

Corso di Astronomia Pratica

Modulo 2

Gli strumenti ottici



I binocoli



Il **Binocolo** è il più semplice e comune fra gli strumenti di osservazione.

A differenza del telescopio, restituisce l'immagine "dritta" e non capovolta, facilitando così l'orientamento.

La dimensione dei binocoli varia dai piccoli modelli 3x10 fino ai grossi modelli 20x80 , passando per modelli comuni 7x50 o 10x50, per uso amatoriale in ambiente aperto.

Un limite indicativo sui binocoli che non necessitano di supporto fisso può essere 9x o 10x.

Con l'uso della stabilizzazione dell'immagine non è necessario un supporto fisso per binocoli fino a 20x.

Il binocolo è un ottimo strumento per osservare i principali **ammassi aperti**, alcune **nebulose** e anche gli **ammassi globulari**.

I binocoli

Come scegliere un binocolo per l'astronomia?

Importante è *il rapporto tra potenza di ingrandimento e diametro della lente obbiettivo.*

Ad esempio, un binocolo 10x50 avrà una lente di uscita di 5 mm (dimensione dell'obbiettivo diviso potenza di ingrandimento).

Per ottenere la massima efficienza, il diametro di questa lente dovrebbe essere grande quanto quello della pupilla dell'occhio, che è pari a circa 7 mm in ambienti bui (in pieno giorno il diametro scende a 2 mm).

$$l. o. = \frac{Obiett}{ingr}$$

I binocoli

Questa dimensione è anche un modo per misurare la luminosità dell'immagine: tanto più larga la lente di uscita, tanta più luce raggiunge l'occhio. Quindi, due binocoli 10x50 e 8x40 hanno la stessa luminosità, nonostante l'ultimo abbia un ingrandimento minore. Tuttavia, una lente di uscita più larga della pupilla non comporta nessun ulteriore beneficio.

$$l. o. = \frac{Obiett}{ingr}$$

I Telescopi



In estrema sintesi i **telescopi** sono insiemi di **ottica e meccanica**, costruiti per far vedere ingranditi (oppure fotografare) gli oggetti lontani.

"**Ottica**" è tutto ciò che concorre alla formazione dell'immagine.

La "**meccanica**" è tutto il resto.

Non solo sostiene il tubo che alloggia l'ottica, ma consente di puntarlo nelle varie direzioni ed eventualmente di compensare il moto apparente della volta celeste dovuto alla rotazione della Terra.

I Telescopi



I telescopi sono "macchine ottiche" piuttosto semplici.

Difficilmente ha più di quattro elementi ottici prima del piano focale, e molti ne hanno solo due.

(Il normale obiettivo zoom della vostra macchina fotografica ha magari 7-10 lenti, o anche più.)

Ma rispetto al "comune" obiettivo il telescopio è lavorato con precisione nettamente più elevata di strumenti ottici "comuni", come occhiali, binocoli o l'obiettivo della vostra compatta.

I Telescopi... un po' di storia



La proprietà delle lenti di ingrandire o ridurre gli oggetti era ben nota già attorno all'anno mille.

Nel XVII°, in Olanda, Hans Lippershey, costruì il primo "vero" telescopio. Utilizzava due lenti singole, offriva prestazioni modeste, ma venne regolarmente brevettato e diffuso in un significativo numero di esemplari.

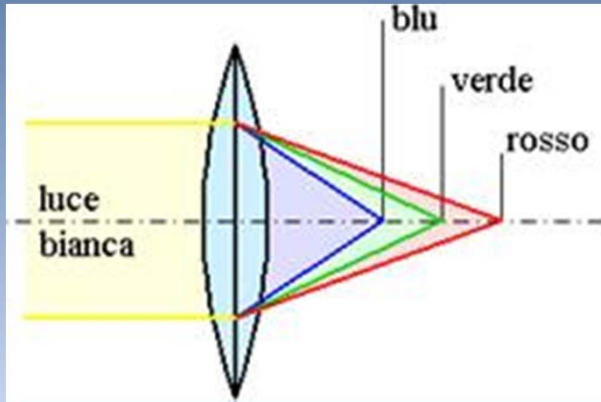
I Telescopi... un po' di storia

Galileo Galilei ne ebbe uno per le mani e ne migliorò il progetto, lavorando da sé le lenti necessarie, e soprattutto ebbe per primo l'idea di utilizzare il "cannone occhiale" (così era definito all'epoca) nelle osservazioni astronomiche.

