



Εξοπλισμός για τον Ερασιτέχνη Αστρονόμο

Χάρης Καμπάνης

Τι μας ενδιαφέρει να παρατηρούμε πώς και από πού.

- Μας Ενδιαφέρει Παρατήρηση Πλανητών, Ηλιακή Παρατήρηση, Βαθύς Ουρανός;
- Θα Παρατηρούμε μέσα από την πόλη;
- Θα μετακινούμε το τηλεσκόπιο σε σκοτεινό ουρανό;
- Θέλουμε να ασχοληθούμε με την αστροφωτογράφιση;
- Μας ενδιαφέρει η φωτομετρία;
- Τι ώρα σχολάμε από την δουλειά μας;
- Έχουμε παιδιά (μικρά);
- Το καλύτερο τηλεσκόπιο είναι αυτό που θα χρησιμοποιήσουμε συχνότερα

Βασικά Μέρη του τηλεσκοπίου

- 1 Στήριξη του τηλεσκοπίου (η πιο σημαντική επιλογή)
- 2 Οπτικός Σωλήνας
- 3 Εστιαστής
- 4 Διαγώνιο
- 5 Προσοφθάλμιο
- 6 Ερευνητής



Βασικά Μέρη του τηλεσκοπίου

- 1 Στήριξη του τηλεσκοπίου (και η πιο σημαντική επιλογή)
- 2 Οπτικός Σωλήνας
- 3 Εστιαστής
- 4 Διαγώνιο
- 5 Προσοφθάλμιος
- 6 Ερευνητής



Στήριξη του τηλεσκοπίου

Ισημερινή



Υψοαζιμουθιακή



Στήριξη του τηλεσκοπίου

Ισημερινή

- Απαραίτητο για Αστροφωτογράφιση & Φωτομετρία
- Ακολουθεί το ουράνιο αντικείμενο με κίνηση μόνο στον άξονα ορθής αναφοράς
- Δυνατότητα Goto
- Η Γερμανική Ισημερινή Στήριξη απαιτεί αντίβαρο
- Χρειάζεται πολική Ευθυγράμμιση
- Η Γερμανική Ισημερινή Στήριξη χρειάζεται αναστροφή του σωλήνα στην διάρκεια παρατήρησης
- Το τηλεσκόπιο έχει σημαντική μεταβολή στο ύψος του προσοφθαλμίου και κάποιες φορές άβολη θέση παρατήρησης



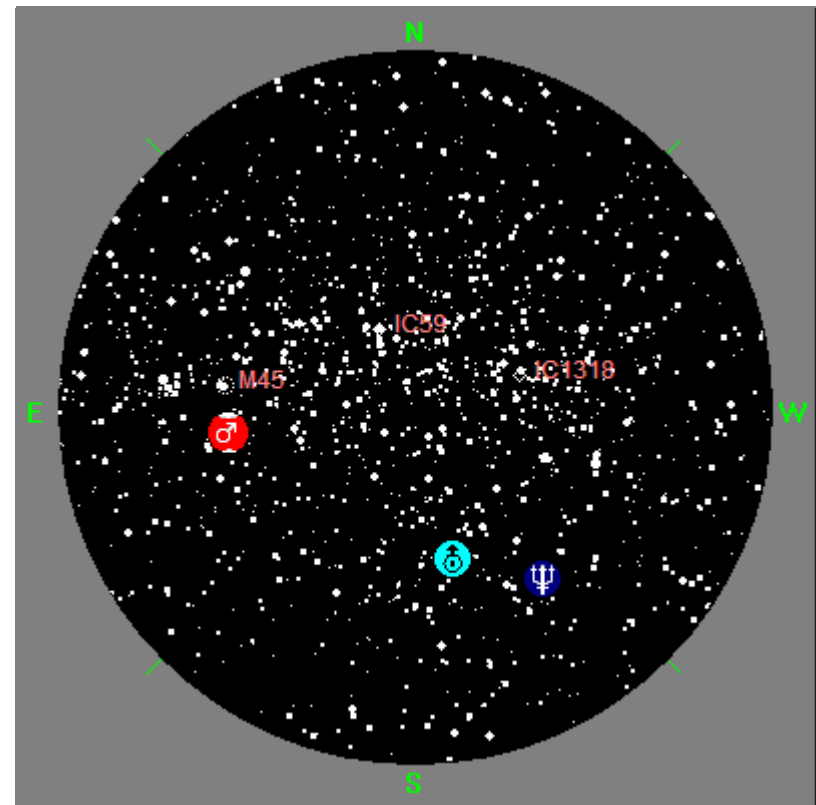
Οφέλη τηλεσκοπίων με υψοαξιμουθιακή στήριξη

- Ευκολία μετακίνησης και συναρμολόγησης
 - Εκπληρώνει όλες της δυνατότητες κατεύθυνσης
 - Δεν χρειάζεται αντίβαρο
 - Δυνατότητα Goto-Tracking
-
- Μειονέκτημα:
 - Δεν κάνει για εικονοληψία
Λόγω φαινομένου:
περιστροφής πεδίου (field rotation).



