεωρούσε ότι είναι αποκλειστικά θέμα προοπτικής (γεωμετρίας), γι' αυτό και ήλπιζε στον εντοπισμό της σχετικής παράλλαξης ως αποτέλεσμα της τροχιακής κίνησης της Γης. Η υπεροχή του τηλεσκοπίου που είχε κατασκευάσει (διάμετρος 45 cm, εστιακή απόσταση 666 cm) έναντι του οπτικού εξοπλισμού των προγενέστερων και συγχρόνων του ερευνητών, σε συνδυασμό με την ακαταπόνητη αφοσίωσή του στη συστηματική παρατήρηση του ουρανού, ήταν τα εχέγγυα του εγχειρήματος να εξετάσει κάθε άστρο με τη μέγιστη δυνατή προσοχή.

Από το 1779 έως το 1784 κατάρτισε έναν κατάλογο με 703 διπλά άστρα, από τα οποία τα 661 ήταν καινούργια. Στη διάρκεια της ζωής του ανακάλυψε συνολικά 848 διπλά συστήματα. Τα επόμενα 15 χρόνια ασχολήθηκε με μετρήσεις με σκοπό την επιλογή των κατάλληλων άστρων που θα χρησιμοποιούσε για τον προσδιορισμό της παράλλαξης. Είναι γεγονός ότι εξαρχής διαπιστώθηκαν μικρές μετατοπίσεις των σχετικών θέσεων, αλλά αποδόθηκαν στην ίδια κίνηση των απλανών ή στην κοσμική κίνηση του Ήλιου. Οι κινήσεις ήταν τόσο μικρές ώστε χρειάστηκαν χρόνια παρατηρήσεων για να αποδειχθεί τελικά ότι υπάρχουν ιδιαίτερες τροχιές. Ο Herschel μάλιστα κατάφερε, σε αρκετές περιπτώσεις, να ορίσει και την περίοδο περιφοράς με κατά προσέγγιση υπολογισμούς. Το αποτέλεσμα ήταν πράγματι λαμπρό, με σοβαρές συνέπειες στο κοσμοείδωλο, τις ιδέες και τις καταστατικές αρχές της Αστρονομίας των αρχών του 19^{ου} αιώνα. Ήταν πλέον γεγονός ότι ορισμένα τουλάχιστον διπλά άστρα συνιστούν αυθεντικά δυναμικά συστήματα που διέπονται από το νόμο της παγκόσμιας έλξης. Αποδείχθηκε ότι η ισχύς του νόμου του Νεύτωνα έχει χαρακτήρα παγκοσμιότητας και δεν περιορίζεται μόνο στα μέλη του Ηλιακού συστήματος.

Θέση περίοπτη μεταξύ εκείνων που διεύρυναν τον ορίζοντα των γνώσεων για τα διπλά συστήματα κατέχει ο John Herschel (1792-1872). Από το 1816 έως το 1826, άλλοτε σε συνεργασία με τον J. South και άλλοτε ξεχωριστά, επιδόθηκε σε γόνιμες παρατηρήσεις. Όταν από το Cape Town σάρωσε τον ουρανό του νότιου ημισφαιρίου ανακάλυψε περισσότερα από 2.000 ζεύγη και επιχείρησε τις απαραίτητες αντίστοιχες μετρήσεις. Η ευσυνειδησία στην επεξεργασία των στοιχείων, η σύνταξη καταλόγων και οι εκλεπτυσμένες έρευνες για τις τροχιές των διπλών άστρων, αποτελούν τα γνωρίσματα τού έργου που άφησε ο J. Herschel.

