

Olimpiadi Italiane di Astronomia 2019



OTTICA (& telescopii) ***Junior 1***

Olimpiadi di Astronomia 2019
Selezione Interregionale Lazio
astrolimpiadi.lazio@iaps.inaf.it

Valeria Mangano
INAF-IAPS Roma

Programma Olimpiadi 2019

(Junior 1, Junior 2 & Senior)

- La luce, la velocità della luce, le sorgenti e la natura della luce. La riflessione e la rifrazione.
- Equazione della lente sottile. Caso dell'oggetto posto a distanza infinita (relazione tra dimensioni angolari dell'oggetto e dimensioni lineari dell'immagine). Distanza focale di una lente e di uno specchio.
- Telescopi. Capacità di raccolta luce (sensibilità). Ingrandimento. Risoluzione angolare. Risoluzione spettrale.



Programma Olimpiadi 2019

(Junior 1, Junior 2 & Senior)

- La luce, la velocità della luce, le sorgenti e la natura della luce. La riflessione e la rifrazione.
- Equazione della lente sottile. Caso dell'oggetto posto a distanza infinita (relazione tra dimensioni angolari dell'oggetto e dimensioni lineari dell'immagine). Distanza focale di una lente e di uno specchio.
- Telescopi. Capacità di raccolta luce (sensibilità). Ingrandimento. Risoluzione angolare. Risoluzione spettrale.



Telescopi

amatoriali...



o professionali (nello spazio)



Il **telescopio** è uno strumento che utilizza lenti e/o specchi per raccogliere la **luce** di oggetti molto distanti e darne un'immagine ingrandita.

Alla base del suo funzionamento sta la cosiddetta:
ottica geometrica.



Telescopi

In zone dal cielo limpido (isole vulcaniche, deserti...)



Il **telescopio** è uno strumento che utilizza lenti e/o specchi per raccogliere la **luce** di oggetti molto distanti e darne un'immagine ingrandita.

Alla base del suo funzionamento sta la cosiddetta: **ottica geometrica**.



La luce: cos'è

Con la parola '**luce**' si intende quella porzione dello **spettro elettromagnetico** che è **visibile** all'occhio umano, ed è quindi compresa circa tra 400 e 700 nm (nanometri) di lunghezza d'onda.

Ma allora cos'è uno **spettro (o radiazione) elettromagnetico/a**?

La radiazione elettromagnetica è una **forma di trasmissione di energia** attraverso lo spazio vuoto (oppure attraverso un mezzo) in cui i campi elettrici e magnetici si propagano sotto forma di **onde**.

E che cos'è allora un'**onda**?

Un'**onda** è una perturbazione (che trasmette energia attraverso un mezzo).

Come si descrive un'**onda**?

- Ampiezza
- **Lunghezza d'onda** (o frequenza= $1/\text{lungh. d'onda}$)
- Velocità



La luce: cos'è

Con la parola 'luce' si intende quella porzione dello **spettro elettromagnetico** che è **visibile** all'occhio umano, ed è quindi compresa circa tra 400 e 700 nm (nanometri) di lunghezza d'onda.

Ma allora cos'è uno **spettro (o radiazio**

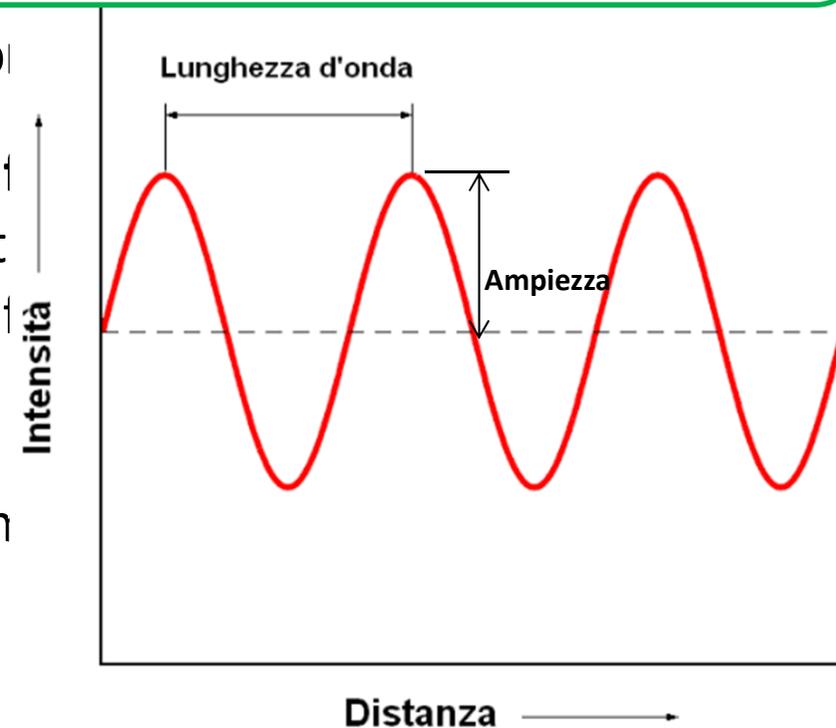
La radiazione elettromagnetica è una **t** attraverso lo spazio vuoto (oppure att
elettrici e magnetici si propagano sotto **t**

