

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Πολλοί άνθρωποι σήμερα βρίσκονται σε σύγχυση σε ότι αφορά τους μηχανισμούς των φυσικών φαινομένων. Το γεγονός αυτό δεν οφείλεται στην πολυπλοκότητα της φύσης αλλά της άκριτης και συγκεχυμένης παραπληροφόρησης, που πηγάζει από κέντρα που μοναδικό σκοπό έχουν το κέρδος. Περισσότερο οι νέοι άνθρωποι είναι αυτοί που βρίσκονται στο στόχαστρο των τσαρλατάνων της εποχής αφού αποτελούν τους μελλοντικούς αγοραστές προϊόντων και υπηρεσιών. Λογής-λογής κοινοί απατεώνες όπως μελλοντολόγοι, μάγοι αποκριφιστές, αστρολόγοι κ.α. έχουν μπει για τα καλά στη ζωή μας αφού προβάλλονται από τον τύπο, την κινητή τηλεφωνία, τις δημόσιες υπηρεσίες, τα ιδιωτικά ή κρατικά κανάλια. Σε αυτή την χώρα που γεννήθηκε η Αστρονομία τα μαθηματικά και η φιλοσοφία δεν της αξίζει η επιστροφή στον Μεσαίωνα. Θεωρούμε πως η ακαδημαϊκή κοινότητα θα πρέπει να αντιδράσει πριν είναι πολύ αργά!

Το DVD που βλέπετε σκοπό έχει να διασαφηνίσει δυσνόητα σημεία που αφορούν κυρίως την παρατηρησιακή αστρονομία και την λειτουργία των τηλεσκοπίων. Γιατί αν αποκτήσουμε τις βασικές γνώσεις αστρονομίας και μάθουμε τον χειρισμό του τηλεσκοπίου θα βλέπουμε λιγότερα ανεξήγητα φαινόμενα και θα είμαστε λιγότερο ευάλωτοι σε λογικοφανή παραμύθια που ερεθίζουν την φαντασία. Σίγουρη είναι μόνον η γνώση που προέρχεται από επιστημονικές παρατηρήσεις και εργαστηριακές μετρήσεις και όχι αυτή που πλασάρεται από κάποιους συγγραφείς οι οποίοι αγνοούν βασικούς νόμους της φυσικής. Οι αστρονόμοι είναι οι ειδικότεροι όλων, στην παρατήρηση του ουρανού. Αυτοί γνωρίζουν τι βλέπουν στον ουρανό. Γιατί η γνώση είναι δύναμη και αυτοί που γνωρίζουν τι βλέπουν, δεν βλέπουν ανεξήγητα φαινόμενα. 140s

## **ΤΑ ΟΠΤΙΚΑ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ**

### **Γ.1 Εισαγωγή**

Τα τηλεσκόπια είναι τα επιστημονικά όργανα που έφεραν την αδιαμφισβήτητη και αληθινή γνώση στην μελέτη του σύμπαντος και μας προσδιόρισαν στο χώρο και στο χρόνο. Τα τηλεσκόπια είναι δέκτες και συλλέκτες φωτός. Το φως προέρχεται από τα μακρινά αντικείμενα που ανακλούν ή ακτινοβολούν. Η συλλογή φωτός γίνεται από τους φακούς ή κάτοπτρα που διαθέτουν τα τηλεσκόπια.