Περιγραφή Φαινομένου περιστροφής πεδίου

- Η ισημερινή στήριξη αντισταθμίζει φαινομενική κίνηση των αστεριών με κίνηση σε μόνο ένα άξονα της βάσης.



Περιγραφή Φαινομένου περιστροφής πεδίου

- Η περιστροφή πεδίου εμφανίζεται στα άκρα του κάδρου
- Τα αστέρια διαγράφουν μια μικρή τροχιά γύρω από το κέντρο της εικόνας.



Οπτικός Σωλήνας – Παράμετροι Απόδοσης

Συλλεκτική Δυνατότητα Φωτός
Εστιακό Μήκος / F
Ευκρίνεια Ειδώλου
Απόδοση Αντίθεσης
Ακρίβεια Οπτικών Επιφανειών
Εσωτερικές Απώλειες Μετάδοσης
Χρόνος για Θερμική Ισορροπία με το περιβάλλον

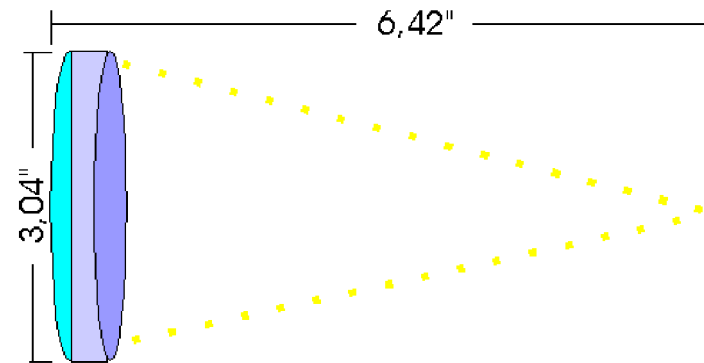


Οπτικός Σωλήνας – Παράμετροι Απόδοσης

Η συλλεκτική δυνατότητα φωτός ενός τηλεσκοπίου καθορίζεται από την διάμετρο του αντικειμενικού φακού του τηλεσκοπίου.

Για να υπολογίσουμε πόσο πιο φωτεινό είναι ένα αστέρι (σε σχέση με το ανθρώπινο μάτι) αρκεί να χρησιμοποιήσουμε το κάτω τύπο..
Φωτεινότητα σημείου (αστέρι) = $((D./\delta)^{**2})*\Pi$
Φωτεινότητα Ειδώλου (Νεφέλωμα) = $(D.^{**2}/(M^{**2}\delta^{**2}))*\Pi$

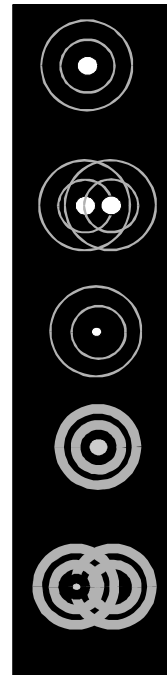
D= Διάμετρος αντικειμενικού φακού, δ =
Διάμετρος κόρης ματιού (5 έως 7χιλ.), M=
Μεγέθυνση, Π = Ποσοστό Μετάδοσης (93%
έως 65%),



Οπτικός Σωλήνας – Παράμετροι Απόδοσης

Ευκρίνεια Τηλεσκοπίου

- Θα περίμενε κανείς ότι ένα τέλειο οπτικό σύστημα θα εμφάνιζε ένα αστέρι σαν σημείο.
- Λόγω παράθλασης του φωτός το είδωλο εμφανίζεται (υψηλή μεγέθυνση) σαν ένας μικρός δίσκος που περιβάλλεται από δύο τρεις αραιούς δακτύλους.
- Το είδωλο αυτό ονομάζεται Airy Disk. Το κενό αναμεταξύ των ομόκεντρων δακτυλίων σχηματίζεται από καταστρεπτική παρεμβολή κυμάτων φωτός.
- Σε ένα οπτικό σύστημα χωρίς κεντρική εμπόδιση 85% του φωτός συγκεντρώνεται στο κεντρικό δίσκο.



Airy Disk

Μέγιστη Ευκρίνεια Ειδόλου

Μεγαλύτερη διάμετρο τηλεσκοπίου

Με κεντρική εμπόδιση

Μείωση της ευκρίνειας λόγω κεντρικής εμπόδισης

Οπτικός Σωλήνας – Παράμετροι Απόδοσης

Ευκρίνεια Τηλεσκοπίου

Η διάμετρος του δίσκου του Airy Disk ουσιαστικά καθορίζει την ευκρίνεια του τηλεσκοπίου. Η ελάχιστη γωνιακή απόσταση που μπορεί να διαχωρίσει δύο αστέρια είναι γνωστό ως Dawes limit.

$R = 4,56'' / \text{Διάμετρο Τηλεσκοπίου}$. (5,45:'''

Θεωρητικώς)

Ο παρακάτω πίνακας δίνει στοιχεία ευκρίνειας σε σχέση με τη διάμετρο του τηλεσκοπίου.