E che cos'è allora un'onda?

Un'onda è una perturbazione (che trasn

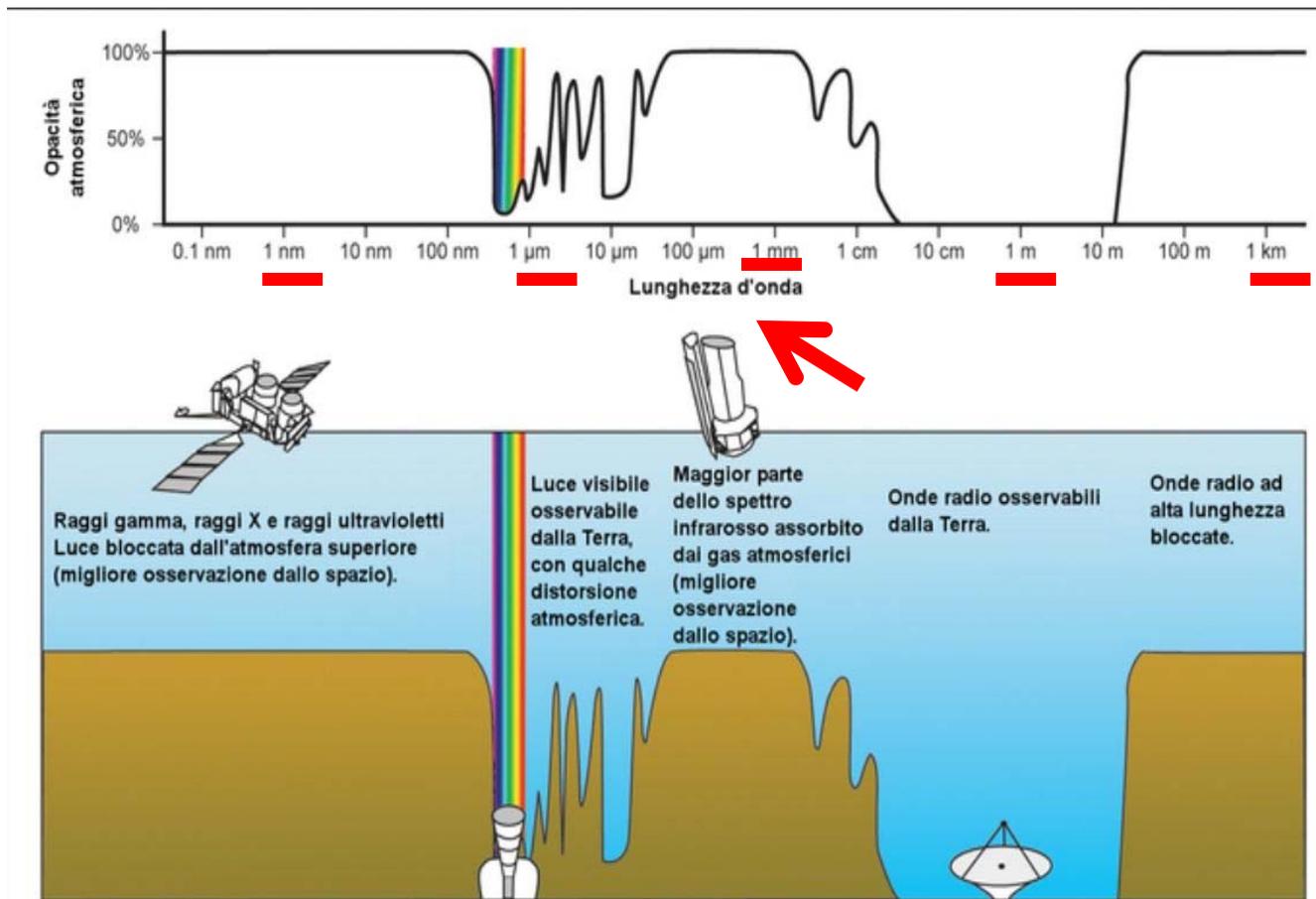
Come si descrive un'onda?