Κάθε τηλεσκόπιο μπορεί εκ φύσεως να μεγεθύνει τα μακρινά αντικείμενα όσο θέλουμε αλλάζοντας απλά το προσοφθάλμιο φακό στο πίσω μέρος του τηλεσκοπίου. Πολλές φορές οι διαφημιστικές αγγελίες τηλεσκοπίων επικεντρώνονται στην μεγέθυνση, υπονοώντας ότι οι 400 φορές δίνουν καλύτερη εικόνα από 100 φορές μεγέθυνση. Στην πραγματικότητα αυτό είναι λάθος. Ισχυρότερο τηλεσκόπιο είναι αυτό που συλλέγει περισσότερο φως. Στην αντίστοιχη περίπτωση που θέλουμε να συλλέξουμε περισσότερο βρόχινο νερό, θα προτιμήσουμε να χρησιμοποιήσουμε ένα κουβά με μεγάλη διάμετρο, με μεγάλο εμβαδόν επιφάνειας δηλαδή, παρά ένα στενό ποτήρι. Έτσι λοιπόν η οπτική ισχύς ενός τηλεσκοπίου, εξαρτάται εξ ολοκλήρου από την διάμετρο του μπροστινού, αντικειμενικού φακού ή του κύριου κατόπτρου που έχει ένα τηλεσκόπιο. Άρα ισχυρότερο είναι το τηλεσκόπιο αυτό με το μεγαλύτερο φακό ή κάτοπτρο και όχι αυτό με τις πολλές μεγεθύνσεις!!!.

Τις περισσότερες φορές οι μεγάλες μεγεθύνσεις είναι άχρηστες, διότι το είδωλο γίνεται πιο αμυδρό ενώ αυξάνουμε παράλληλα τις ατέλειες του ειδώλου λόγω της συνεχούς κίνησης αερίων μαζών της ατμόσφαιρας. Η ευκρινέστερη εικόνα, είναι ανάλογη της διαμέτρου του τηλεσκοπίου, της οπτικής σχεδίασης και της ποιότητας των οπτικών.

**Γ.2** Η διάμετρος της κόρης του ανθρώπινου ματιού στο σκοτάδι, είναι περίπου 7mm και είναι δυνατόν να διακρίνει στην εξοχή, άστρα φαινόμενης λαμπρότητας μέχρι και έκτου μεγέθους. Με τηλεσκόπιο 50mm διακρίνουμε αστέρες μέχρι και δεκάτου μεγέθους ενώ με τηλεσκόπιο 75mm βλέπουμε άστρα 100 φορές αμυδρότερα απ' ότι με γυμνό μάτι.

Πόσο μακριά βλέπουμε με ένα τηλεσκόπιο;

Μέσα από ένα τηλεσκόπιο 4 ιντσών (100mm) μπορούμε να διακρίνουμε αντικείμενα στον ουρανό πάνω από 100 εκατομμύρια έτη φωτός μακριά. Το ένα έτος φωτός ισούται περίπου με δέκα τρισεκατομμύρια χιλιόμετρα. Το φως έχει πεπερασμένη ταχύτητα. Η ταχύτητά του στο κενό είναι περίπου 300.000 χιλιόμετρα το δευτερόλεπτο περίπου, δηλαδή κάπου 800.000 φορές πιο γρήγορα από τον ήχο! Έτσι για να φτάσει σε μας η εικόνα των αστεριών χρειάζεται πολύς χρόνος αφού οι αστέρες (εκτός του Ήλιου μας) βρίσκονται έτη

φωτός μακριά. Η εικόνα των μακρινών γαλαξιών φθάνει στα τηλεσκόπιά μας μετά από εκατομμύρια χρόνια!  
Κατά συνέπεια όταν παρατηρούμε μακρινά αντικείμενα στην ουσία βλέπουμε το παρελθόν τους.

Βέβαια και το μάτι του ανθρώπου είναι και αυτό ένα αξιόλογο όργανο που βλέπει μακριά και μάλιστα μπορεί να δει σε απόσταση μέχρι και δύο εκατ. έτη φωτός!. Πράγματι με γυμνό μάτι και μακριά από τα φώτα της πόλης μπορούμε να διακρίνουμε μια γαλακτώδη αμυδρή μουτζούρα στον ουρανό, είναι ο Γαλαξίας της Ανδρομέδας που απέχει 2,2 εκατ. έτη φωτός μακριά. Είναι το πιο μακρινό αντικείμενο που μπορεί να διακρίνει ο άνθρωπος, δίχως τηλεσκόπιο.