Πολλές φορές μπορούμε να διακρίνουμε αστέρια που είναι στο μισό του Dawes limit καθώς τα αστέρια σχηματίζουν ελλειψοειδές είδωλο

Διάμετρος Πρωτεύοντος	Ευκρίνεια Θεωρητική	Διακριτική Ικανότητα Παρατηρητή
	(Arc Seconds)	
60 χιλ	2,73	2,28
80 χιλ	1,82	1,52
100 χιλ	1,36	1,14
130 χιλ	1,09	0,91
150 χιλ	0,91	0,76
200 χιλ	0,68	0,57
250 χιλ	0,55	0,46
300 χιλ	0,45	0,38
400 χιλ	0,36	0,3

Οπτικός Σωλήνας – Παράμετροι Απόδοσης

Telescope Type	Aperture (mm)	Central Obstruction (%)	Calculated Throughput	Effective Aperture*	Equivalent Aperture for Low Contrast Resolution**	Limiting Visual Magnitude***
William Optics ZS66	66	0%	85x	65	66	11.8
Questar 3.5, Broadband	89	34%	123x	77	70	12.1
Lomo 80mm APO	80	0%	123x	78	80	12.1
Orion ED80	80	0%	124x	78	80	12.2
TeleVue 85	85	0%	142x	83	85	12.3
Celestron C5, Starbright	125	38%	193x	97	92	12.6
TeleVue NP101	101	0%	192x	97	101	12.6
Takahashi TSA 102	102	0%	198x	98	102	12.7
TeleVue 102	102	0%	204x	100	102	12.7
Astro-Physics Traveler	105	0%	221x	104	105	12.8
William Optics FLT-110, TEC	110	0%	240x	108	110	12.9
APM/TMB 115	115	0%	254x	112	115	12.9
Orion ED120	120	0%	279x	117	120	13.0
Celestron C6 XLT	150	36%	346x	130	114	13.3
TeleVue NP127	127	0%	304x	122	127	13.1
Meade 127 Triplet	127	0%	307x	123	127	13.1
Takahashi TOA 130	130	0%	321x	126	130	13.2
TMB SS 130	130	0%	325x	126	130	13.2
Intes Micro M603	150	30%	362x	133	124	13.3
Astro-Physics 130 EDF	130	0%	338x	129	130	13.2
William Optics FLT-132	132	0%	335x	128	132	13.2
6" f/6 Newtonian	150	20%	334x	128	138	13.2
Intes Micro MN65	150	22%	378x	136	136	13.4
TEC 140	140	0%	392x	139	140	13.4
Meade 8" LX200 f/6.3, Std. Coat.	203	43%	486x	154	135	13.6
APM/TMB 152	152	0%	444x	147	152	13.5
Vixen VC200L	200	40%	565x	166	141	13.8
Intes Micro M703	180	30%	521x	160	149	13.7
Vixen VMC200L	200	40%	576x	168	141	13.8
Celestron C8 Starbright	203	31%	544x	163	166	13.8
Meade 8" LX200 ACF	203	33%	649x	178	161	14.0
Celestron C8 XLT	203	31%	658x	180	166	14.0
8" f/6 Newtonian	200	20%	593x	170	184	13.9
Meade 8" Mak Newt	200	22%	673x	182	181	14.0
Celestron C9.25 XLT	235	36%	933x	214	178	14.4
10" f/4.5 Newtonian	250	25%	905x	211	220	14.3
Celestron C11 XLT	280	36%	1,206x	243	212	14.6
Meade 12" LX200 ACF	305	35%	1,443x	266	235	14.8
12" f/4.5 Newtonian	300	25%	1,303x	253	264	14.7
16" LX200 ACF	405	35%	2,518x	351	312	15.4
16" f/4.5 Newtonian	405	25%	2,375x	341	356	15.4

Συνολική Απόδοση
http://www.cloudynight.com/item.php?item_id=1972

Οπτικός Σωλήνας – Παράμετροι Απόδοσης

Αντίθεση Ειδώλου

Όταν το τηλεσκόπιο έχει κεντρική εμπόδιση όπως τα κατοπτρικά το Airy Disk αλλάζει μορφή με πιο φωτεινούς δακτύλους και λιγότερο φωτεινό δίσκο. Για κεντρική εμπόδιση που φτάνει το μισό του διαμέτρου του τηλεσκοπίου η φωτεινότητα στους δακτύλους απορροφά 60% του φωτός και το όλο Airy disk μικραίνει κατά 19%.

Τα αρνητικά αποτελέσματα που προκαλεί η κεντρική εμπόδιση στην αντίθεση του ειδώλου είναι:

- Δυσκολία διαχωρισμού αστέρα με διαφορετική φωτεινότητα.
- Έντονη παράθλαση σε μικρά είδωλα, ιδίως όσα είναι σε μέγεθος μερικών Airy disks.
- Το χείλος φωτεινών ειδώλων θολώνει.
- Σκοτεινές περιοχές φωτίζονται από εφαπτόμενες φωτεινές.
- Φωτεινές περιοχές σκοτεινιάζουν από εφαπτόμενες σκοτεινές.
- Προκαλούνται φωτεινά σημεία σε σκοτεινές περιοχές.
- Προκαλούνται μαύρα στίγματα σε φωτεινές περιοχές.



