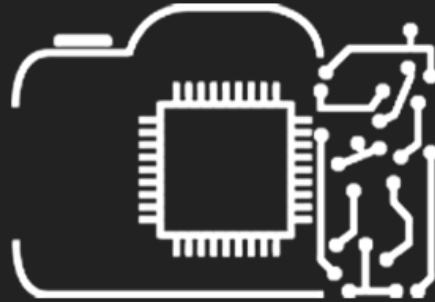
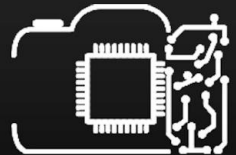


Let's dive into...
LENSES



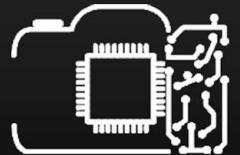
NTUA Photography Club

Welcome to the
4th Photography Lesson



Μέρος Πρώτο

Θεωρητικό Μέρος



Απλός Φακός

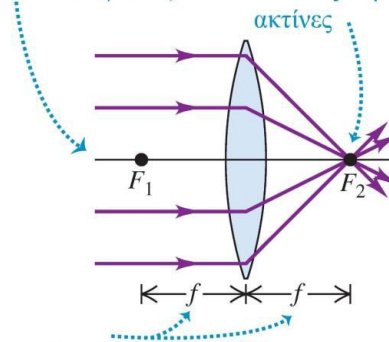
Φακός είναι ένα οπτικό σύστημα με δύο διαθλαστικές επιφάνειες. Ο απλούστερος φακός έχει δύο σφαιρικές επιφάνειες αρκετά κοντά τη μία με την άλλη, ώστε να μπορούμε να αγνοήσουμε την απόστασή τους (δηλαδή το πάχος του φακού). Αυτός ο φακός ονομάζεται λεπτός φακός.

34.28 Τα σημεία F_1 και F_2 ονομάζονται πρωτεύουσα και δευτερεύουσα εστία ενός συγκλίνοντα φακού. Η αριθμητική τιμή της f είναι θετική.

(a)

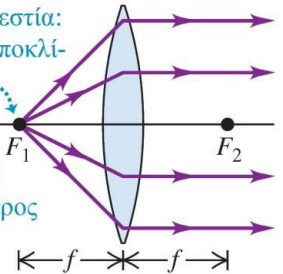
Οπτικός άξονας (διέρχεται από τα κέντρα καμπυλότητας και των δύο επιφανειών του φακού)

Δευτερεύουσα εστία: το σημείο στο οποίο συγκλίνουν προσπίπτουσες παράλληλες ακτίνες



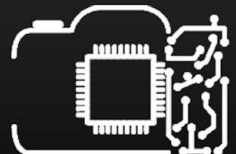
(b)

Πρωτεύουσα εστία: ακτίνες που αποκλίνουν από το σημείο αυτό εξέρχονται από τον φακό παράλληλες προς τον άξονα.

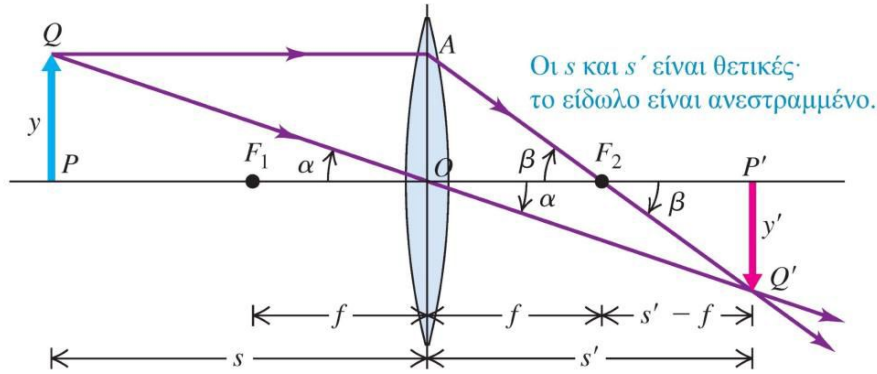


Εστιακή απόσταση

- Μετρείται από το κέντρο του φακού
- Είναι πάντα ίδια και για τις δύο πλευρές του φακού
- Θετική για έναν συγκλίνοντα φακό



Συγκλίνοντες Φακοί



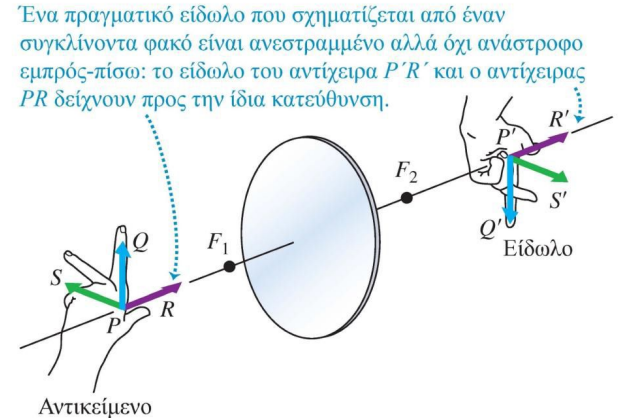
$$\frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \quad m = -\frac{s'}{s} \quad (\text{πλευρική μεγέθυνση, λεπτός φακός})$$

Σχέση αντικειμένου - ειδώλου, λεπτός φακός

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

Απόσταση αντικειμένου Απόσταση ειδώλου Εστιακή απόσταση του φακού

34.29 Σχεδιάγραμμα για τον προσδιορισμό της θέσης ειδώλου, σχηματιζόμενου από έναν λεπτό φακό. Για να δοθεί έμφαση στο ότι ο φακός θεωρείται πολύ λεπτός, η ακτίνα QAQ' εμφανίζεται ότι κάμπτεται στο μέσο επίπεδο του φακού και όχι στις δύο επιφάνειές του, ενώ η ακτίνα QOQ' εμφανίζεται ως ευθεία γραμμή.

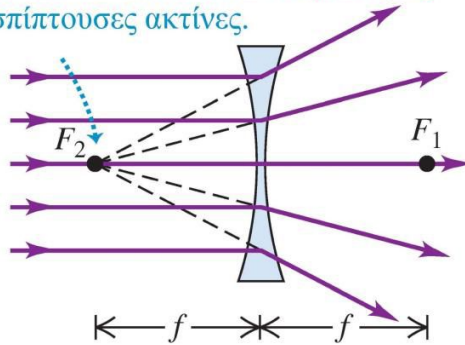


Αποκλίνοντες Φακοί

34.31 Οι F_2 και F_1 είναι η δευτερεύουσα και η πρωτεύουσα εστία, αντίστοιχα, ενός αποκλίνοντα λεπτού φακού. Η αριθμητική τιμή της f είναι αρνητική.

(a)

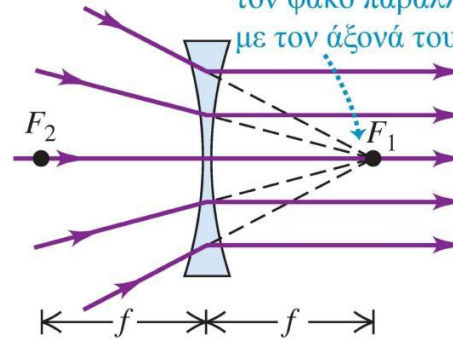
Δευτερεύουσα εστία: Το σημείο από το οποίο φαίνονται να αποκλίνουν παράλληλες προσπίπτουσες ακτίνες.