Δεν υπάρχει υπερβολή στον ισχυρισμό ότι η πιο σημαντική συμβολή στην αστρονομία των διπλών άστρων που πραγματοποιήθηκε ποτέ από έναν και μόνο άνθρωπο, είναι το έργο τού Wilhelm Struve (1793-1864). Από το 1824 έως το 1836 ολοκλήρωσε μία συστηματική επισκόπηση του ουρανού από τον βόρειο ουράνιο πόλο μέχρι νότια απόκλιση -15° . Η συγκομιδή ήταν 3.112 προσεκτικές μικρομετρικές παρατηρήσεις διπλών και πολλαπλών άστρων. Είναι έξω από τις δυνατότητες του παρόντος κειμένου η απαρίθμηση των αλλαγών που επέφερε ο W. Struve στην ταξινόμηση, τη μεθοδολογία και την επεξεργασία των μετρήσεων που έθεσε την αστρονομία των διπλών άστρων σε αυστηρή επιστημονική βάση.

Θα ήταν αδικαιολόγητο παράπτωμα η παράληψη να μνημονεύσουμε τους F. Bessel (1784-1846), J. Maedler (1794-1874), W. Dawes (1799-1868) που με το έργο τους συνέβαλαν και στην προαγωγή της αστρονομίας των διπλών άστρων πριν το 1850. Όσο για τις μετρήσεις του τελευταίου, αυτές είναι τόσο υψηλής ποιοτικής κλάσης που προσφέρουν ένα ιστορικό παράδειγμα για το τι μπορούν να πετύχουν μεμονωμένοι παρατηρητές εξοπλισμένοι με όργανα μέτριας ισχύος. Ανάμεσα σε εκείνους τους αστρονόμους της δεύτερης πενηκονταετίας του 19^{ου} αιώνα, όπως ο A. Secchi (1818-1878), ο G. Schiaparelli (1835-1910) κ.ά., που οι εργασίες τους συνθέτουν μία σημαντική παρακαταθήκη στην υπόθεση των διπλών άστρων, πρέπει

υποχρεωτικά να σταθούμε στον E. Dembrowski (1812-1881). Περί τις 20.000 μετρήσεις έχει στο ενεργητικό του ο εξάιτετος αυτός αστρονόμος, οι πιο εκτενείς και ακριβείς ίσως από όσες έχουν ποτέ πραγματοποιηθεί. Από το 1854 έως το 1878, με ένα τηλεσκόπιο διαμέτρου 18 cm, επαναμέτρησε τα 3.112 διπλά και πολλαπλά άστρα του W. Struve, ξέχωρα από τις πολυάριθμες μετρήσεις καινούργιων ζευγών που ανακαλύφθηκαν από τον ίδιο και τους Otto Struve (1819-1905), S. Burnham, Alvan Clark (1832-1897).

Αν νομιμοποιούμαστε να κάνουμε συγκρίσεις και αποτιμήσεις για την αξία και τα χαρακτηριστικά του παραγόμενου επιστημονικού έργου στη διαμόρφωση ενός επιστημονικού τομέα, τότε είναι μάλλον δύσκολο να αποφανθούμε, αβασάνιστα, τι διαφοροποιεί σε ακρίβεια μετρήσεων το έργο του E. Dembrowski από το έργο του Otto Struve. Από το 1840 και για πενήντα συναπτά έτη ο Otto Struve έδωσε το πιο ομογενοποιημένο corpus παρατηρησιακών δεδομένων για τα διπλά άστρα, καρπός μακροχρόνιας μεθοδικής εργασίας. Η αξιοπιστία των στοιχείων για τα πιο σημαντικά ζεύγη που είχαν ανακαλύψει προγενέστεροι και σύγχρονοι του αστρονόμοι, είναι ασυναγώνιστη. Ο Otto Struve ανακάλυψε επίσης έναν μεγάλο αριθμό νέων ζευγών, πολλά από τα οποία είναι κλειστά (close binaries). Τα τελευταία έχουν μεγάλες τροχιακές ταχύτητες και επιτρέπουν ικανοποιητικούς προσδιορισμούς των τροχιών σε σχετικά σύντομα χρονικά διαστήματα.