E in una manciata di mesi a cavallo tra il 1609 e il 1610, Galileo scoprì i satelliti di Giove, le macchie solari, le montagne della Luna e le fasi di Venere, frantumando le convinzioni filosofiche cristallizzate dall'epoca di Aristotele.



I Telescopi... un po' di storia



Galilei costruì vari telescopi, capaci al massimo di una trentina di ingrandimenti, e tutti affetti da un severo cromatismo.

Nel 1616 un altro italiano, Niccolò Zucchi, ebbe l'idea di utilizzare uno specchio concavo invece di una lente come obiettivo, risolvendo il problema del cromatismo, in quanto gli specchi non ne soffrono.

Nel 1668 Isaac Newton perfezionò il progetto di Zucchi, e creò il primo telescopio Newtoniano, il design più antico che sia ancora usato oggi.

I Telescopi

Cosa fa (e cosa non fa) un telescopio

Un telescopio rispetto all'occhio nudo o ad un binocolo ha due vantaggi principali:

- Il grande diametro dell'obiettivo consente di **raccogliere molta luce** e quindi di vedere stelle più deboli di quelle visibili ad occhio nudo.
- Aumenta il *potere risolutivo*, o *risoluzione*, ovvero la capacità di distinguere particolari fini (si può leggere un giornale a 50 mt di distanza).

I Telescopi

Cosa fa (e cosa non fa) un telescopio

Principale svantaggio dell'osservazione telescopica è che il *campo inquadrato* è molto piccolo quindi risulta difficile "puntare" il telescopio verso il soggetto che si desidera osservare.

Poiché ingrandisce "molto" il telescopio mette anche in evidenza il fatto che la nostra atmosfera spesso è un po' agitata. Solo raramente le immagini sono perfettamente "ferme".



I Telescopi

Cosa fa (e cosa non fa) un telescopio

Cose che un telescopio ***non può*** fare.

- Il telescopio non permette di osservare attraverso le nuvole e la foschia.
- Il campo visivo è sempre un cerchio (*vignettatura*).
- Il telescopio ha un limite *minimo* di messa a fuoco. (10-15 m)
- Non si possono ottenere ingrandimenti illimitati.
- L'unica osservazione cui bisogna dedicare una certa cautela è quella del **Sole**, per il quale è **tassativo** l'uso di un filtro di provata qualità, da applicarsi davanti all'obiettivo.

Inutile sottolineare che *nessun* telescopio è l'ideale per *ogni* osservazione.

I Telescopi

PARAMETRI ESSENZIALI

Diametro.

È senza dubbio il parametro fondamentale del telescopio. È il diametro dell'obiettivo, specchio o lente che sia.

Si considera un telescopio amatoriale "piccolo" sotto gli 80 mm di diametro, "medio" da 80 a 200 mm, "grande" fino a 300-350 mm e "molto grande" oltre.

La presenza di uno specchio secondario che "fa ombra" sull'obiettivo, e in effetti toglie parte della luce, non influenza il diametro.

I Telescopi

PARAMETRI ESSENZIALI

Focale (o "lunghezza focale").

È la distanza tra l'obiettivo e la superficie dove si forma l'immagine dell'oggetto su cui l'obiettivo "punta", quando l'oggetto è posto a distanza infinita. Se una lente ha una focale di 600 mm ciò significa che l'immagine che essa forma di un soggetto all'infinito si forma a 600 mm dal centro della lente. Un sistema ottico non deve avere necessariamente delle dimensioni fisiche pari alla focale.