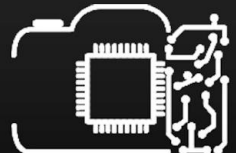
Για έναν αποκλίνοντα λεπτό φακό, η f είναι αρνητική.

(b)

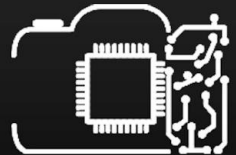
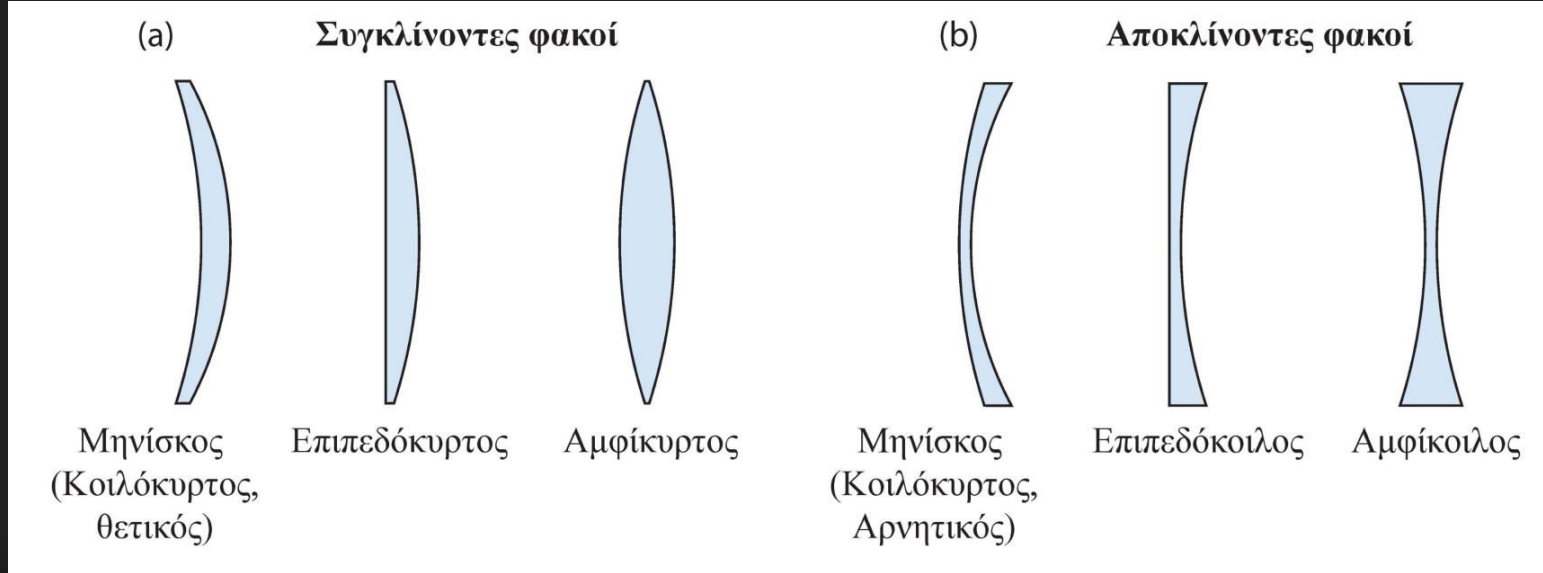
Πρωτεύουσα εστία: Ακτίνες που συγκλίνουν προς αυτό το σημείο αναδύονται από τον φακό παράλληλες με τον άξονά του.



x



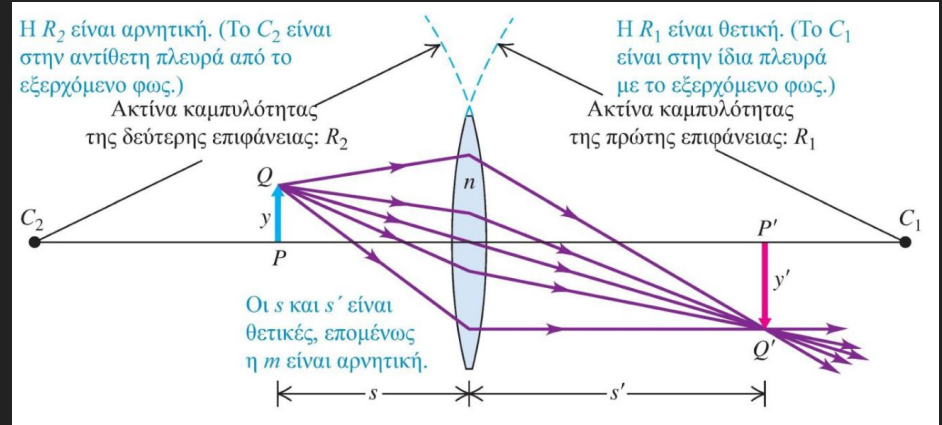
Διαφορετικοί Τύποι Φακών



Εξίσωση Κατασκευαστή Φακών

Το κύριωμα της φωτεινής δέσμης που προκαλεί ένας απλός φακός είναι το αποτέλεσμα ενός συνδυασμού παραγόντων. (Των παραγόντων που ελέγχουν τη διάθλαση)

- Ο δείκτης διάθλασης
- Η γωνία πρόσπτωσης
- Το μήκος κύματος



Εξίσωση του κατασκευαστή φακών για έναν λεπτό φακό

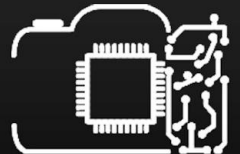
$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Εστιακή απόσταση

Δείκτης διάθλασης του υλικού του φακού

Ακτίνα καμπυλότητας της πρώτης επιφάνειας

Ακτίνα καμπυλότητας της δεύτερης επιφάνειας

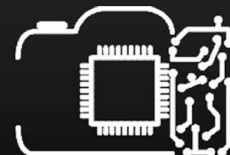
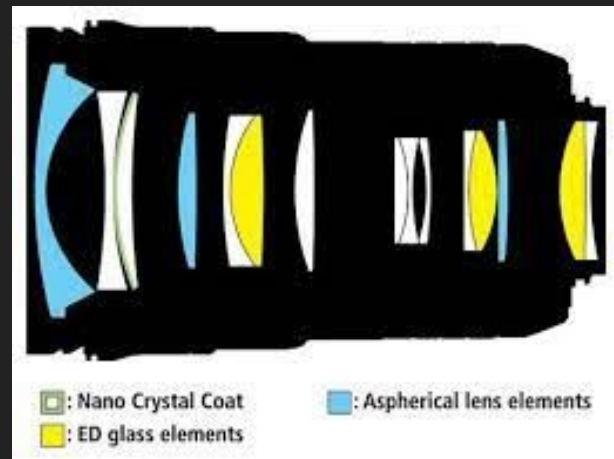


Σύνθετοι φακοί

Τα απλά οπτικά στοιχεία, που μελετήσαμε μέχρι τώρα, δε δίνουν καλά αποτελέσματα για φωτογραφική χρήση. Αυτό οφείλεται στο ότι το είδωλο υποφέρει από σοβαρά οπτικά σφάλματα. Για να λύσει αυτό το πρόβλημα, ο κατασκευαστής φωτογραφικών φακών συνδυάζει πολλά στοιχεία, με τέτοια χαρακτηριστικά ώστε να τα οπτικά τους σφάλματα να αλληλοεξουδετερώνονται.