Airy Disk

Μέγιστη Ευκρίνεια Ειδώλου

Μεγαλύτερη διάμετρο τηλεσκοπίου

Με κεντρική εμπόδιση

Μείωση της ευκρίνειας λόγω κεντρικής εμπόδισης

Διοπτρικά Τηλεσκόπια

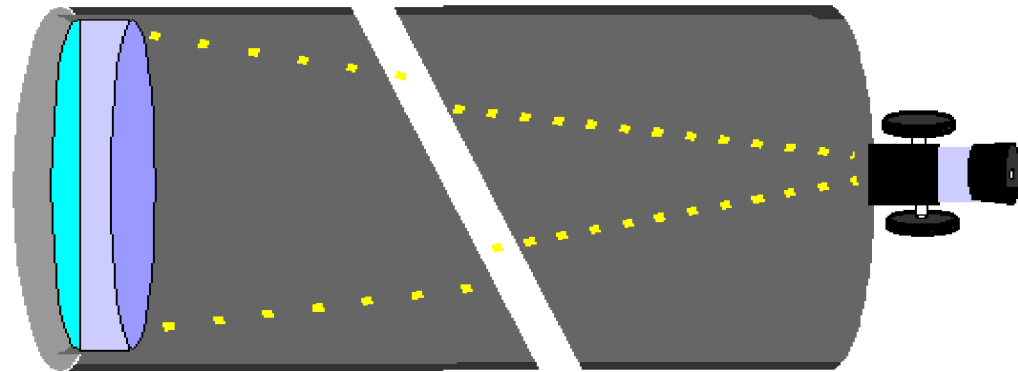
Χρήσιμη Διάμετρος: 8 έως 18 εκατ.
Εστιακός Λόγος: f/12 - f/15 Αρωματικά,
f/7 - f/10 Αποχρωματικά

Θετικά

- Χαμηλή Συντήρηση
- Είναι φορητά
- Υψηλή Ευκρίνεια
- Υψηλό Contrast
- Υψηλή μετάδοση
- Ελάχιστες Εκτροπές
- Ανθεκτικά ακόμα και τα Flourite
- Άριστα για αστροφωτογράφιση (αποχρωματικά)
- Κλειστός Σωλήνας

Αρνητικά

- Υψηλό Κόστος
- Χρωματική Εκτροπή (Αχρωματικά , ED)
- δεκ και άνω δύσκολα μεταφέρονται



Κατοπτρικό - Cassegrain

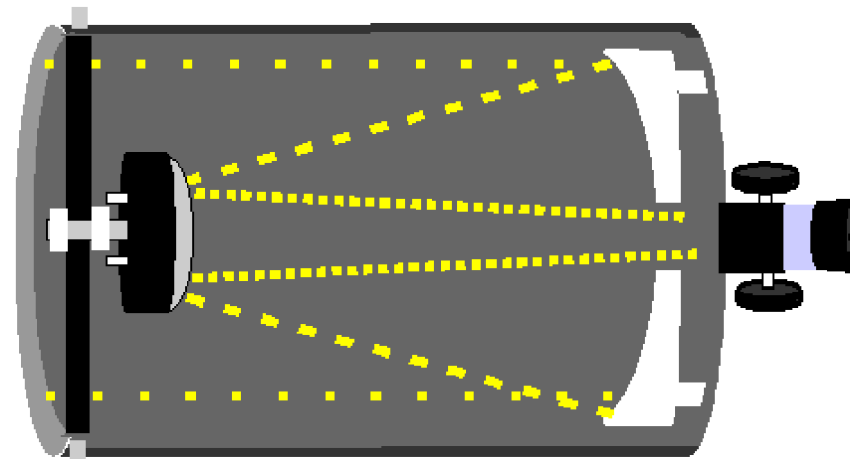
Χρήσιμη Διάμετρος: 15 έως 35 εκατ.
Εστιακός Λόγος: f/10 - f/15,

Θετικά

Συμπαγές
Πολλά Αξεσουάρ
Καλό για Αστροφωτογράφιση (Prime Focus)
Λίγες Οπτικές επιφάνειες
Καλή θέση για παρατήρηση
Κόστος σε λογικά πλαίσια*