I Telescopi

PARAMETRI ESSENZIALI

Rapporto focale.

È il rapporto tra la lunghezza focale e il diametro. Si indica con $f/$. Essendo un rapporto tra due lunghezze, $f/$ è un numero puro. Rapporto focale, lunghezza focale e diametro sono legati dalla semplice relazione

$$f/ = F / D$$

(un telescopio da 150 mm di diametro e 1200 mm di focale è un $f/8$).

I Telescopi

PARAMETRI ESSENZIALI

Il rapporto focale è una caratteristica determinante del telescopio, ed è importante per stabilire in quali osservazioni un telescopio sia più sfruttabile

I telescopi a basso rapporto focale (sotto $f/6$): offrono un grande campo visuale e sono fotograficamente *luminosi* (o "veloci"), non sono generalmente adatti per gli alti ingrandimenti.

I telescopi ad alto rapporto focale (oltre $f/10$): danno alti ingrandimenti con oculari più comodi da usare, e di solito forniscono immagini molto contrastate, sono fotograficamente *meno luminosi* ("lenti") e non sono generalmente adatti alla fotografia astronomica degli oggetti deboli (nebulose, galassie).

Telescopi a medio rapporto focale (tra $f/6$ e $f/10$): sono strumenti universali, con qualche compromesso. Questi telescopi sono adatti a tutti i tipi di osservazioni sia visuali che fotografiche.

I Telescopi

PARAMETRI ESSENZIALI

Pupilla d'uscita.

È il diametro del telescopio diviso per l'ingrandimento in uso, ed è anche il diametro del fascio luminoso che esce dall'oculare e investe il nostro occhio. Dato che la pupilla umana, al massimo, raggiunge i 6-7 millimetri di diametro, pupille d'uscita più grandi vanificano parte del potere di raccolta di luce del telescopio. All'altro estremo, pupille d'uscita di diametro inferiore al mezzo millimetro risultano difficili da utilizzare.

I Telescopi

PARAMETRI ESSENZIALI

Gli oculari e gli ingrandimenti.

Ogni telescopio è corredato almeno da un oculare che riporta, chiaramente stampigliato sul barilotto, la *propria* lunghezza focale. L'ingrandimento fornito da quell'oculare è dato da:

$$I = F_t / F_o$$

Dove I è l'ingrandimento, F_t è la focale del telescopio e F_o è la focale dell'oculare. Così, un oculare da 20 mm utilizzato su un telescopio da tre metri di focale (3000 mm) fornisce $3000 / 20 = 150$ ingrandimenti (si scrive "150'" e si legge "150 per").

I Telescopi

PARAMETRI ESSENZIALI

Magnitudine limite

È la luminosità (magnitudine) della stella più debole osservabile con un determinato strumento. Dipende dal diametro, dagli ingrandimenti e ovviamente dalle condizioni in cui si osserva.

Una formula veloce (anche se non del tutto corretta) è la seguente:

$$Ml = 6,8 + 5\log(D)$$

(D= diametro telescopio in cm)

I Telescopi

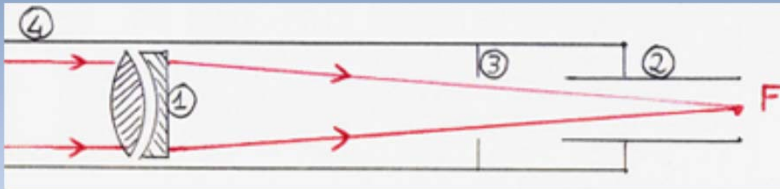
In base allo schema ottico i telescopi moderni si dividono in tre "famiglie":