Αυτή η κατασκευή στην ουσία είναι ένας σύνθετος φακός.

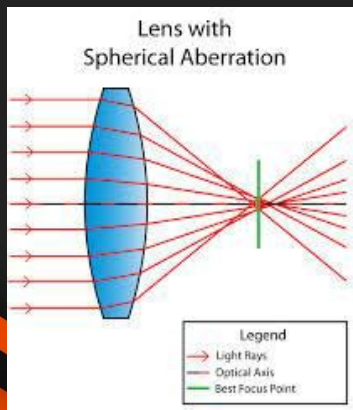
Μπορεί να συνδυάζει αρνητικά και θετικά στοιχεία, αλλά είναι σχεδιασμένος ώστε τελικά να λειτουργεί ως θετικό στοιχείο. (που συγκλίνει τις ακτίνες και παράγει είδωλο)



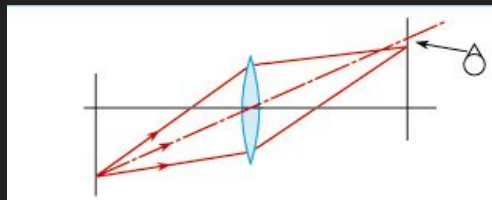
Οπτικά Σφάλματα

Μονοχρωματικά Σφάλματα

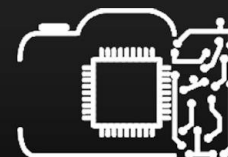
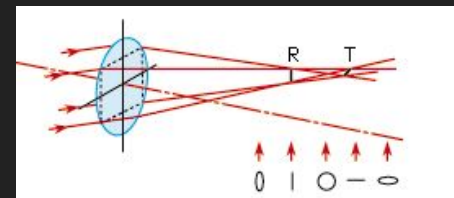
Σφαιρική Εκτροπή: Οι ακτίνες συγκεντρώνονται σε κωνική επιφάνεια επειδή οι περιφερειακές ακτίνες εστιάζουν σε εγγύτερο σημείο από τις παραξονικές



Κόμη είναι ένα σφάλμα στο σχηματισμό του ειδώλου που οφείλεται σε ακτίνες που προσπίπτουν υπό γωνία ως προς τον κύριο άξονα του φακού. Το είδωλο είναι πλευρικά διογκούμενο με μορφή κομήτη.



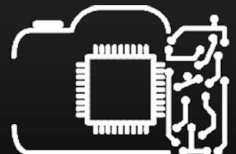
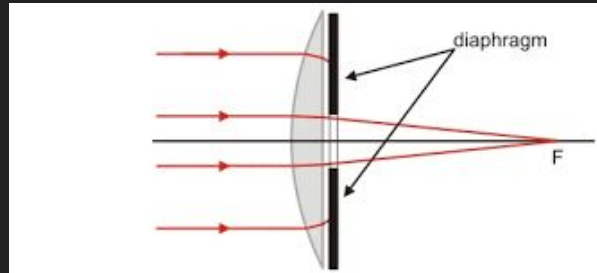
Αστιγματισμός: Είναι μια εκτροπή που συμβαίνει σε οπτικά συστήματα που δεν είναι συμμετρικά γύρω από τον οπτικό άξονα. Το οριζόντιο και το κάθετο επίπεδο των φωτεινών ακτίνων εστιάζουν σε διαφορετικά σημεία.



Οπτικά Σφάλματα

Μονοχρωματικά Σφάλματα

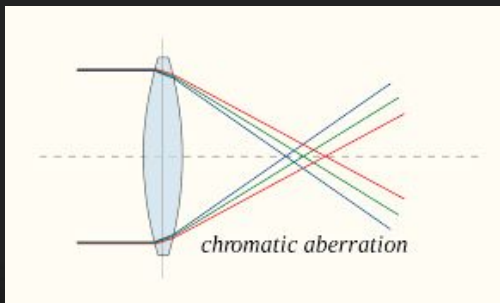
Η διόρθωση των σφαλμάτων γίνεται με επιπεδόκυρτους ή απλανητικούς φακούς ή με περιορισμό της δέσμης με διάφραγμα.



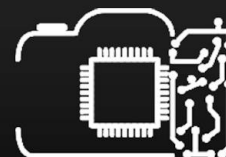
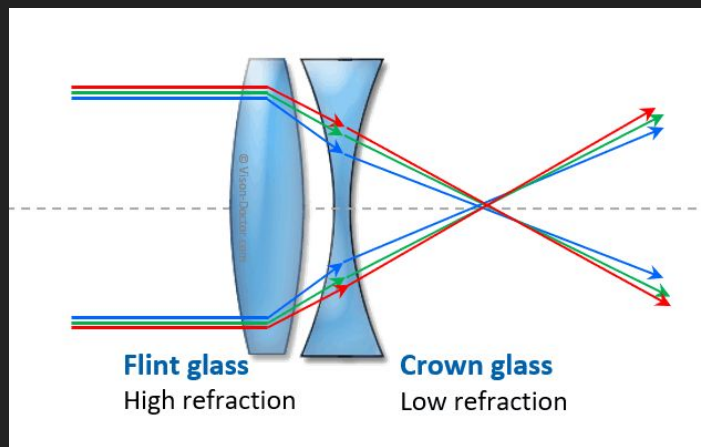
Οπτικά Σφάλματα

Χρωματικά Σφάλματα

Τα χρωματικά σφάλματα των φακών οφείλονται στο ότι ο δ.δ. κάθε υλικού έχει διαφορετική τιμή για κάθε συχνότητα του προσπίπτοντος φωτός.

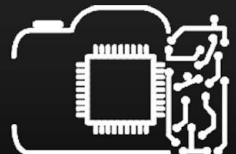
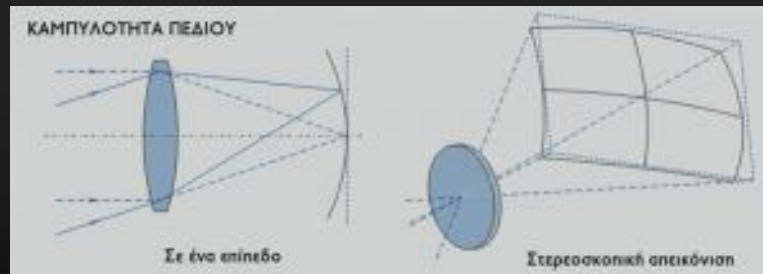


Τα χρωματικά σφάλματα διορθώνονται με συνδυασμούς φακών.