Αρνητικά

Χαμηλό Contrast*
Χαμηλή ευκρίνεια*
Μαζικής Παραγωγής
Collimation
Image Shift



Κατοπτρικό – Schmidt Cassegrain

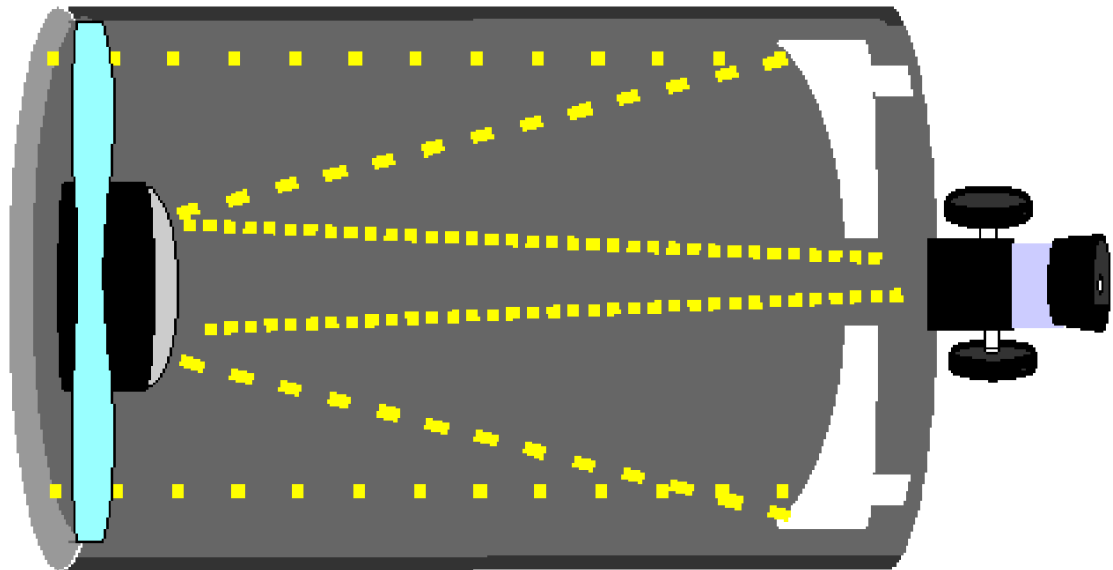
Χρήσιμη Διάμετρος: 15 έως 35 εκατ.
Εστιακός Λόγος: f/10 – f/11

Θετικά

Συμπαγές
Πεδίο Χωρίς Σημαντικές Εκτροπές
Κλειστός Σωλήνας
Πολλά Αξεσουάρ
Καλό για Αστροφωτογράφηση
Κόστος χαμηλό μαζί με την βάση
Ολοκληρωμένη Λύση

Αρνητικά

Χαμηλό Contrast*
Χαμηλή ευκρίνεια*
Μαζικής Παραγωγής
Image Shift
Πολλές Οπτικές επιφάνειες



Κατοπτρικό – Maksutov Cassegrain

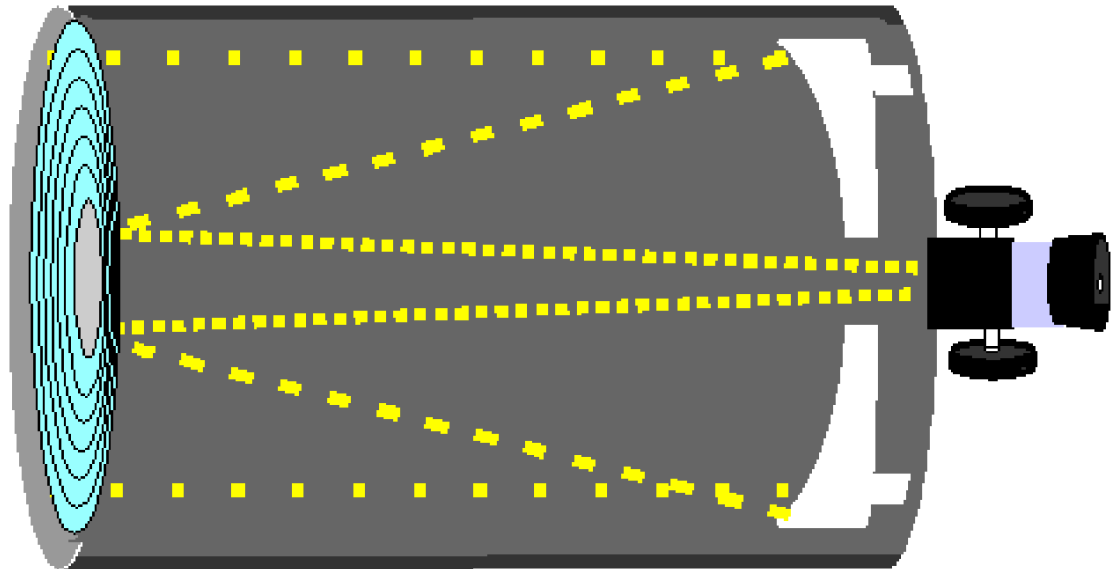
Χρήσιμη Διάμετρος: 15 έως 30 εκατ.
Εστιακός Λόγος: f/10 - f/15,

Θετικά

Συμπαγές
Πεδίο Χωρίς Εκτροπές
Κλειστός Σωλήνας
Καλό για Αστροφωτογράφηση
Καλή ποιότητα κατασκευής
Αντίθεση συγκρίσιμο με διοπτρικό

