

OTTICA GEOMETRICA E
TELESCOPI

Olimpiadi di Astronomia 2016

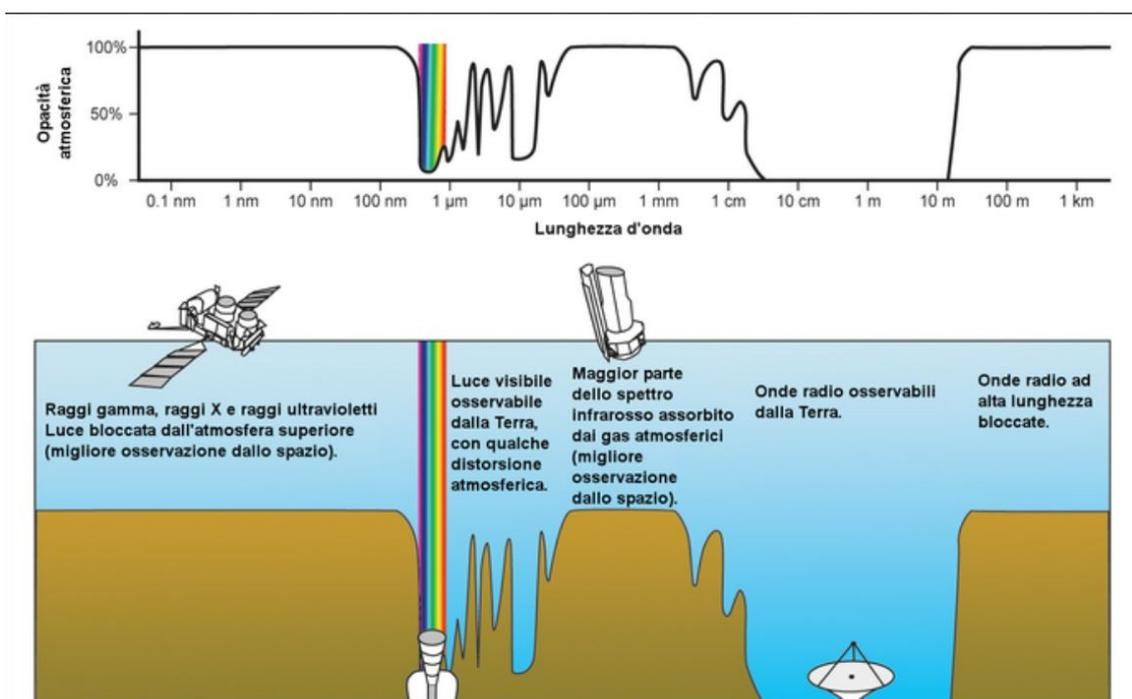
Selezione Interregionale Lazio

astrolimpiadi.lazio@iaps.inaf.it

Il **telescopio** è uno strumento che raccoglie la luce o altre [radiazioni elettromagnetiche](#) provenienti da un oggetto lontano, la concentra in un punto (detto fuoco) e ne produce un'immagine ingrandita.

Sebbene col termine "telescopio" si indichi solitamente il telescopio ottico, operante nelle frequenze della [luce visibile](#), esistono telescopi sensibili anche alle altre frequenze dello [spettro elettromagnetico](#).

L'[atmosfera terrestre](#) assorbe buona parte delle radiazioni elettromagnetiche provenienti dallo spazio, con l'importante eccezione della luce visibile e delle [onde radio](#). Per questa ragione, l'osservazione da Terra è limitata all'uso dei telescopi ottici e dei radiotelescopi (perché a quelle lunghezze d'onda la nostra atmosfera è ancora trasparente, vedi immagine). I telescopi ottici sono collocati preferibilmente in luoghi alti o isolati (montagne, deserti, ...), in modo da ridurre l'influenza della [turbolenza atmosferica](#) e dell'[inquinamento luminoso](#).

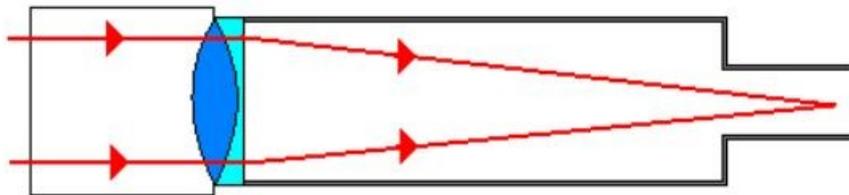


Per l'osservazione nelle rimanenti bande dello spettro elettromagnetico ([microonde](#), [infrarosso](#), [ultravioletto](#), [raggi X](#), [raggi gamma](#)), che vengono assorbite dall'atmosfera, si utilizzano quasi esclusivamente telescopi orbitali o collocati su [palloni aerostatici](#) ad alta quota.