RIFRATTORI

RIFLETTORI

CATADIOTTRICI

I Telescopi Rifrattori

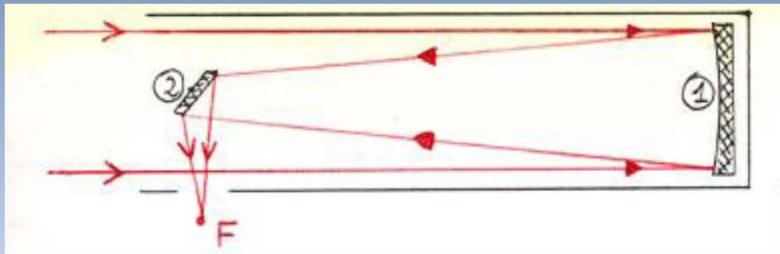


L'obiettivo è una lente (o meglio, un doppietto o più, per ridurre il cromatismo).

Ideali per osservazioni di Sole, Luna, pianeti e stelle doppie e la fotografia a grande/medio campo. Compatti e leggeri nei diametri modesti, divengono ingombranti e costosi in quelli importanti.

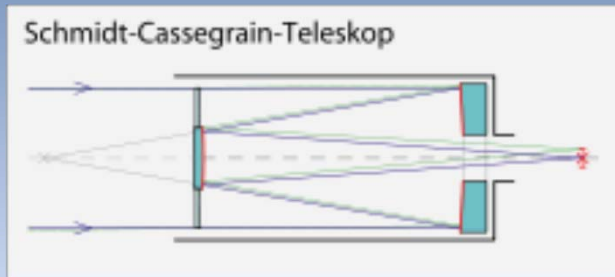
Offrono una incisione d'immagine che nessun altro schema ottico può offrire.

I Telescopi Riflettori



Basati su specchi. Lo schema più classico è quello di Newton. Sono gli strumenti che offrono la massima raccolta di luce per unità di costo, e quindi i preferiti dagli appassionati di oggetti di "cielo profondo" (galassie, nebulose). Vengono offerti in diametri dai 10 ai 40 cm e anche più. Oltre i 20-25 cm sono trasportabili solo se la montatura è altazimutale, il che limita l'astrofotografia.

I Telescopi Catadiottrici

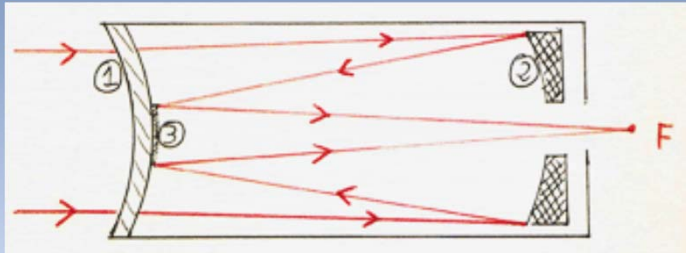


Sfruttano sia lenti che specchi (sono sostanzialmente dei riflettori con una grande lente che annulla alcune aberrazioni).

Veri telescopi tuttofare.

Esistono dai 9 ai 40 cm circa di diametro. La loro complessità ottica e meccanica si paga, specie nei diametri maggiori.

I Telescopi Catadiottrici



I tipi più diffusi sono lo Schmidt-Cassegrain, che ha una lente frontale sottile che sostiene uno specchio secondario indipendente, ed il Maksutov, che ha invece una lente frontale più spessa (chiamata *menisco* per la sua forma), e dove lo specchio secondario è ottenuto alluminando la parte centrale del menisco.

I Telescopi

Le montature

Prima abbiamo accennato che i telescopi sono insiemi di ottica e meccanica. Le due cose vanno sempre considerate assieme, e non devono essere sproporzionate. Uno stupendo telescopio su una montatura traballante o sottodimensionata è come una macchina di Formula 1 con ruote da bicicletta. Non potrà mai esprimere appieno le proprie potenzialità. Vediamo quindi i vari tipi di montatura:

I Telescopi

Le montature

La più semplice è la montatura **altazimutale**.
Consente solo i movimenti alto-basso e
destra-sinistra.