**Γ.3** Τα δύο κύρια μέρη ενός τηλεσκοπίου είναι ο οπτικός σωλήνας και η στήριξή του.

**Γ.3.α** Ο οπτικός σωλήνας φέρει τον εστιαστή που δέχεται τους προσοφθάλμιους φακούς και μας βοηθά για να εστιάζουμε την εικόνα που βλέπουμε, και τον ερευνητή που μας βοηθά στην σκόπευση των αντικειμένων. Οι ερευνητές ή αλλιώς διόπτρες σκοπεύσεως έχουν μικρή μεγέθυνση αλλά μεγάλο οπτικό πεδίο. Δηλαδή μέσα σε αυτές, μπορούμε να βλέπουμε αρκετά μεγάλο κομμάτι του ουρανού, αφού ισχύει πως το μικρότερο τηλεσκόπιο όπως μια μικρή διόπτρα έχει και μικρότερο εστιακό μήκος άρα και μεγαλύτερο οπτικό πεδίο. Έτσι λοιπόν χρησιμοποιώντας τον ερευνητή εύκολα εγκλωβίζουμε και στοχεύουμε το αντικείμενο της αρεσκείας μας και μετά το παρατηρούμε μέσα από το κύριο σώμα του τηλεσκοπίου για να διακρίνουμε περισσότερες λεπτομέρειες. Ο ερευνητής συνήθως διαθέτει σταυρόνημα και έχει πεδίο 5° - 6°.

Τα οπτικά τηλεσκόπια, διακρίνονται σε διοπτρικά, σε κατοπτρικά και σε καταδιοπτρικά.

**Γ.3.α.1** Τα Διοπτρικά ή αλλιώς Διαθλαστικά τηλεσκόπια διαθέτουν αντικειμενικό φακό με δύο ή τρία οπτικά στοιχεία στο μπροστινό μέρος του σωλήνα. Το είδωλο εστιάζεται στο πίσω μέρος του σωλήνα όπου και μεγεθύνεται από το προσοφθάλμιο σύστημα.

Τα χρώματα του φωτός, στο ορατό φάσμα διαθλώνται ασύμμετρα μέσα από οπτικά στοιχεία με διαφορετικό δείκτη διάθλασης. Γι αυτό και εστιάζονται σε άνισες αποστάσεις όταν περνούν μέσα από καμπυλόμορφες οπτικές επιφάνειες. Επειδή λοιπόν παρουσιάζονται χρωματικά σφάλματα κατασκευάζουμε τηλεσκόπια με συνδυασμό οπτικών στοιχείων διαφορετικού δείκτη διάθλασης. Τα τηλεσκόπια αυτά ονομάζονται Αχρωματικά και Αποχρωματικά ανάλογα με την ικανότητα απαλοιφής του χρωματικού σφάλματος.

**Γ.3.α.2** Τα Κατοπτρικά τηλεσκόπια διαθέτουν κοίλο κάτοπτρο για να συλλέξουν το φως. Συνήθως έχει σχήμα παραβολοειδές. Μπορούμε να διακρίνουμε δύο κατηγορίες κατοπτρικών τηλεσκοπίων, τα Νευτώνεια τηλεσκόπια και τα τύπου Κάσσεγκρεν:

Στο Νευτώνειο τηλεσκόπιο όπου το είδωλο εστιάζεται στο μπροστινό και πλευρικό μέρος του σωλήνα, αφού πρώτα έχει ανακλαστεί σε διαγώνιο επίπεδο καθρέπτη.

Στα τύπου Κάσσεγκρεν όπου το είδωλο αφού πρώτα ανακλαστεί σε δευτερεύον κυρτό υπερβολοειδές κάτοπτρο, εστιάζεται στο πίσω μέρος του σωλήνα προς την μεριά του κυρίως κατόπτρου.

Τα Καταδιοπτρικά τηλεσκόπια συνδυάζουν φακούς και κάτοπτρα. Οι κοντόχοντροι σωλήνες που διαθέτουν, τους χαρίζουν στιβαρότητα και εύκολη μεταφορά. Είναι τα πιο διαδεδομένα τηλεσκόπια για αστροφωτογράφιση ή ηλεκτρονική απεικόνιση ειδώλων (CCD). Τέλος οι κλειστοί σωλήνες προστατεύουν τα κάτοπτρα από υγρασία και σκόνη.