- Ampiezza
- **Lunghezza d'onda** (o frequenza= $1/\text{lungh. d'onda}$)
- Velocità



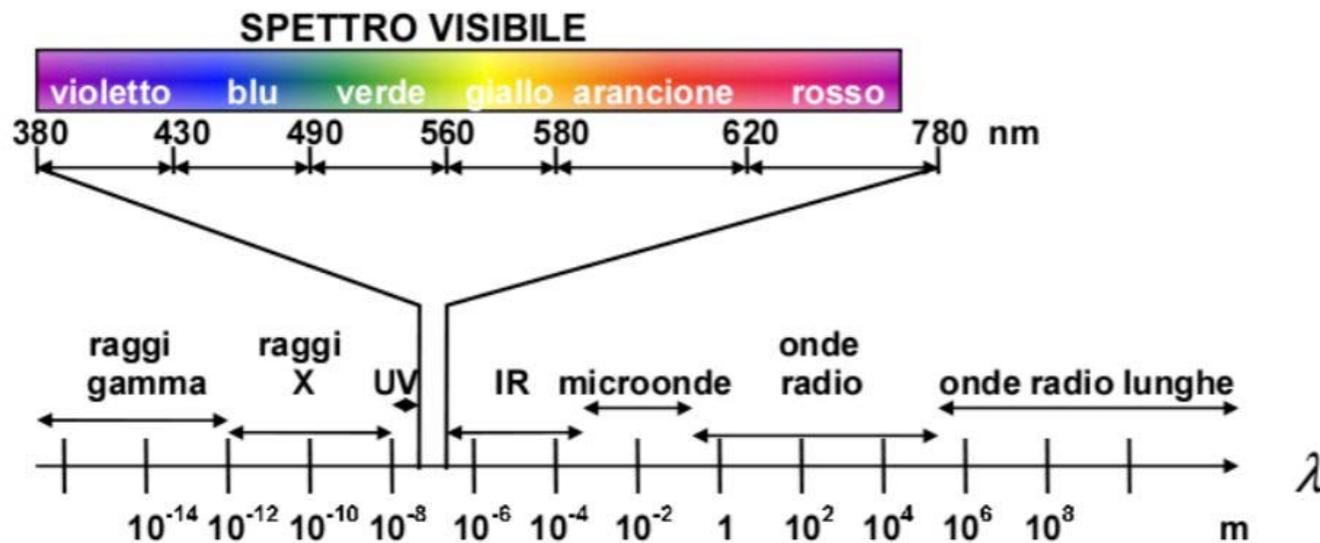
La luce: cos'è

Con la parola 'luce' si intende quella porzione dello **spettro elettromagnetico** che è **visibile** all'occhio umano, ed è quindi compresa circa tra 400 e 700 nm (nanometri) di lunghezza d'onda. → $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$



La luce: cos'è

Con la parola 'luce' si intende quella porzione dello **spettro elettromagnetico** che è **visibile** all'occhio umano, ed è quindi compresa circa tra 400 e 700 nm (nanometri) di lunghezza d'onda. → $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$



La sua **velocità (nel vuoto)** è una costante universale:

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$$

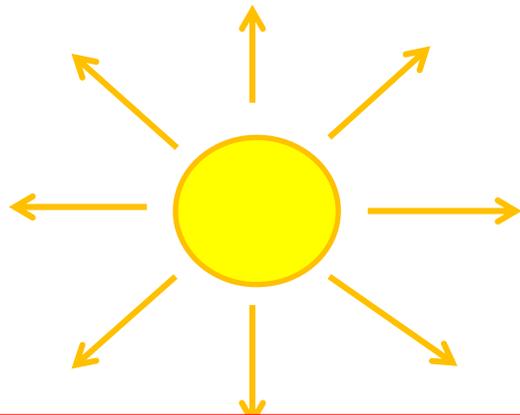
$$\rightarrow 300\,000\,000 \text{ m/s}$$

La **velocità** (nell'aria, nel vetro o in altri mezzi) è variabile, ma sempre inferiore a c