Va benissimo per osservazioni visuali, ma non
può essere utilizzata per l'esecuzione di
fotografie impegnative.

Molto diffusa per i telescopi più piccoli, esiste
viceversa anche per i grandi riflettori
(montatura Dobson), dedicati agli osservatori
"puristi" di oggetti deboli. Se computerizzate,
sono indicate per cominciare.



I Telescopi

Le montature



I telescopi con possibilità fotografiche hanno quasi tutti una montatura **equatoriale**, più ingombrante e più complicata da usare (richiede che uno degli assi venga orientato al polo celeste) ma permette l'esecuzione di ogni fotografia. Hanno un motorino elettrico che fa compiere al telescopio un giro al giorno in senso opposto alla rotazione della Terra, compensando così la rotazione della volta celeste. Quelle di livello appena superiore hanno due motori, permettendo il moto elettrico in ogni direzione.

I Telescopi

Le montature

L'uno e l'altro tipo di montatura possono avere un sistema di puntamento elettronico, e alcuni telescopi possono addirittura "trasformarsi" da altazimutali in equatoriali con l'aggiunta di un pezzo meccanico, detto "testa equatoriale", che verrà montato solo quando si intende fotografare.



I Telescopi

Accessori

Moltiplicatori e riduttori di focale

Un **moltiplicatore di focale**, come una *lente di Barlow*, permette di raddoppiare (o triplicare, a seconda delle specifiche) la focale del telescopio su cui si osserva, raddoppiando (o triplicando) di conseguenza il potere d'ingrandimento dell'oculare montato su di esso.

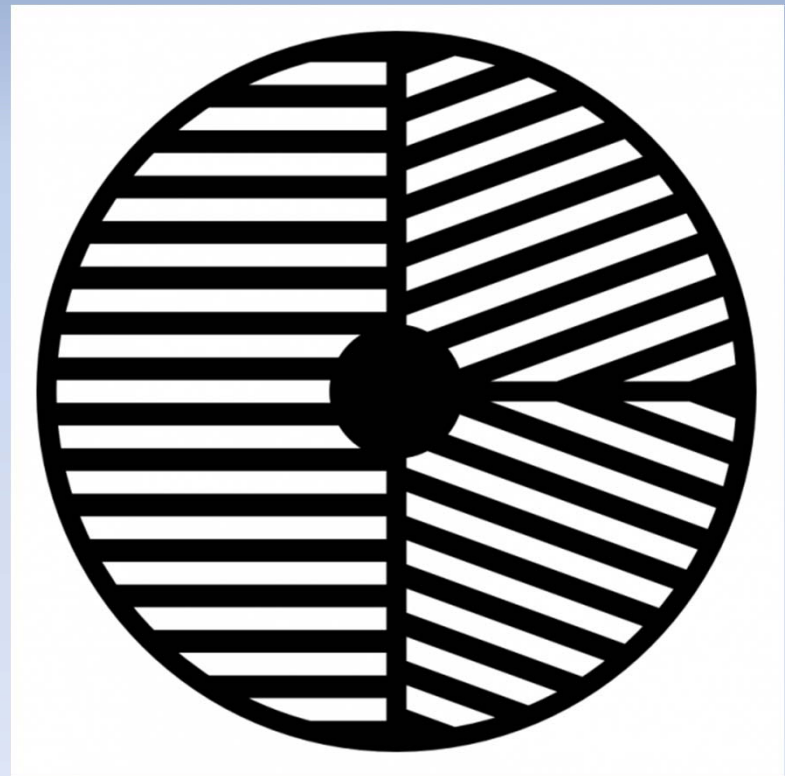
Un **riduttore di focale** dimezza o divide per altri fattori la focale del telescopio, permettendo minori ingrandimenti; i riduttori di focale sono spesso utilizzati nei telescopi in configurazione Schmidt-Cassegrain.