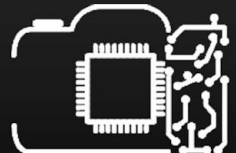
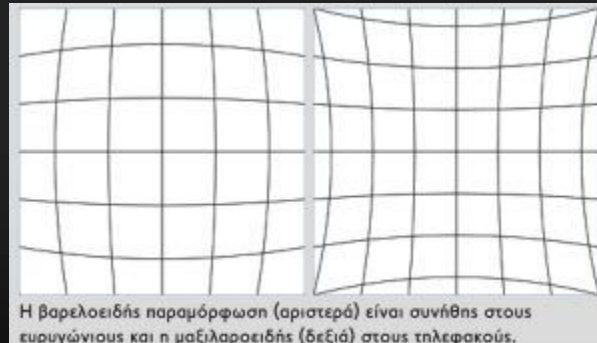
Καμπυλότητα πεδίου

Εκφράζει το φαινόμενο κατά το οποίο το επίπεδο σχηματισμού του ειδώλου χάνει την θεωρητική επιπεδότητά του και γίνεται ανάλογο με το εσωτερικό ενός ρηχού μπολ, χειροτερεύοντας την ποιότητα απεικόνισης, κυρίως στα άκρα λόγω απώλειας εστίασης. Η ένταση του φαινομένου είναι ευθέως ανάλογη με τη διόρθωση του αστιγματισμού. Επειδή το επίπεδο του ειδώλου βρίσκεται ανάμεσα στο επίπεδο meridional και sagittal, η διόρθωση του αστιγματισμού συνεπάγεται μικρό πρόβλημα καμπυλότητας. Για την οπτική διόρθωση του προβλήματος χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές όπως προσαρμογή του σχήματος διαφόρων οπτικών στοιχείων, σύμφωνα με την αρχή του Petzval (1843). Η τελευταία προβλέπει ότι το αντίστροφο γινόμενο του διαθλαστικού δείκτη και της εστιακής απόστασης του στοιχείου προστιθέμενο στον αριθμό των στοιχείων πρέπει να δίνει 0.



Παραμόρφωση

Μια από τις αυτονόητες αναγκαιότητες στην οπτική σχεδίαση αφορά την πιστότητα των σχημάτων. Το είδωλο πρέπει να ανταποκρίνεται με ακρίβεια στο αρχικό αντικείμενο. Η παραμόρφωση προκαλεί την καμπύλωση των ευθειών (στην πιο αισθητή μορφή της) και γενικά διαστρεβλώνει τα σχήματα. Η παραμόρφωση που συμπιέζει προς τα μέσα καμπυλώνοντας τις εξωτερικές ευθείες ενός παραλληλογράμμου λέγεται μαξιλαροειδής (pincushion) και η ακριβώς αντίθετη που καμπυλώνει προς τα έξω τις ευθείες λέγεται βαρελοειδής (barrel). Σε ακραίες περιπτώσεις (υπερευρυγώνιοι φακοί) οι δύο παραμορφώσεις μπορούν να συνυπάρχουν. Στις συμμετρικές σχεδιάσεις (όπως στους φακούς των μηχανών στούντιο) τέτοιες γεωμετρικές παραμορφώσεις δεν συναντώνται όμως στους φακούς 35mm και μεσαίου φορμά εμφανίζονται συχνά γιατί οι σχεδιάσεις είναι ασυμμετρικές. Επίσης συχνά παρατηρούμε βαρελοειδή παραμόρφωση στους zoom φακούς στη θέση ευρυγώνιου και μαξιλαροειδή παραμόρφωση στη θέση τηλεφακού λόγω της πολύπλοκης σχεδίασης με τον αυξημένο αριθμό στοιχείων.



Φωτεινότητα του ειδώλου

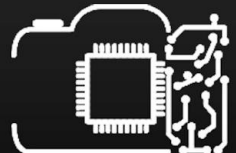
Σε αυτό το σημείο είμαστε σε θέση να βάλουμε το είδωλο σε μία αποδεκτή ευκρίνεια . Τώρα πρέπει να βρούμε έναν τρόπο να ελέγχουμε τη φωτεινότητα του ειδώλου.

Διαφορετικοί φακοί θα δώσουν είδωλα με διαφορετική φωτεινότητα, αυτό καθορίζεται από δύο παράγοντες:

- Η διάμετρος της φωτεινής δέσμης που εισέρχεται στο φακό
- Η απόσταση ανάμεσα στο φακό και στο οποίο σχηματίζεται το είδωλο

Ας τους εξετάσουμε χωριστά:

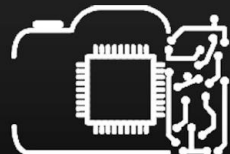
1. Όσο πιο στενή είναι η φωτογραφική δέσμη που εισέρχεται στο φακό, τόσο λιγότερες είναι οι φωτεινές ακτίνες που συμβάλλουν στον σχηματισμό του ειδώλου και κατ' επέκταση, είναι αναπόφευκτο να μειώνεται η φωτεινότητα.
2. Ο δεύτερος παράγοντας είναι εφαρμογή του νόμου των αντιστρόφων τετραγώνων, όταν η απόσταση φακού – φιλμ διπλασιάζεται, φωτεινότητα του ειδώλου που προβάλλεται στο επίπεδο του φιλμ πέφτει στο $1/4$ της αρχικής.



Μέρος Δεύτερο

Τεχνικό Μέρος

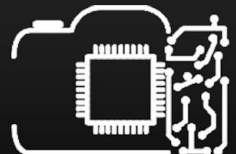
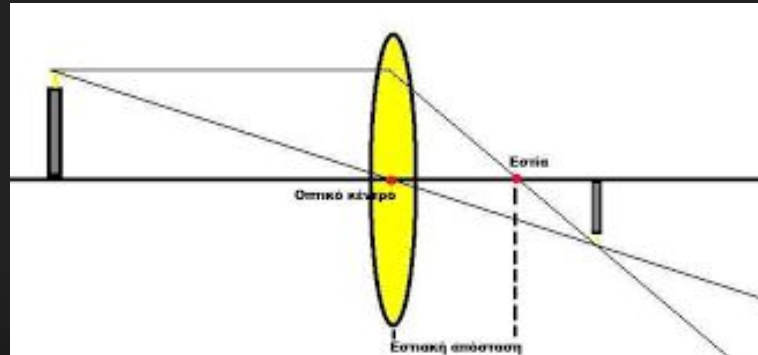
x



Εστιακή Απόσταση

Οι φακοί κατηγοριοποιούνται με βάση την εστιακή τους απόσταση εκφρασμένη σε mm, από το εστιακό κέντρο του φακού του φακού μέχρι το εστιακό επίπεδο. Με αστηρούς όρους οπτικής, πρόκειται για το πίσω κομβικό σημείο (nodal point) του φακού που ταυτίζεται με το πίσω κύριο επίπεδο στο σημείο που τέμνεται από τον οπτικό άξονα.

Σε μία τελείως συμμετρική σχεδίαση το οπτικό κέντρο ταυτίζεται με το φυσικό κέντρο του φακού, όχι όμως στις σύγχρονες πολύπλοκες σχεδιάσεις με τα πολλά γκρουπ στοιχείων.