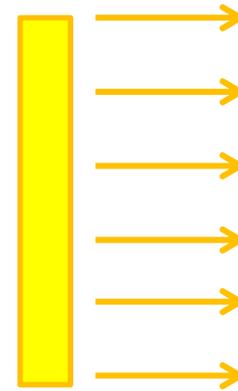


La luce: come si propaga

La **propagazione della luce** attraverso le onde (elettromagnetiche), ed avviene lungo linee rette (per questo si parla di '**raggi**' di luce)

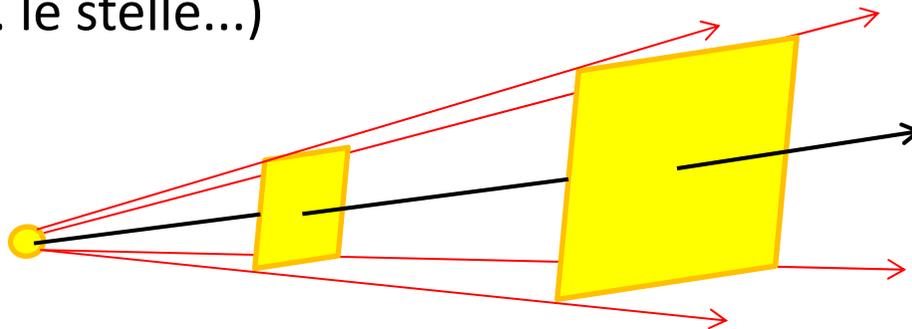


SORGENTE 'PUNIFORME'



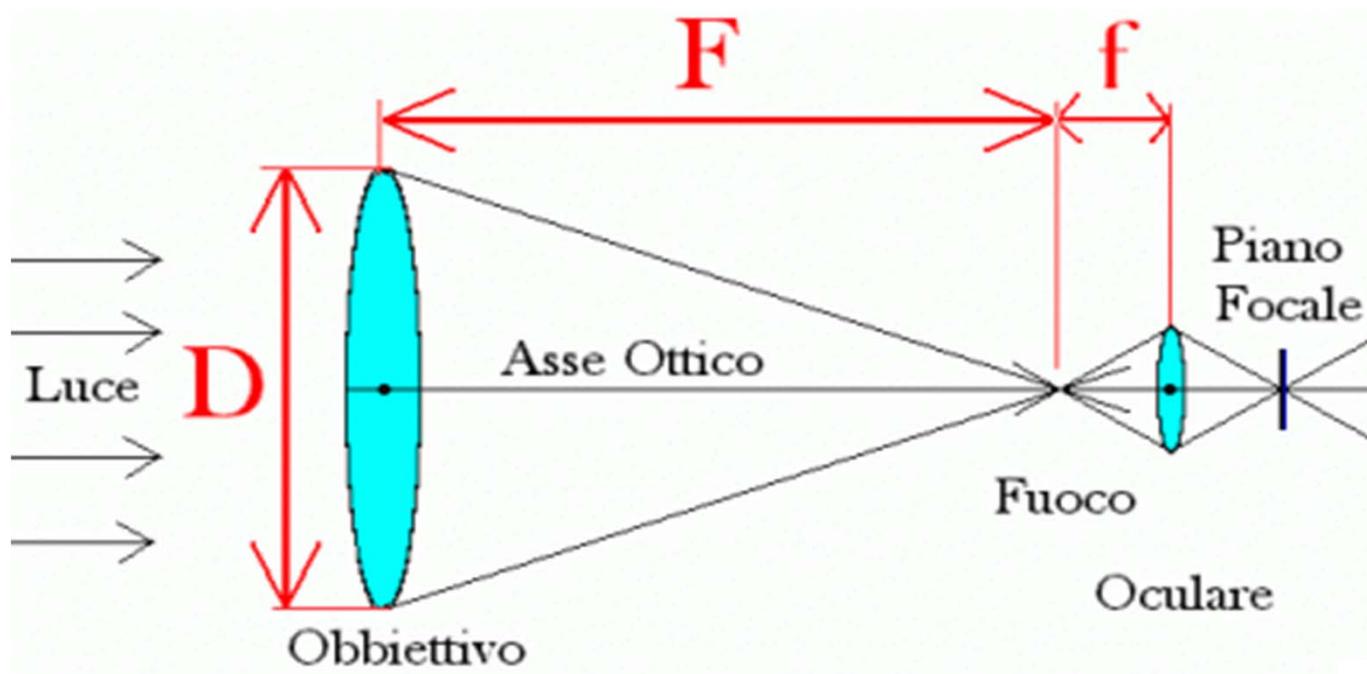
SORGENTE ESTESA (o molto distante)

Per oggetti molto distanti: i raggi di luce ci giungono (quasi) paralleli
(es. le stelle...)