I Telescopi

Accessori

Messa a fuoco precisa. La maschera di Bahtinov.

La maschera di Bahtinov è un'invenzione recente, sviluppata e diffusa molto rapidamente nel mondo grazie ad Internet. Sfrutta il principio della diffrazione della luce. Metà della maschera è fatta di fessure parallele equispaziate, mentre la rimanente metà è divisa in due quarti, in cui le stesse fessure sono inclinate di $\pm 40^\circ$ rispetto alle fessure dell'altra metà.



I Telescopi

Accessori

La maschera di Bahtinov. Come si usa?

Mettetela davanti all'obiettivo del telescopio, puntate una stella, esaminate l'immagine all'oculare o le immagini della webcam-CCD-reflex, e regolate la messa a fuoco fino a quando non vedete una immagine come quella che segue.

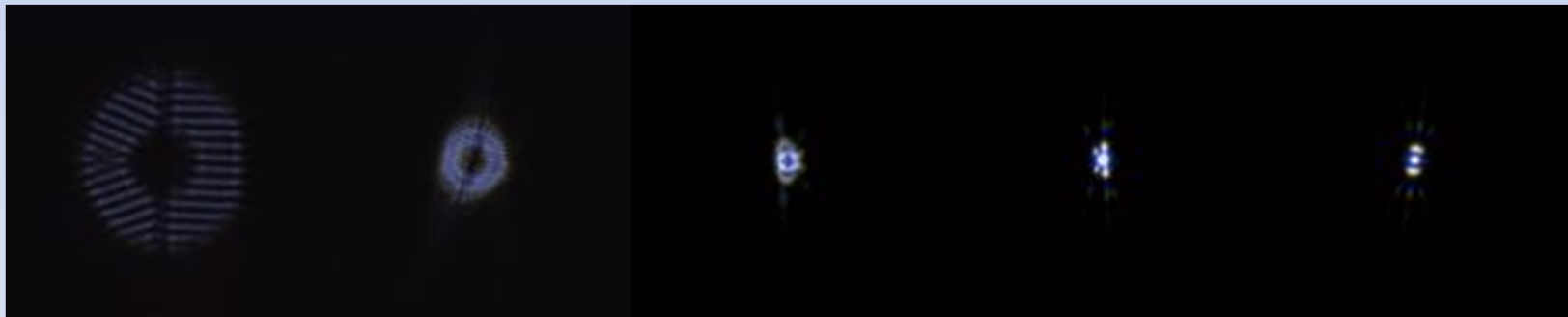


I Telescopi

Accessori

La maschera di Bahtinov. Come farla?

E' possibile auto-costruirsela utilizzando lo script riportato nel sito
<http://astrojargon.net/MaskGen.aspx>





I Telescopi Accessori

I filtri

I filtri astronomici che consentono di migliorare l'osservazione di particolari classi di oggetti. Un filtro astronomico si applica davanti all'oculare avvitandosi ad esso.

Il più diffuso è il **filtro lunare** che riduce la luminosità della Luna. Per l'osservazione del Sole esistono i **filtri solari**, costruiti con un particolare materiale (Mylar o AstroSolar) che lascia passare soltanto un decimillesimo della luce solare, filtrando anche la radiazione infrarossa. Questi filtri si applicano davanti all'apertura del telescopio e permettono di osservare l'evoluzione delle macchie solari.



I Telescopi Accessori

I filtri

I **filtri planetari** presentano diversi colori e hanno lo scopo di aumentare il contrasto di alcune caratteristiche superficiali dei pianeti.

I **filtri nebulari**, detti anche interferenziali, sono invece più sofisticati e più costosi. Essi lasciano passare solo specifiche lunghezze d'onda, filtrando tutte le restanti componenti della luce visibile (come il **filtro UHC**, acronimo inglese per Ultra High Contrast; o il **filtro OIII**, che lascia passare solo la lunghezza d'onda dell'ossigeno ionizzato).