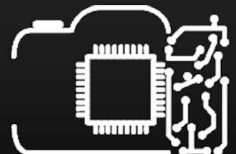
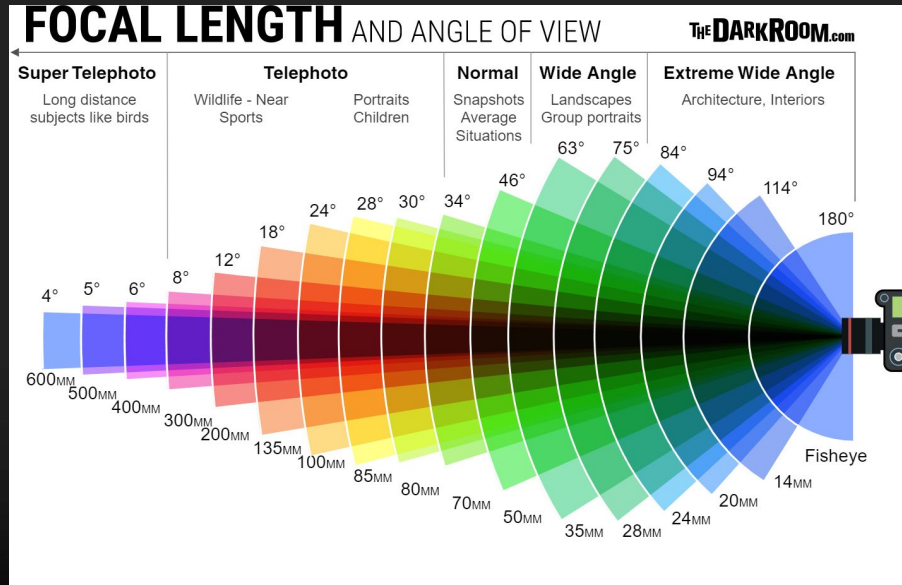


x

Οπτικό Πεδίο

Κάθε φακός με συγκεκριμένη εστιακή απόσταση έχει ορισμένο άνοιγμα ή αλλιώς καλύπτει δεδομένη οπτική γωνία για το ίδιο φορμά φωτοευαίσθητου μέσου, η οποία μετρείται σε μοίρες με τρεις τρόπους, οριζοντίως, καθέτως ή διαγωνίως. Συνήθως, παρατίθεται η διαγώνια τιμή.

Πχ στο full frame (35mm) το οπτικό πεδίο του στανταρ 50mm είναι 46 deg διαγωνίως.

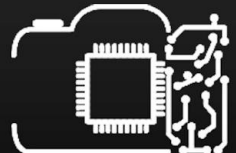
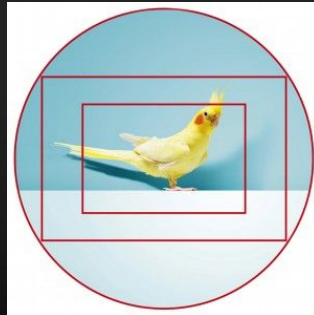


Κύκλος Κάλυψης

Πέρα από εστιακή απόσταση κάθε έχει ορισμένο κύκλο κάλυψης που συνήθως δεν ανακοινώνεται στα τεχνικά χαρακτηριστικά του εργοστασίου.

Ένας φακός για full frame έχει κύκλο διαμέτρου που να ανταποκρίνεται τουλάχιστον στο φορμά δηλ. το κάδρο 24x36mm να είναι εγγεγραμμένο στον κύκλο. Δηλαδή, η διάμετρος του κύκλου κάλυψης είναι το λιγότερο όση η διαγώνιος του φορμά.

Το φορμά αισθητήρα APS-C χρησιμοποιεί ακόμη λιγότερο από τον κύκλο κάλυψης. Αυτό όμως έχει μία ευεργετική συνέπεια. Επειδή η απόδοση στο κέντρο του φακού είναι πάντα καλύτερη, παίρνουμε καλύτερο γράψιμο με full frame φακό και μηχανή APS-C . Συμβαίνει συχνά, ο κύκλος κάλυψης να είναι - σιωπηλά - μεγαλύτερος από το αναγκαίο αφού η απόδοση είναι πάντα καλύτερη προς το κέντρο. Παράλληλα, έχουμε αποφυγή του βινιεταρίσματος. (πτώση φωτεινότητας)

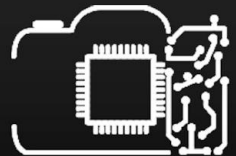


💰 Κατά κανόνα οι ακριβοί φακοί έχουν μεγαλύτερους κύκλους κάλυψης.

🔧 Φακός με ίδια εστιακή απόσταση μπορεί να σχεδιαστεί κατάλληλα ώστε να καλύπτει διαφορετικά φορμά.

📐 Οι αρχιτεκτονικοί φακοί έχουν πάντα μεγάλους κύκλους κάλυψης για να αφήνουν περιθώριο για τη μετατόπιση του οπτικού άξονα εκτός κέντρου.

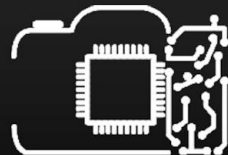
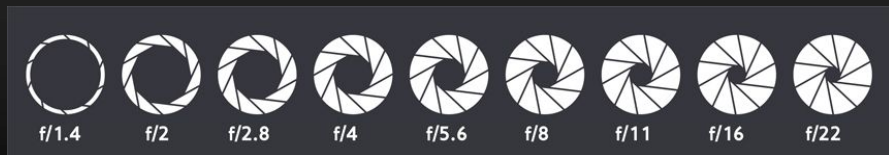
⚠️ Αν ο φακός απομακρυνθεί από το εστιακό επίπεδο π.χ. με δαχτυλίδια προέκτασης ή φουσούνα, τότε ο κύκλος κάλυψης αλλάζει, το ίδιο και η μεγέθυνση. Όμως ταυτόχρονα παρατηρείται πτώση φωτεινότητας σε όλη την επιφάνεια του ειδώλου που πρέπει να αντισταθμιστεί με επαύξηση του χρόνου εκφώτισης.



Διάφραγμα

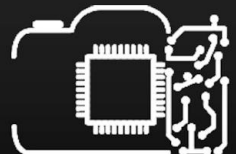
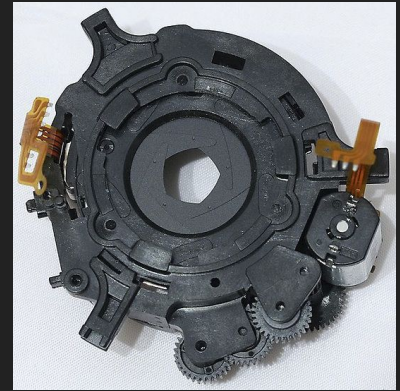
Θέλαμε ένας μηχανισμό που να ελέγχει το φως που εισέρχεται στο φιλμ - αισθητήρα και ταυτόχρονα να μειώνει τις εκτροπές των φωτεινών ακτίνων

Ήδη από το 1500 περίπου, ήταν γνωστό ότι η μείωση του διαφράγματος βοηθούσε την ευκρίνεια. Με άλλα λόγια ένας μηχανισμός με οπή στο κέντρο του φακού μειώνει τις εκτροπές, μπλοκάροντας τις περιφερειακές δέσμες φωτός και περιορίζοντας τα εγκάρσια σφάλματα (αστιγματισμός, coma, καμπυλότητα πεδίου και πλάγια χρωματική εκτροπή) εκτός αν η οπή γινόταν τόσο μικρής διαμέτρου ώστε να προκαλεί προβλήματα περίθλασης (diffraction effect). Όμως οι πρώτοι φακοί δεν είχαν μηχανισμό ίριδας με μεταβλητές τιμές διαφραγμάτων όπως σήμερα. Αν γινόταν κάτι αυτό ήταν με τη μορφή ένθετων δίσκων. Ο πρώτος φακός με επιλεγόμενες τιμές διαφράγματος προήλθε από την εταιρία Waterhouse (1858). Την επόμενη χρονιά οι Charles Harrison και Joseph Schnitzer εφηύραν το μηχανισμό ίριδας με τα πτερύγια και τη μεταβλητή οπή που σχηματίζει πολυγωνικό άνοιγμα (το οποίο τείνει προς τον κύκλο ανάλογα με τον αριθμό των πτερυγίων) και χρησιμοποιείται ως σήμερα!