Telescopi: principio di funzionamento

La **luce** di un oggetto lontano arriva sull'**obbiettivo**, viene focalizzata lungo l'**asse ottico** in un punto chiamato **fuoco F**, per poi riallargarsi e, passando attraverso una seconda lente (**oculare**), e rifocalizzarsi infine su un piano parallelo alle due lenti chiamato **piano focale**.



Telescopi : tipi principali

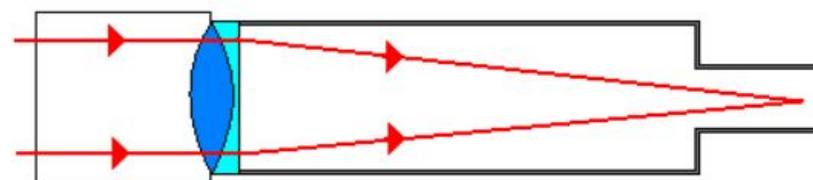
Un telescopio può essere costruito in molti modi diversi:

- con **lenti** («rifrattore»),
- con **specchi** («riflettore»)
- con una combinazione di **lenti e specchi** (catadiottrico).

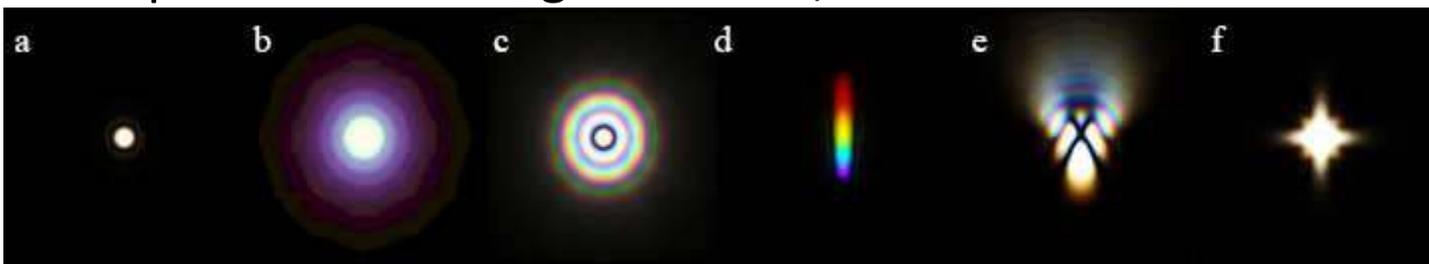
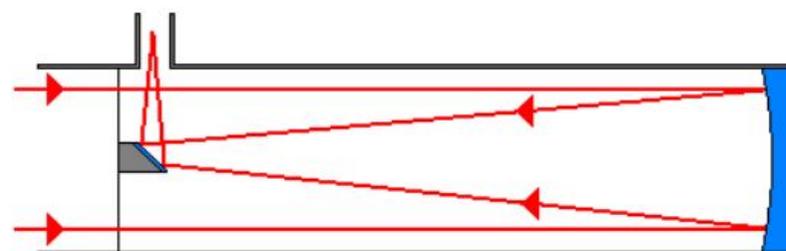
Le caratteristiche più importanti di un telescopio sono:

- il **diametro**, e quindi la risoluzione;
- la **focale**;
- la qualità dell'immagine *in asse*,