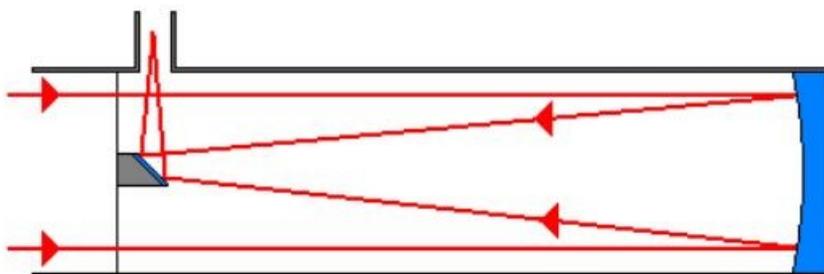
Telescopi Ottici

I **telescopi ottici** sono quelli che 'vedono' alle lunghezze d'onda del nostro occhio e cioè tra circa 300 e 700 nm (nm= 10^{-9} m = nanometri). Essi si dividono principalmente in due classi in base al tipo di elementi ottici utilizzati (vedi figura sotto):

Telescopio rifrattore



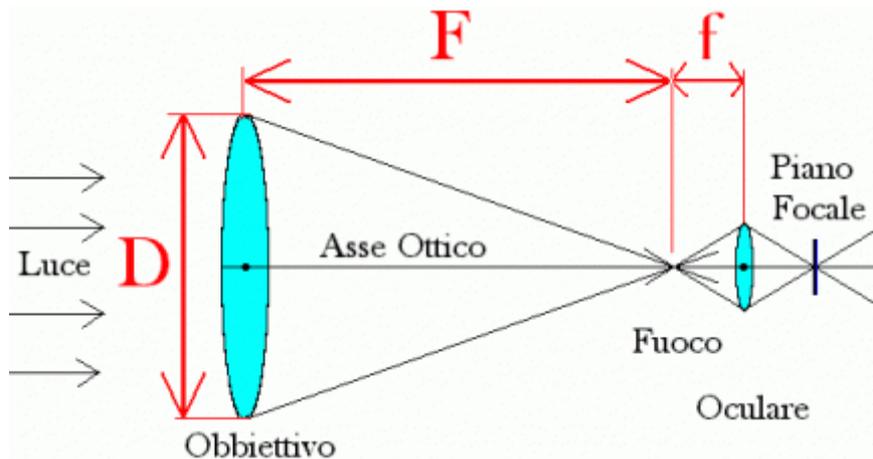
Telescopio riflettore newtoniano



- Il **telescopio rifrattore**, che usa un insieme di [lenti](#) e sfrutta il fenomeno della [rifrazione](#) per focalizzare l'immagine.
- Il **telescopio riflettore**, che invece usa un insieme di [specchi](#) e sfrutta il fenomeno della [riflessione](#) per focalizzare l'immagine.

Funzionamento base di un telescopio

Il più classico dei telescopi è quello rifrattore ottenuto con due sole lenti positive (convesse), detto kepleriano, e che può essere schematizzato come nella figura qui sotto:



La luce di un oggetto lontano arriva sulla lente principale (Obbiettivo) e viene focalizzata in un punto chiamato Fuoco (dell'obbiettivo), per poi riallargarsi e, passando attraverso una seconda lente (Oculare) per rifocalizzarsi infine su un piano parallelo alle due lenti chiamato Piano Focale. Su questo piano vengono poste le CCD per ottenere la foto dell'oggetto osservato.

I parametri principali del telescopio sono dunque (fra parentesi i termini che normalmente si sottintendono):

- D , diametro (dell'obbiettivo)
- F , (lunghezza) focale
- f , (lunghezza) focale dell'oculare

Nota: l'immagine sul Piano Focale è "messa a fuoco" quando nel telescopio coincidono il fuoco di destra dell'obbiettivo con quello di sinistra dell'oculare (situazione verificata nel disegno).

Oltre a queste caratteristiche generali, i telescopi si distinguono, nella pratica, anche per il loro **schema ottico**, ciascuno ottimizzato per una particolare applicazione.

NOTA: Dal **diametro** di un telescopio dipendono la capacità di raccogliere la luce e il potere risolutivo che è la capacità di separare due stelle vicine: maggiore è il potere risolutivo più piccoli saranno i

dettagli che il telescopio riesce a distinguere. Dunque a seconda che si debba osservare un oggetto vicino come la Luna, o un oggetto lontano come una Galassia, saranno necessari tipi di telescopi differenti (diverse dimensioni, montatura e caratteristiche ottiche).