Διάφραγμα

Ίριδα: Ο μηχανισμός παίρνει το όνομά του από την ίριδα του ματιού, τη λειτουργία της οποίας προσπαθεί να προσομοιώσει. Με τα μετακινούμενα πτερύγια (λεπίδες) διαμορφώνει την οπή το σχήμα της οποίας τείνει προς το κυκλικό. Όσο περισσότερα είναι τα πτερύγια τόσο πιο τέλειο κύκλο σχηματίζει η ίριδα του διαφράγματος και τόσο πιο ομαλή γίνεται η μετάβαση από τα εστιασμένα στα ανεστίαστα μέρη του κάδρου. Στους φθηνούς φακούς η ίριδα αποτελείται από 5 ως 7 πτερύγια και στους πιο προσεγμένους 7 ως 9 max.



Διάφραγμα

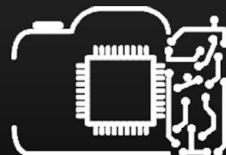
Για να καταγράψει σωστά μια φωτογραφική μηχανή ένα είδωλο, η ολική φωτεινή ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας που φθάνει στον ηλεκτρονικό ανιχνευτή ή το φιλμ (η «έκθεση» στο φως) πρέπει να εμπίπτει εντός ορισμένων ορίων. Αυτή ελέγχεται από το κλείστρο (ή φωτοφράκτη) και από το άνοιγμα του φακού. Το κλείστρο ελέγχει το διάστημα του χρόνου εντός του οποίου το φως εισέρχεται στον φακό.

Θεωρούμε τους όρους άνοιγμα και f -number που ορίζονται από τα μεγέθη D (διάμετρος διαφράγματος) και f (εστιακή απόσταση φακού)

- **Άνοιγμα:** το πηλίκο D/f
- **f -number:** τον αντίστροφο λόγο f/D

Για να ρυθμίσουμε την ποσότητα του εισερχόμενου φωτός, μεταβάλλουμε το διάφραγμα D , επιλέγοντας διαδοχικά τις ενδείξεις $f/\#$ που αναγράφονται στο εξωτερικό δακτυλίδι του ελέγχου διαφράγματος.

$f/1.4$, $f/2.8$, $f/4$, $f/5.6$



Κάθε ένδειξη προέρχεται από τον πολλαπλασιασμό της προηγούμενης με έναν παράγοντα περίπου $\sqrt{2}$. Η διάμετρος D υπολογίζεται από τη σχέση:

$$D = \frac{f}{f/\#}$$

Έτσι, αν η ένδειξη του δακτυλιδίου είναι $f/8$, σημαίνει ότι η διάμετρος D είναι το ένα όγδοο της εστιακής απόστασης.

Όταν φωτογραφίζουμε μακρινά αντικείμενα, ο φωτισμός επιφάνειας E_V που συγκεντρώνεται πάνω στο φιλμ είναι ανάλογος του τετραγώνου του ανοίγματος και επομένως αντιστρόφως ανάλογος του τετραγώνου $f/\#$:

$$E_V \propto \left(\frac{D}{f}\right)^2 = \frac{1}{f^2/\#}$$

Που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η αριθμητική ένδειξη $f/\#$, τόσο λιγότερος φωτισμός θα εισέρχεται στο φιλμ - αισθητήρα.



Οι ενδείξεις σε κάθε φωτογραφική μηχανή επιλέγονται έτσι ώστε η επιφάνεια του διαφράγματος να μειώνεται κατά παράγοντα δύο (2) ως προς την προηγούμενη ένδειξη.

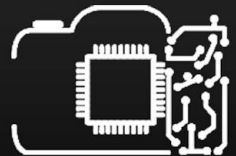
Οι τιμές $f/\#$ σε μία φωτογραφική μηχανή αντιστοιχούν σε διαφορετικές τιμές διαμέτρου D του διαφράγματος και κατά συνέπεια σε φωτισμό επιφάνειας E_v .

Παράδειγμα

Η εστιακή απόσταση είναι $f=50\text{mm}$

Το μέγεθος E_o είναι ο φωτισμός επιφάνειας αναφοράς για $f/1.4$ ($E_o = 0.5102$)

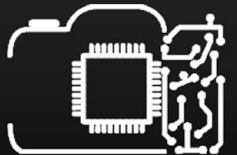
$f/\#$	$D=f/(f/\#)$	E_v/E_o
1.4	35.7	1
2	17.85	0.25
4	12.50	0.12
5.6	8.93	0.06
8	6.25	0.03
11	4.54	0.016
16	3.12	0.008



Προτυποποίηση

Η λογαριθμική σειρά διαφραγμάτων όπως τη γνωρίζουμε σήμερα $f/1$, $f/1,4$, $f/2$, $f/2,8$, $f/4$, $f/5,6$, $f/8$ κ.ο.κ. προτάθηκε αρχικά από τους Βρετανούς, τυποποιήθηκε και τέθηκε σε εφαρμογή μετά τον Β. Παγκόσμιο Πόλεμο το 1949. Ως τότε είχε τον ανταγωνισμό του γερμανικού συστήματος $f/1,1$, $f/1,6$, $f/2,2$, $f/3,2$, $f/4,5$, $f/6,3$, $f/9$ κλπ. και του αμερικανικού αντίστοιχου $f/1$, $f/2$, $f/4$, $f/8$, $f/16$ κλπ. που κυρίως αξιοποιούσε στις μηχανές της η Eastman Kodak.

★ Το μέγιστο διάφραγμα ενός φακού αναφέρεται ως φωτεινότητα ή ταχύτητα του φακού. Έτσι ένας φακός με αριθμητική τιμή πχ $f/1.4$ θεωρείται "γρήγορος" και "φωτεινός". Η ποσότητα φωτός που αφήνει ο μηχανισμός της ίριδας να περάσει, διπλασιάζεται ή υποδιπλασιάζεται αν περάσουμε στις γειτονικές τιμές διαφραγμάτων.