Telescopio rifrattore



Telescopio riflettore newtoniano

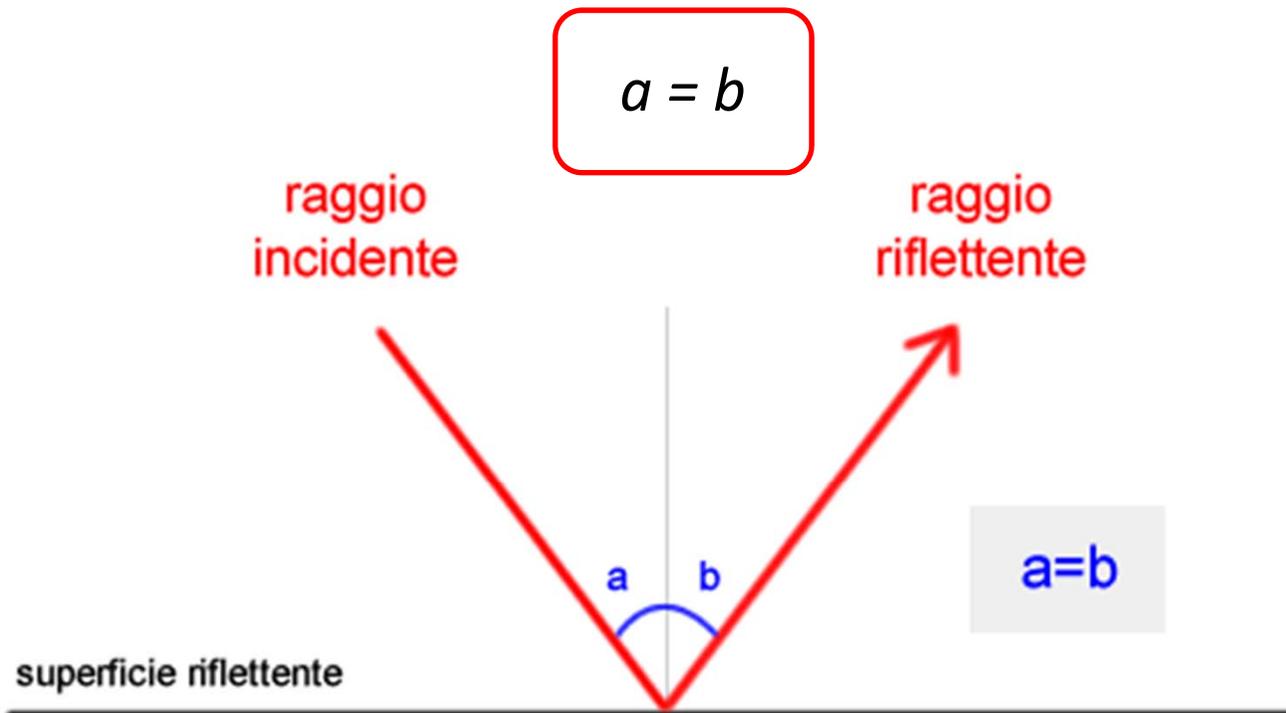


Tipi di aberrazioni: a) nessuna aberrazione; b) aberrazione cromatica assiale; c) aberrazione sferica; d) aberrazione cromatica laterale; e) coma; f) astigmatismo