Τα πιο διαδεδομένα καταδιοπτρικά τηλεσκόπια στους ερασιτέχνες αστρονόμους είναι τα Σμίτ-Κάσσεγκρεν και τα Μακσούτοφ-Κάσσεγκρεν.

Σμίτ-Κάσσεγκρεν Στο μπροστινό μέρος του σωλήνα βρίσκεται ένας διορθωτικός φακός που στηρίζει και το δευτερεύον κυρτό κάτοπτρο. Το φως αφού ανακλαστεί από το πρωτεύον κάτοπτρο στην συνέχεια ανακλάται και από το δευτερεύον και επιστρέφει στο πίσω μέρος του τηλεσκοπίου.

Μακσούτοφ-Κάσσεγκρεν Η συλλογή του φωτός γίνεται με το πρωτεύον κοίλο σφαιροειδές κάτοπτρο και η διαδρομή μοιάζει με αυτήν που ακολουθεί το φως στα τηλεσκόπια Σμίτ-Κάσσεγκρεν. Εδώ όμως ο διορθωτικός φακός έχει διαφορετική κατασκευή αυξάνοντας λίγο το βάρος του οπτικού σωλήνα. Με τα τηλεσκόπια Μακσούτοφ-Κάσσεγκρεν επιτυγχάνεται υψηλό κοντράστ με άριστο οπτικό αποτέλεσμα.

Άλλοι συνδυασμοί φακών και κατόπτρων είναι δυνατόν να υπάρξουν με αξιόλογα οπτικά αποτελέσματα όπως τα τηλεσκόπια Σμίτ-Νιουτόνιαν και τα Μκσούτοφ-Νιουτόνιαν.

**Γ.3.β** Η στήριξη ενός τηλεσκοπίου αποτελείται από δύο μέρη, την κεφαλή και το τρίποδο.

Μία καλή στήριξη είναι το ίδιο σημαντική (ίσως και περισσότερο), με το οπτικό μέρος του τηλεσκοπίου. Η στήριξη ενός τηλεσκοπίου θα πρέπει να είναι στιβαρή, να σκοπεύει με βάση τις συντεταγμένες του ουράνιου θόλου και να παρακολουθεί την ημερήσια πορεία των ουρανίων σωμάτων.

Τα κυριότερα είδη στήριξης ενός τηλεσκοπίου είναι η υποαζιμουθιακή στήριξη και η Ισημερινή στήριξη.

Η υποαζιμουθιακή στήριξη επιτρέπει δύο είδη κινήσεων, μία γύρω από τον άξονα του αζιμουθίου (στροφή αριστερά-δεξιά) και μία καθ' ύψος (πάνω-κάτω). Μία απλή και φθηνή υποαζιμουθιακή στήριξη, που φιλοξενεί μεγάλου διαμετρήματος Νευτώνεια τηλεσκόπια (ευρύτατα διαδεδομένα στους ερασιτέχνες αστρονόμους), είναι η στήριξη τύπου Dobsonian.

Ισημερινή Στήριξη έχουμε όταν ο ένας άξονας (αυτός της ορθής αναφοράς) έχει κλίση ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου παρατήρησης (για παράδειγμα στην Αθήνα  $+38^\circ$ ), είναι παράλληλος με τον νοτιό άξονα της γης και σκοπεύει τον βόρειο πόλο της ουράνιας σφαίρας, (πολύ κοντά στον Πολικό αστέρα). Η στήριξη αυτή επιτρέπει την ομαλή μετάβαση από τις γεωγραφικές συντεταγμένες της γης στις συντεταγμένες του ουρανού (Ορθή Αναφορά – Απόκλιση). Έτσι η διόρθωση της κίνησης λόγω περιστροφής της γης περιορίζεται μόνο στον ωριαίο άξονα, μιας και η απόκλιση του αντικειμένου παραμένει σταθερή. Οι πιο βασικοί τύποι Ισημερινής στήριξης είναι ο Γερμανικός τύπος Ισημερινής στήριξης και ο Διχαλωτός τύπος Ισημερινής στήριξης ή αλλιώς Φουρκέτα

Ο Γερμανικός τύπος Ισημερινής στήριξης είναι περισσότερο διαδεδομένος στα διοπτρικά, Νευτώνεια αλλά και στα Cassegrain τηλεσκόπια. Χαρακτηριστικό του Γερμανικού τύπου είναι ότι διαθέτει αντίβαρα για την ισορροπία του οργάνου.