Αρνητικά

Ακριβό*
Image Shift*
Πολλές Οπτικές επιφάνειες
Αγοράζεις μόνο οπτικό σωλήνα



Κατοπτρικό – Νευτωνικό

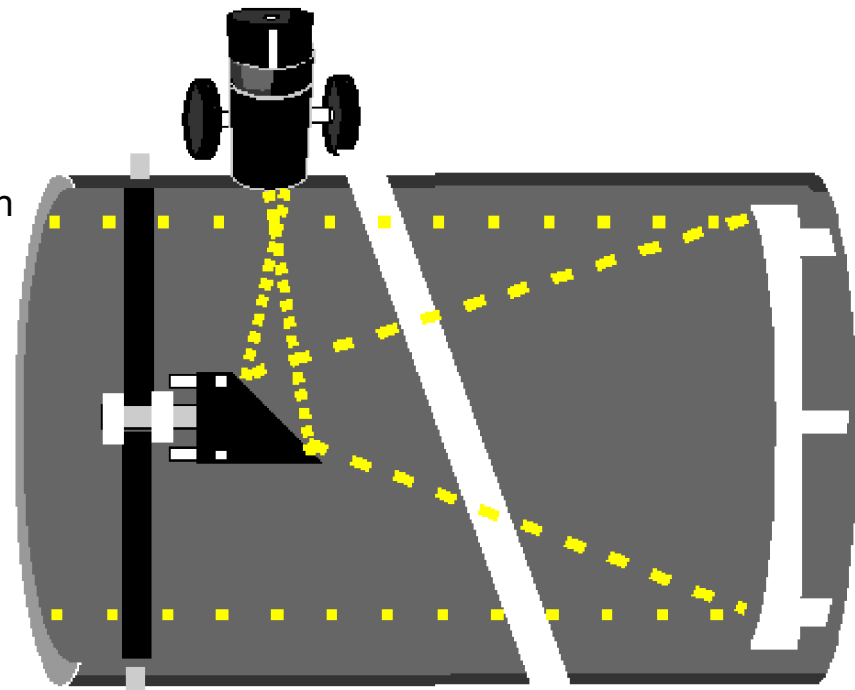
Χρήσιμη Διάμετρο: 10 έως 63 εκατ.
Εστιακός Λόγος: f/4 - f/8,

Θετικά

Χαμηλό Κόστος
Πιο συμπαγές από διοπτρικά
Καλό για Ευρύ Πεδίο
Καμία χρωματική Εκτροπή
Δέχεται Εύκολα Μετατροπές
Μεταφέρεται εύκολα έως 450 εκ. σε μορφή Dobsonian

Αρνητικά

Ανοικτός Σωλήνας
Κόμη (F/5 και λιγότερο)
Δύσκολη Προσπέλαση στο Prime Focus
Μέτρια Μετάδοση Φωτός



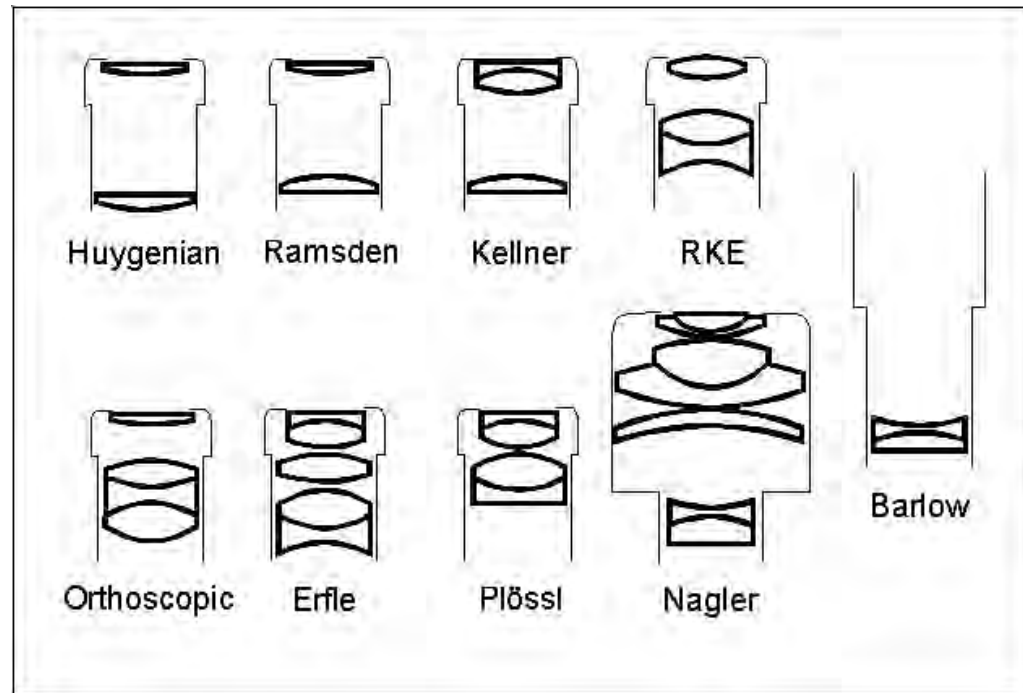
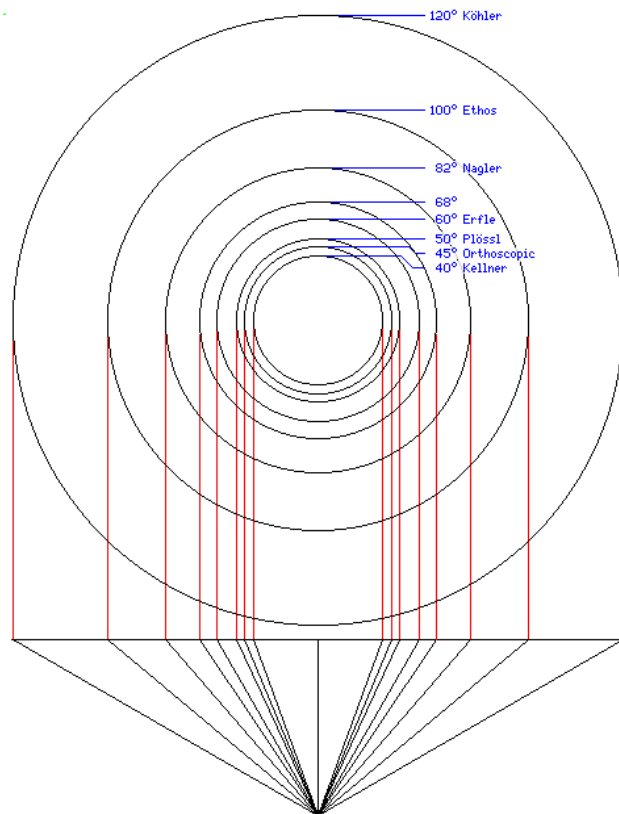
Προσοφθάλμια & Barlows