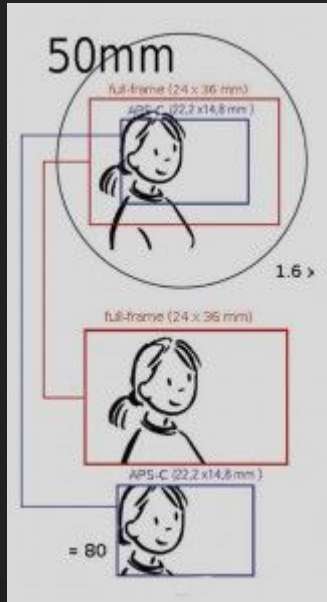


MAKING SENSE OF F-STOPS

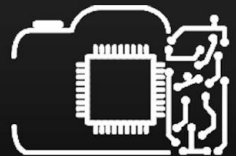
Your at-a-glance guide to aperture scales and what the numbers mean



Crop Factor



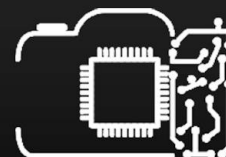
Διατηρώντας ίδιο κύκλο κάλυψης δηλ. με ορισμένο φακό, ας δούμε τι συμβαίνει με διαφορετικά φορμά αισθητήρων. Έστω ότι φωτογραφίζουμε από το ίδιο σημείο. Έστω λοιπόν ότι δουλεύουμε με φακό 50mm. Με full frame αισθητήρα παίρνουμε ένα συγκεκριμένο κάδρο ενώ με τον αισθητήρα APS-C το κάδρο μας κροπάρεται δηλ. γίνεται σαφώς πιο κοντινό. Διαιρώντας την διαγώνιο του κάδρου 35mm και την αντίστοιχη του APS-C βρίσκουμε λόγο 1,5x και συνάμα διαπιστώνουμε ότι η εικόνα μας στο σκόπευτρο είναι 50% μεγαλύτερη, σα να είχε γίνει με φακό εστιακής απόστασης 1,5x δηλ. στην περίπτωσή μας $50 \times 1,5x = 75\text{mm}$!



Βάθος Πεδίου

Είναι η ζώνη ευκρίνειας μπροστά και πίσω από το σημείο που εστιάζουμε ακριβώς. Το βάθος πεδίου εξαρτάται από την εστιακή απόσταση του φακού, το φορμά, την τιμή του διαφράγματος και την απόσταση ανάμεσα στο θέμα και το εστιακό επίπεδο.

Μεγαλύτερο	Μικρότερο
Ευρυγώνιοι φακοί	Τηλεφακοί
Μικρό μέγεθος αισθητήρα	Μεγάλο μέγεθος αισθητήρα
Κλειστό διάφραγμα	Ανοιχτό διάφραγμα
Μεγάλη απόσταση από το αντικείμενο	Μικρή απόσταση από το αντικείμενο



Κλίμακα διαφράγματος

Περνάει περισσότερο φως



f/2.8



f/4



f/5.6



f/8



f/11



f/16



f/22

Περνάει λιγότερο φως

Ανοιχτό διάφραγμα

Μεσαίο διάφραγμα

Κλειστό διάφραγμα

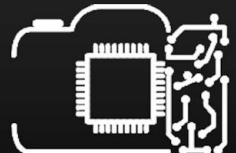
Μικρό βάθος πεδίου

Βάθος πεδίου

Μεγάλο βάθος πεδίου

Βάθος Πεδίου

Περιορισμένο βάθος πεδίου στην εικόνα, μεταφράζεται σε θόλωμα ή φλουτάρισμα των λεπτομερειών πέραν του βασικού αντικειμένου. Αντίθετα, μεγάλο βάθος πεδίου, σημαίνει ότι το μεγαλύτερο μέρος των αντικειμένων που περιλαμβάνονται στο κάδρο παρουσιάζονται εστιασμένα, αναδεικνύοντας τη λεπτομέρεια. Οι φωτογράφοι επιλέγουν αυξημένο βάθος πεδίου σε λήψεις τοπίων ή μεγάλων εσωτερικών χώρων, αφού με αυτό τον τρόπο αναδεικνύεται όλο το περιεχόμενο στη σύνθεση. Από την άλλη μεριά, ελαχιστοποιώντας το βάθος πεδίου στο πορτραίτο πετυχαίνουμε να συγκεντρώσουμε το βλέμμα του παρατηρητή στα μάτια θολώνοντας όλες τις άλλες λεπτομέρειες που αποσπούν την προσοχή. Γενικότερα με τον έλεγχο βάθους πεδίου, ο φωτογράφος επιμένει στα σημεία που θέλει και έχει ένα πανίσχυρο εργαλείο στην προσπάθεια να αποδώσει την ατμόσφαιρα μιας λήψης.

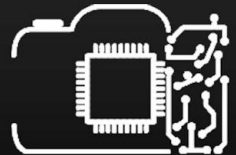
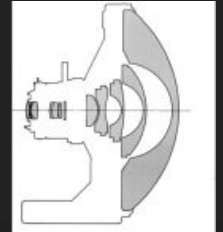


Fisheye Φακοί 8-15mm



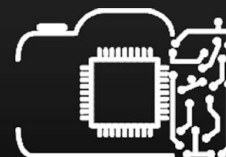
Πρόκειται για τους πιο ακραίους ευρυγώνιους. Έχουν κάλυψη οπτικού πεδίου 180° και το πετυχαίνουν επιτρέποντας την γεωμετρική παραμόρφωση στα άκρα – κάτι αδιανόητο για οποιαδήποτε άλλη κατηγορία φακών.

Ο πιο extreme fisheye όλων των εποχών ήταν ο γιγάντιος σε εξωτερικές διαστάσεις (βάρους 5,2kg.) 6mm f/2,8 της Nikon. Το οπτικό του πεδίο δεν είναι 80° αλλά ευρύτερο δηλ. 220° και ξεπερνά την κάλυψη ημισφαιρίου. Ο εν λόγω περιορισμένης παραγωγής φακός, βάρους 5,2 κιλών, σχεδιάστηκε κατά παραγγελία, ειδικά για αποστολές του National Geographic στην Ανταρκτική! Σήμερα αξιοποιείται με βοήθεια ειδικού software (QuickTime VR/iPix) για λήψη virtual reality υλικού. Κομμάτια έχουν πουληθεί στο eBay για πάνω από \$30.000! Ακόμη πιο σπάνια είναι η "αργή" έκδοση 6mm f/5,6 ένας πολύ πιο εύχρηστος, αν και κατά 2 f/stop λιγότερο φωτεινός, φακός με βάρος μόλις 430γρ.



Ευρυγώνιοι Φακοί 20-28mm

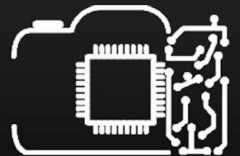
Οι ευρυγώνιοι είναι πραγματικά εύχρηστοι στην καθημερινότητα, δίνουν εντυπωσιακή προοπτική και βάζουν τον φωτογράφο μέσα στο πλάνο με πρωτόγνωρη αμεσότητα. Όμως είναι δύσκολοι σε διορθώσεις, ακόμη και σε prime σχεδιάσεις. Η κατηγορία 12-24mm ή 16-35mm (είτε σε APS-C ή σε full frame) πονοκεφαλιάζουν τους σχεδιαστές που έχουν να διορθώσουν πολλές γεωμετρικές παραμορφώσεις. Το καλύτερο που έχουμε να κάνουμε λοιπόν είναι να τσεκάρουμε τη σφαιρική εκτροπή δηλ. τα βαρελιάσματα κλπ.. Προσοχή λοιπόν: Πριν αγοράσουμε τέτοιο φακό ζητούμε πάντα να δοκιμάσουμε και να δούμε αν μας ενοχλεί η βαρελοειδής παραμόρφωση που σε ορισμένους είναι πολύ έντονη.



Standard Φακοί 35 - 50mm

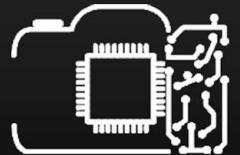
Οι φακοί εστιακής απόστασης 50mm κέρδισαν τον τίτλο του standard ή normal γιατί αυτή η εστιακή απόσταση πλησιάζει τα 43,3mm της διαγωνίου του καρέ 24x36mm και το οπτικό πεδίο 46 deg αντιστοιχίζεται περίπου με την κεντρική (όχι περιφερειακή) ανθρώπινη όραση.