Formulario

1. L'ingrandimento I di un telescopio di focale dell'obbiettivo F (e f focale dell'oculare) è pari a:

$$I = F/f$$

E rappresenta di quante volte è ingrandita l'immagine rispetto alle sue dimensioni reali.

2. Il potere risolutivo (o risoluzione angolare) dei telescopi rappresenta il minimo dettaglio teorico risolvibile espresso in secondi d'arco , e si ottiene dalla formula:

$$P = 1,22 \times \lambda / D$$

dove λ è la lunghezza d'onda a cui si osserva, e D il diametro dell'obbiettivo. D e λ devono essere espressi nella stessa unità.

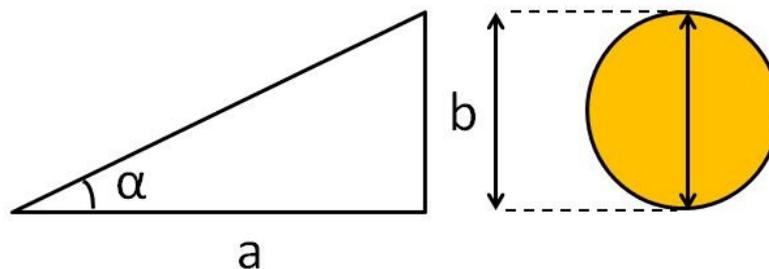
Il risultato risulta espresso in radianti e per averlo in secondi d'arco occorre moltiplicare il numero trovato per 206265 (il numero di secondi d'arco contenuti in un radiante).

NOTA 1: Nell'uso pratico, nelle lunghezze d'onda del visibile, la formula si riduce a: $P = 120/D$, con D espresso in mm. Poiché un obbiettivo di 120 mm separa giusto 1", circa 120 volte più dell'occhio umano, per rendere accessibili tutti i particolari occorre almeno un ingrandimento di 120 volte.

NOTA 2: Si parla di "risoluzione ANGOLARE" in quanto le dimensioni lineari (in centimetri, metri o chilometri) del minimo dettaglio

distinguibile su un oggetto dipendono ovviamente dalla sua distanza dall'osservatore (vedi punto 3).

3. La misura angolare di un oggetto distante: in astronomia spesso la misura di un oggetto distante (es. un cratere sulla Luna, il disco del Sole, il diametro di una galassia, ecc...) viene dato come l'angolo α (alfa) sotto cui lo si vede da Terra:

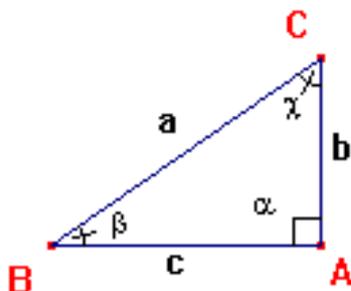


dove **b** è la dimensione lineare dell'oggetto (il diametro del Sole o del cratere lunare), e **a** è la distanza tra l'oggetto e l'osservatore.

A questo scopo, per convertire la dimensione in angolo in una dimensione lineare, o viceversa, ci sono utili i **primi due teoremi della trigonometria**:

1° Teorema

In un triangolo rettangolo, la misura di un cateto è uguale al prodotto della misura dell'ipotenusa per il seno dell'angolo opposto oppure per il coseno dell'angolo adiacente.



$$b = a \operatorname{sen} \beta, \quad c = a \operatorname{sen} \gamma$$

$$b = a \operatorname{cos} \gamma, \quad c = a \operatorname{cos} \beta$$

2° Teorema

In un triangolo rettangolo, la misura di un cateto è uguale a quella dell'altro cateto per la tangente dell'angolo opposto al primo, o per la cotangente dell'angolo adiacente.

$$c = b \operatorname{tg} \gamma, \quad b = c \operatorname{tg} \beta$$

$$c = b \operatorname{ctg} \beta, \quad b = c \operatorname{ctg} \gamma$$

4. Il rapporto focale (o “luminosità”) R_F è indice della luminosità delle immagini prodotte da un telescopio ed è definito come:

$$R_F = F/D$$

(F= focale dell’obbiettivo, D= diametro dell’obbiettivo). Per questo motivo esso è indice del tempo necessario a ottenere una buona fotografia.

NOTA 3: La capacità di un telescopio di raccogliere la luce è proporzionale all’area dell’obbiettivo (o specchio principale), cioè a D^2 .

Dunque: un telescopio con rapporto focale F/4 (cioè con lunghezza focale pari a 4 volte quella dell’obbiettivo) è più “luminoso” ed ha bisogno della metà del tempo d’esposizione di un telescopio con $R_F=F/5,6$ [perché $4^2=16$ che è circa la metà di $5,6^2=31,36$].