[Επιμέλεια: Άρης Μυλωνάς]

α / α	ΤΥΠΟΣ	όπου:	Τι βρίσκουμε με τον τύπο ;	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Για τηλεσκόπιο με D=100mm (4 ίντσες), F=1000mm, και προσοφθάλμιο Plossl 10mm
1	$f=F/D$	f : Εστιακός λόγος του αντικειμενικού φακού ή κατόπτρου F: Εστιακή απόσταση αντικειμενικού φακού ή κατόπτρου D: Άνοιγμα (αντικειμενικού φακού ή κατόπτρου)	Εστιακό λόγο Τηλεσκοπίου [Focal Ratio (f-ratio)]	$f=1000\text{mm}/100\text{mm}=10$
2	$M=F/f_e$	M: Μεγέθυνση F: Εστιακή απόσταση αντικειμενικού φακού ή κατόπτρου f _e : Εστιακή απόσταση προσοφθαλμίου	Μεγέθυνση Τηλεσκοπίου (με εστιακές αποστάσεις) (MAGNIFICATION)	$M=1000\text{mm}/10\text{mm}=100X$
3	$M=\alpha/\theta$	M: Μεγέθυνση α: Φαινόμενο (οπτικό) πεδίο θ: Αληθές (οπτικό) πεδίο	Μεγέθυνση Τηλεσκοπίου (με οπτικά πεδία) (MAGNIFICATION)	(Το προσοφθάλμιο Plossl έχει $\alpha=50^\circ$) $M=50^\circ/0,5^\circ=100X$ (Η Σελήνη καλύπτει όλο το πεδίο μας!)

		Με Barlow x 2		Με Barlow x 2,5		Με Barlow x 3	
Διάμετρος Τηλεσκοπίου		400χιλ.	400χιλ.	140χιλ.	140χιλ.	80χιλ.	80χιλ.
F		4	8	7	17,5	8	24
Εστιακό Μήκος		1.600χιλ.	3.200χιλ.	980χιλ.	2.450χιλ.	640χιλ.	1.920χιλ.
Εστιακό Μήκος Προσοφθαλμιο Α	32χιλ.	50	100	31	77	20	60
Εστιακό Μήκος Προσοφθαλμιο Β	22χιλ.	73	145	45	111	29	87
Εστιακό Μήκος Προσοφθαλμιο Γ	13χιλ.	123	246	75	188	49	148
Εστιακό Μήκος Προσοφθαλμιο Δ	10χιλ.	160	320	98	245	64	192
Εστιακό Μήκος Προσοφθαλμιο Ε	6χιλ.	267	533	163	408	107	320