💡 Για πολλούς φωτογράφους δρόμου, ντοκουμέντου και ρεπορτάζ προτιμότερος φακός είναι ο 35mm, αποτελώντας το βέλτιστο συνδυασμό μικρών διαστάσεων, ευχρηστίας, φωτεινότητας και οπτικού πεδίου που "χωράει ακριβώς" τη ματιά του φωτογράφου στην πραγματική ζωή.



Prime Vs Zoom

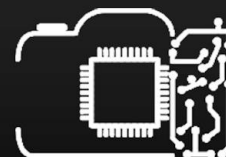
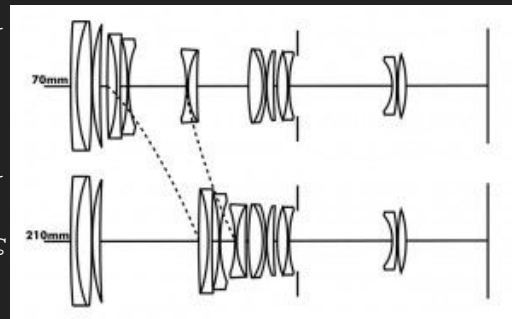
Οι prime φακοί είναι καλύτεροι για το πορτραίτο γιατί έχουν πιο ανοιχτό διάφραγμα στην ίδια εστιακή απόσταση με έναν zoom φακό. Αυτό μας βοηθάει στις εικόνες με ρηχό βάθος πεδίου αλλά και στις λήψεις που το φως δεν είναι αρκετό. Επίσης, τείνουν να έχουν καλύτερη οπτική απόδοση καθώς έχουν λιγότερα στοιχεία και έτσι μας δίνουν υψηλότερη ευκρίνεια και περισσότερο contrast.



Φακοί zoom

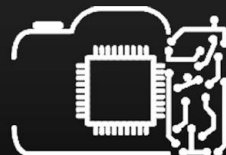
Στη σκέψη του μέσου φωτογράφου οι φακοί zoom υπερέχουν γιατί προσφέρουν πολλά σε ένα. Καλύπτουν δηλ. περισσότερες εστιακές αποστάσεις σε ένα περίβλημα και μάλιστα σε ελκυστική τιμή. Όπως πάντα, η προσεκτική ανάλυση του θέματος φέρνει στην επιφάνεια τα συν και πλην.

Ένας zoom είναι σαφώς πιο πολύπλοκος και έχει περισσότερα οπτικά στοιχεία από αντίστοιχους prime (σταθερούς) φακούς. Η δομή των zoom φακών πλησιάζει τις αρχές των τηλεφακών και αντεστραμμένων τηλεφακών. Η πολυπλοκότητα αυξάνεται διότι η σχέση του ενός στοιχείου με το άλλο και η θέση αλλάζουν από τη μεταβολή του τηλεφακού σε retrofocus και έχει ως αποτέλεσμα την ανάγκη περισσότερων διορθώσεων. Οι τελευταίες υλοποιούνται με προσθήκη και άλλων γκρουπ οπτικών στοιχείων, χρήση ακριβών κρυστάλλων (ασφαιρικών και χαμηλής διάχυσης) με εξωτικά υλικά όπως το λανθάνιο, το fluorite και άλλες σπάνιες γαίες. Επίσης υπάρχουν περισσότερα του ενός κινούμενα γκρουπ οπτικών στοιχείων, με συνέπεια να γίνεται πιο περίπλοκος και ο μηχανισμός (helicoid).



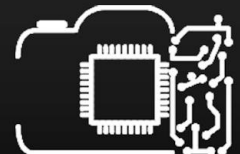
True zoom vs. varifocal

Σήμερα, όλοι οι φακοί μεταβλητής εστιακής απόστασης θεωρούνται zoom. Κανονικά πραγματικοί zoom είναι μόνον οι φακοί που δεν αλλάζει η εστίαση όταν ζουμάρουμε. Αλλιώς λεγονται varifocal. Αν και αυτό το πρόβλημα συγκαλύπτεται από το Autofocus, εσείς κάντε το τεστ. Δείτε αν ο φακός σας είναι πραγματικός zoom. Ακυρώστε το autofocus. Νετάρτε με manual focus σε συγκεκριμένο σημείο. Αλλάξτε εστιακή απόσταση και επαληθεύστε αν παραμένει το νετ ή πρέπει να εστιάσετε ξανά.



Super telephoto

Οι φακοί με μεγάλες εστιακές αποστάσεις, από 200mm και πάνω, είναι τα "εξωτικά πουλιά" της φωτογραφίας αφού συχνά είναι δείγματα εξαιρετικής τεχνολογίας, είναι πολύ ακριβοί και κατορθώνουν να φέρνουν κοντά, πολύ μακρινά αντικείμενα. Οι super telephoto χρησιμοποιούνται στη φωτογραφία φύσης, αστροφωτογραφία, αθλητικό και πολεμικό ρεπορτάζ.



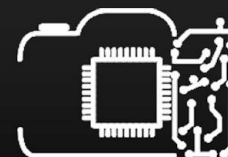
Macro φακοί

Πραγματικοί macro θεωρούνται όσοι φακοί προσφέρουν λόγο αναπαραγωγής τουλάχιστον 1:2 ή 0,5x lifesize. Δηλ. αν αντικείμενο πραγματικού μήκους 1cm απεικονίζεται πάνω στο εστιακό επίπεδο ως 1cm τότε είμαστε στο 1:1 ή lifesize.

Οι ίδιοι φακοί τοποθετημένοι σε φουσούνα ή σε συνεργασία με δακτυλίδια προέκτασης (extension rings) προσφέρουν ακόμη περισσότερη μεγέθυνση.

Η μεγέθυνση είναι μια αναλογική σχέση και έτσι εκφράζεται μαθηματικά με τον τύπο: $m=i/o$, (όπου m =μεγέθυνση, i =μέγεθος εικόνας και o =μέγεθος αντικειμένου).

Έτσι αν η εικόνα του αντικειμένου στο φιλμ έχει το ίδιο μέγεθος με το "φυσικό" αντικείμενο μιλάμε για μια μεγέθυνση 1:1. Η αναλογία αυτή αναφέρεται και σαν **αναπαραγωγή φυσικού μεγέθους ("life size")** και συμβολίζεται ως 1x. Συνακόλουθα, λόγος 1:2 σημαίνει ότι η εικόνα στο φιλμ έχει μέγεθος 1/2 του φυσικού του αντικειμένου και αναφέρεται ως 0.5x.



Macro φακοί

Σχεδίαση

Όλοι οι φακοί macro έχουν ειδική σχεδίαση. Στη δομή τους περιλαμβάνεται μια ομάδα πλεόντων στοιχείων (floating elements) που μετατοπίζεται εσωτερικά με σκοπό την διόρθωση των σφαλμάτων εγγύς εστίασης. Ενώ δηλ. όλοι οι άλλοι φακοί είναι βελτιστοποιημένοι για την εστίαση σε μεσαίες αποστάσεις ως το άπειρο, οι macro πετυχαίνουν την καλύτερή τους απόδοση εστιάζοντας πολύ κοντά!