Ο Wilhelm και ο Otto Struve είχαν πραγματικά σαρώσει τον βόρειο ουρανό. Υπέβαλαν σε συστηματικό έλεγχο 140.000 περίπου άστρα για να αποκαλυφθεί η “οικογενειακή” τους κατάσταση, αν δηλαδή είναι απλά, δίδυμα ή πολυμελή. Αυθεντίες στην αστρική αστρονομία, με γνώμη βαρύνουσα, όπως λ.χ. ο W. Dawes, είχαν διακηρύξει από τη δεκαετία 1870 ότι το ζήτημα των διπλών άστρων ήταν πρακτικά εξαντλημένο μετά τους Herschel και τους Struve. Αλλά η διάψευση αυτών των βεβαιοτήτων δεν άργησε να έρθει με τον δυναμισμό χιονοστιβάδας. Στην αντίπερα ακτή του Ατλαντικού, ένας στενογράφος από το Σικάγο, ο ερασιτέχνης αστρονόμος Sherburne Burnham κατάφερε να ανακαλύψει σχεδόν 1.300 σπουδαία διπλά άστρα που είχαν διαφύγει της προσοχής όλων των προγενέστερων παρατηρητών. Πρόκειται για το έργο μιας ολόκληρης ζωής. Τα περισσότερα είναι είτε κλειστά ζεύγη είτε ο συνοδός είναι πολύ αμυδρός. Η σημασία τους έγκειται στο γεγονός ότι παρουσιάζουν μεγάλη τροχιακή κίνηση και προσφέρονται για την “παραγωγή” τροχιών μεγάλου ενδιαφέροντος. Ο S. Burnham καταχώρισε 13.665 αστρικά συστήματα σε ένα δίτομο έργο που εκδόθηκε το 1906 με τον τίτλο “General Catalogue of Double Stars”.

Είναι καιρός να ανασύρουμε τα διπλά άστρα από την αφάνεια. Η γοητεία που ασκούν στους παρατηρητές τα διάφορα επίπεδα της κοσμικής ιεραρχίας (πλανήτες, κομήτες, σφαιρωτά σμήνη, γαλαξίες) δεν νομιμοποιεί την υποβάθμιση της αναγκαιότητας για συστηματική παρακολούθηση και μελέτη των διπλών άστρων. Κάθε άλλο μάλιστα. Οι ερασιτέχνες αστρονόμοι οφείλουν να επανεξετάσουν προτεραιότητες και να σταθμίσουν διαθέσιμότητες, εάν φυσικά επιθυμούν να γίνουν παραγωγοί ωφέλιμου επιστημονικού έργου. Τα μεγάλα τηλεσκόπια των απανταχού αστεροσκοπειών εκτελούν ερευνητικά προγράμματα, συμβατά με τις πραγματικά εντυπωσιακές δυνατότητές τους και με τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η υψηλή τεχνολογία. Πλεόνασμα όμως χρόνου δεν υπάρχει για να παρατηρούν τις αργοκίνητες μεταβολές της γωνιάδους απόστασης και της γωνίας θέσεως των διπλών άστρων. Η εκτέλεση αυτού του χωρίς ημερομηνία λήξης προγράμματος, ανήκει δικαιοματικά στους ερασιτέχνες. Πρόκειται ασφαλώς για μία πρόκληση, καθόλου εντυπωσιακή

καθόσον αφορά στα άμεσα αποτελέσματά της, “πληκτική” αν προτιμάτε, αλλά φορτισμένη με την διακριτική αίγλη που αποπνέει η επισταμένη παρακολούθηση των αιώνιων άστρων. Η πολυπληθής στρατιά των διπλών συστημάτων αναμένει σιωπηλή τις επαναμετρήσεις μας και η θεωρία της αστρικής εξέλιξης απαιτεί ροή και επεξεργασία νέων δεδομένων για τον επαναπροσδιορισμό των βεβαιοτήτων της.

Χαλάνδρι, Οκτώβρης 2001