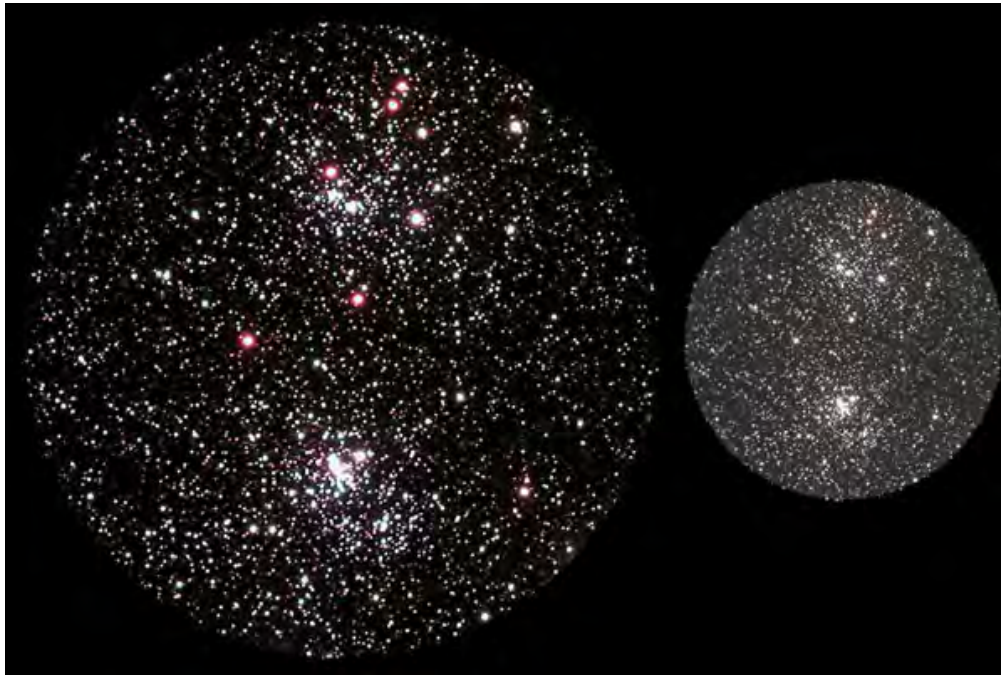
Προσοφθάλμια



**σχέδιο University of Manchester*

Το Ethos δεν έχει το μεγαλύτερο πεδίο.

Προσοφθάλμια Πεδίο



**Dobsonian / Βαθύ
Ουρανό = Widefield**

**Πλανήτες / Πλανητικά
Νεφελώματα / Διπλά
Αστέρια = Orthoscopic**

**Γενική Χρήση=
Plossl**

Βασικές Τεχνικές Αστροφωτογράφισης

Πολική Ευθυγράμμισης σε Δέκα Βήματα

Απαραίτητο για την Εξάλειψη Field Rotation



Acrobat Document

Drift Method: (Χρόνος 20-40 λεπτά):

- 1) Ευθυγραμμίζουμε την βάση και ως προς το έδαφος και ως προς τον πολικό αστέρα
- 2) Χρησιμοποιούμε προσοφθάλμιο με σταυρόνημα που να μας δώσει περίπου 200x μεγένθυση
- 3) Μέθοδος καθορισμού Ανατολής-Δύσης στο προσοφθάλμιο: Όταν σβήνουμε το Drive, τα αστέρια θα κινούνται προς τη δύση. Περιστρέφουμε το προσοφθάλμιο ώστε τα αστέρια να κινούνται παράλληλα από τις ευθείες του σταυρονήματος.
- 4) Μέθοδος καθορισμού Βορράς-Νότος στο προσοφθάλμιο. Γυρίζουμε το τηλεσκόπιο προς το Βορρά χρησιμοποιώντας την απόκλιση, τότε τα αστέρια μέσα από το προσοφθάλμιο θα κινούνται νότια.
- 5) Γυρίζουμε το τηλεσκόπιο στη διάβαση μεσημβρινού και ουράνιο ισημερινό
- 6) Παρακολουθούμε αστέρι με το σταυρόνημα.

Αστέρι	Βάση - Οριζόντιες Διορθώσεις
Κινείται Νότια	Μικρή περιστροφή Δυτικά
Κινείται Βόρεια	Μικρή Περιστροφή Ανατολικά

Βασικές Τεχνικές Αστροφωτογράφισης

Πολική Ευθυγράμμιση σε Δέκα Βήματα

Drift Method: Συνέχεια



Acrobat Document

- 7). Επαναλαμβάνουμε μέχρι να μην είναι αντιληπτή κίνηση ως προς το Βορρά η Νότο του αστεριού για διάστημα τουλάχιστον 5 λεπτών.
- 8). Γυρίζουμε το τηλεσκόπιο 20 μοίρες πάνω από την ανατολή και 20 μοίρες βόρεια από τον ουράνιο ισημερινό
- 9). Επαναλαμβάνουμε μέχρι να μην είναι αντιληπτή κίνηση ως προς το Βορρά η Νότο του αστεριού για διάστημα τουλάχιστον 5 λεπτών.
- 10). Σε όλες τις περιπτώσεις, αγνοούμε οποιεσδήποτε κινήσεις των αστεριών μέσα από το σταυρόνημα ως προς την ανατολή και δύση. Αυτά είναι προέρχονται από το drive η περιοδικό σφάλμα της ορθής αναφοράς

Αστέρι	Βάση - Διορθώσεις Ύψους του πολικού άξονα
Κινείται Νότια	Πολικός Άξονας της Βάσης Θέλει Ανέβασμα ως προς τον πολικό αστέρα
Κινείται Βόρεια	Πολικός Άξονας της Βάσης Θέλει Κατέβασμα ως προς τον πολικό αστέρα