Ο Διχαλωτός τύπος Ισημερινής στήριξης ή αλλιώς Φουρκέτα ονομάζεται έτσι γιατί διαθέτει φουρκέτα μεγάλης μάζας, φιλοξενεί συνήθως φωτογραφικά τηλεσκόπια μικρού όγκου, τύπου Schmidt- Cassegrain και Maksutov- Cassegrain.

**Γ.4 Στην Στήριξη ενός τηλεσκοπίου μπορούμε να διακρίνουμε δύο βασικά βοηθητικά συστήματα, που είναι ο Αστροστάτης και οι κύκλοι σκόπευσης.**

Ο ΑΣΤΡΟΣΤΑΤΗΣ είναι το ηλεκτρομηχανικό σύστημα που στρέφει αργά την κεφαλή ενός τηλεσκοπίου αντίθετα από την περιστροφή της Γης για να απαλείψει την φαινόμενη περιστροφή του ουρανού θόλου. Έτσι το αντικείμενο που παρατηρούμε παραμένει μέσα στο πεδίο του τηλεσκοπίου μας αφού η κεφαλή της στήριξης ακολουθεί διαρκώς την πορεία του αντικειμένου και την περιστροφή του ουρανού.

ΟΙ ΚΥΚΛΟΙ ΣΚΟΠΕΥΣΗΣ είναι οι μεταλλικοί δίσκοι (όπως τα ανεμολόγια στις πυξίδες) που διαθέτουν οι στήριξεις και μας βοηθούν στην σκόπευση των ουρανίων αντικειμένων. Η εύρεση γίνεται σύμφωνα με τις ουράνιες συντεταγμένες που λαμβάνουμε από χάρτες ή αστρονομικούς καταλόγους που είναι δυνατόν να βρίσκονται ως βάση δεδομένων και στα ίδια τα τηλεσκόπια.

#### **Γ.5 Χαρακτηριστικά στοιχεία του τηλεσκοπίου**

Το ΑΝΟΙΓΜΑ είναι η διάμετρος του αντικειμενικού φακού, ή του πρωτεύοντος κατόπτρου. Όσο μεγαλύτερη είναι η διάμετρος του τηλεσκοπίου μας, τόσο μεγαλύτερη και η συλλογή φωτός. Τα τηλεσκόπια με δύο φορές μεγαλύτερη διάμετρο συλλέγουν τέσσερις φορές περισσότερο φως. Αντίστοιχα τηλεσκόπια με τρεις φορές μεγαλύτερη διάμετρο συλλέγουν εννέα φορές περισσότερο φως και ούτω καθ' εξής.

Η ΕΣΤΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ του τηλεσκοπίου είναι η απόσταση της εστίας του αντικειμενικού φακού ή πρωτεύοντος κατόπτρου του τηλεσκοπίου.

Ο ΕΣΤΙΑΚΟΣ ΛΟΓΟΣ του τηλεσκοπίου μας δηλώνει το λόγο της εστιακής απόστασης προς την διάμετρο του ανοίγματός του, δηλαδή μας δηλώνει πόσες φορές χωράει η διάμετρος στο εστιακό μήκος του τηλεσκοπίου. Για παράδειγμα ένα τηλεσκόπιο Διαμέτρου 100mm και εστιακού μήκους 1.000mm, θα έχει εστιακό λόγο 10.

Η ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ είναι η συσχέτιση μεταξύ της γωνίας που βλέπουμε ένα αντικείμενο, συγκρινόμενο με τη γωνία που βλέπουμε το ίδιο αντικείμενο μέσα από τηλεσκόπιο. Δηλαδή μας λέει πόσες φορές μεγαλύτερο το βλέπουμε με το τηλεσκόπιο. Την μεγέθυνση την βρίσκουμε αν διαιρέσουμε την εστιακή απόσταση του τηλεσκοπίου προς την εστιακή απόσταση του προσοφθάλμιου φακού.

Η ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ή αλλιώς ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ είναι η ελάχιστη γωνιακή απόσταση δύο αστέρων ή άλλων φωτεινών σημειακών πηγών. Εξαρτάται από τη διάμετρο του τηλεσκοπίου. Θεωρητικά ένα τηλεσκόπιο 8 ιντσών έχει δύο φορές μεγαλύτερη διακριτική ικανότητα από ένα 4 ιντσών.

#### **Γ.6 Τηλεσκόπια αυτόματης σκόπευσης (GO TO).**

Μερικά τηλεσκόπια όπως προαναφέραμε έχουν την δυνατότητα να παρακολουθούν με την βοήθεια του αστροστάτη τα ουράνια αντικείμενα και επιπλέον να διορθώνουν τυχόν ανωμαλίες σε μηχανικά εξαρτήματα της υποαζιμουθιακής ή ισημερινής κεφαλής.

Κάποια άλλα τηλεσκόπια έχουν πλήρως αυτοματοποιημένη στήριξη. Με την βοήθεια ενσωματωμένου μικροϋπολογιστή στο τηλεσκόπιο, μας παρέχεται η δυνατότητα αυτόματης εύρεσης, σκόπευσης και παρακολούθησης χιλιάδων αντικειμένων στον ουρανό χωρίς την βοήθεια του χειριστή. Αυτά τα τηλεσκόπια είναι γνωστά ως τηλεσκόπια GO TO, επειδή ακριβώς με το πάτημα ενός κουμπιού το τηλεσκόπιο κατευθύνεται μόνο του στο επιθυμητό ουράνιο αντικείμενο! Με αυτά τα μικρά θαύματα της τεχνολογίας εξοικονομούμε πάρα πολύ χρόνο. Ακούραστα απολαμβάνουμε εκατοντάδες αντικείμενα και το πιο σημαντικό είναι πως εντοπίζουμε αμυδρά αντικείμενα που σε διαφορετική περίπτωση θα τα έβρισκαν μόνο

εκπαιδευμένοι παρατηρητές. Επιπλέον έχουμε την δυνατότητα ελέγχου του τηλεσκοπίου από απόσταση, όπως συμβαίνει στα μεγάλα αστροσκοπεία.

Βέβαια όλα αυτά ακούγονται εντυπωσιακά και απλά. Θα πρέπει όμως να γνωρίζουμε πως αυτά τα τεχνολογικά προηγμένα τηλεσκόπια, απαιτούν βασικές γνώσεις χειρισμού και λίγες γνώσεις ουρανογραφίας. Απαιτείται δηλαδή να γνωρίζει κάποιος που βρίσκεται η Μεγάλη Άρκτος, ο Βέγας και τα τέσσερα σημεία του ορίζοντα. Και αυτό γιατί τα τηλεσκόπια σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να είναι προσανατολισμένα με λαμπρούς αστέρες και ο παρατηρητής να γνωρίζει που βρίσκονται αυτοί οι αστέρες. Σε αυτή την περίπτωση απαραίτητο είναι το επιπεδόσφαιρο που θα του υποδείξει τους αστέρες συναρτήσει της ώρας και ημερομηνίας. Τέλος τα GO TO τηλεσκόπια, πιθανόν να είναι ακατάλληλα για κάποιον που αδυνατεί για παράδειγμα, να χειριστεί το κινητό του τηλέφωνο ή να προγραμματίσει το DVD του. Άλλωστε μπορεί τα επιπλέον χρήματα για αυτόματη στήριξη να τα διαθέσει για ισχυρότερο τηλεσκόπιο (δηλαδή τηλεσκόπιο μεγαλύτερης διαμέτρου). 1080s