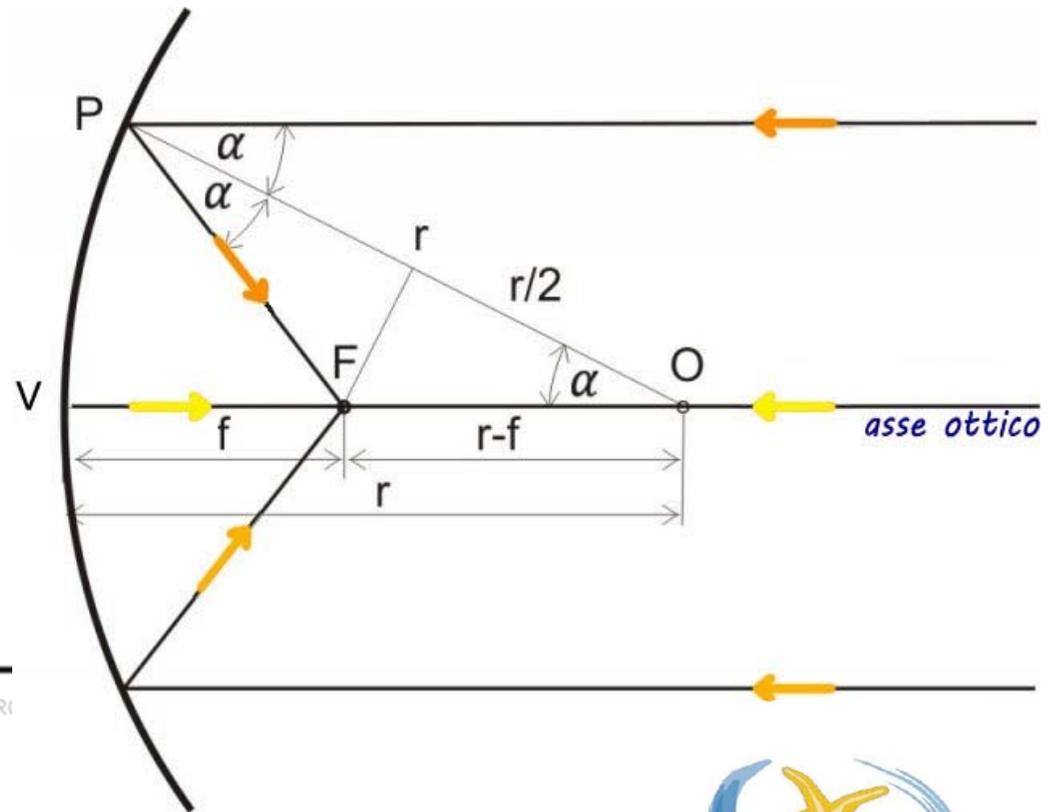
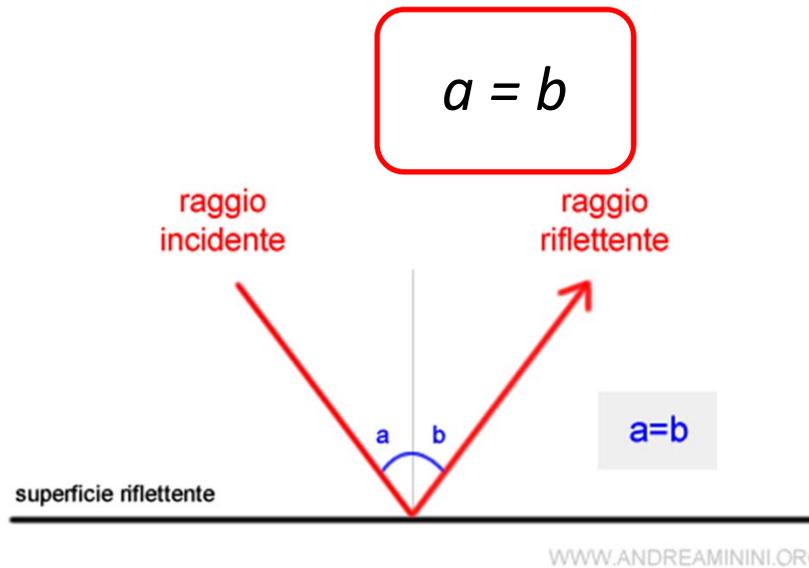
Principi base: riflessione

Per gli specchi: quando un raggio di luce incide su una superficie riflettente viene rimandato indietro secondo la **legge della riflessione**: l'angolo di incidenza è uguale all'angolo di riflessione misurato rispetto la normale alla superficie.



Principi base: riflessione

Per gli specchi: quando un raggio di luce incide su una superficie riflettente viene rimandato indietro secondo la **legge della riflessione**: l'angolo di incidenza è uguale all'angolo di riflessione misurato rispetto la normale alla superficie.



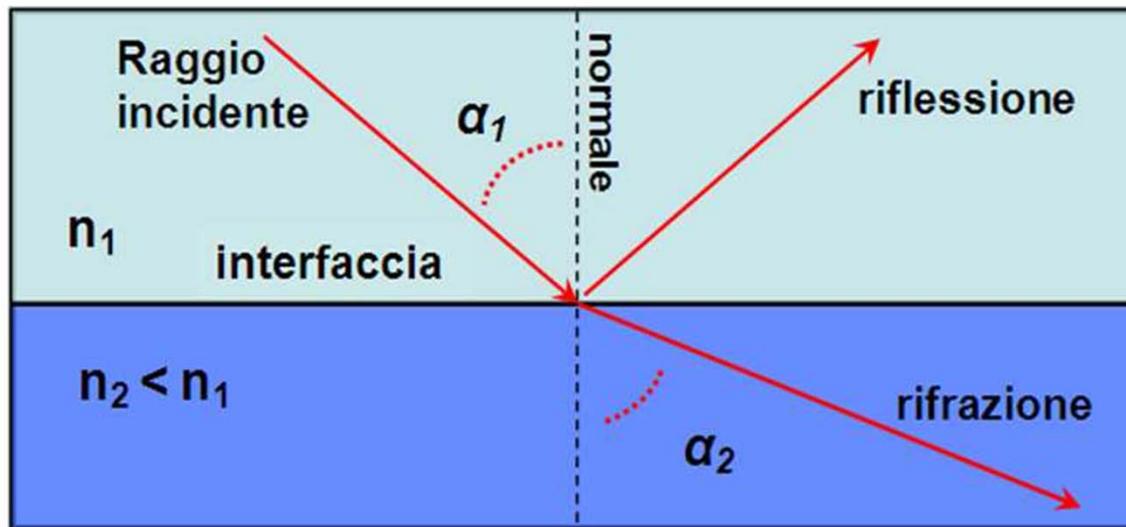
Principi base: rifrazione

Per le lenti: La rifrazione è governata dalla legge di Snell-Descartes:

Dato un raggio nel mezzo 1, inclinato di un angolo α_1 rispetto alla normale con l'interfaccia col mezzo 2, esso sarà rifratto di un angolo α_2 tale da soddisfare la relazione:

$$\frac{\sin(\alpha_1)}{\sin(\alpha_2)} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n = \frac{c}{v}$$



n_1 = indice di rifrazione del mezzo 1;
 n_2 = indice di rifrazione del mezzo 2.

$n(\text{vuoto}) = 1 !!$

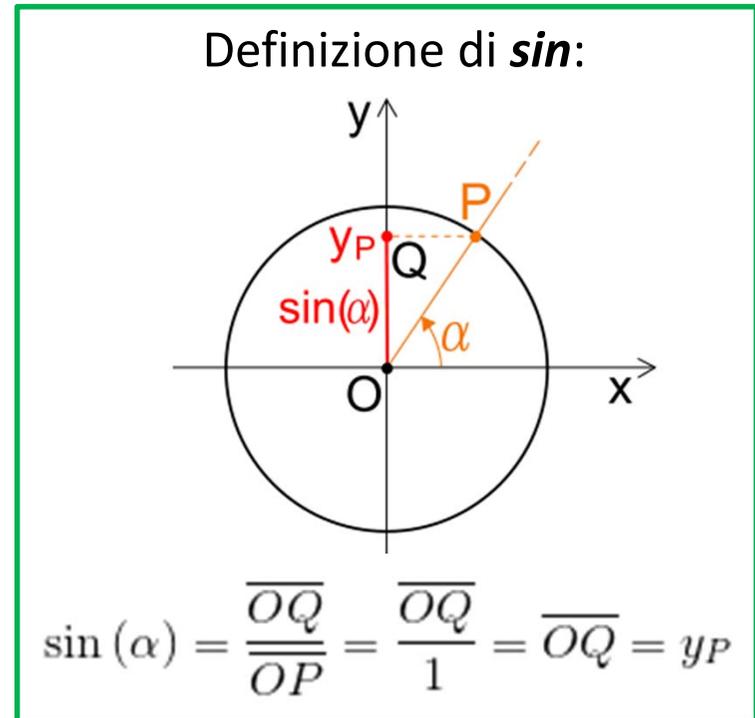
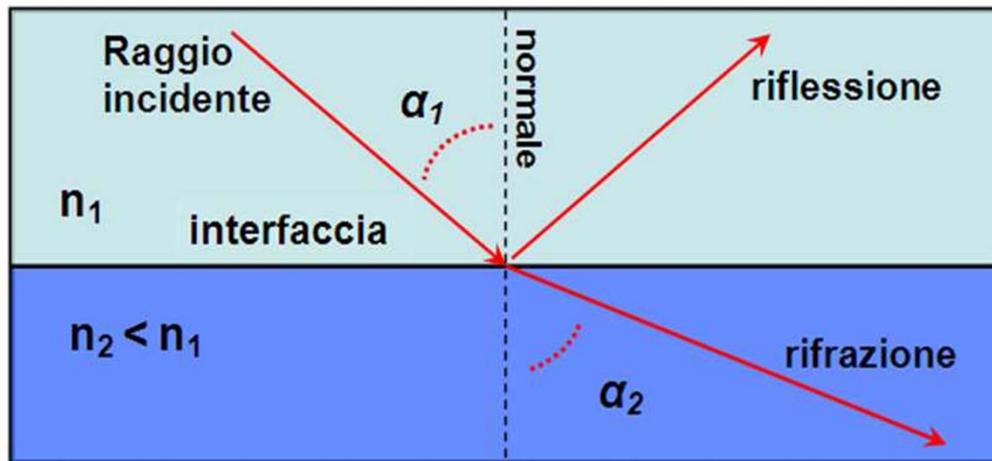


Principi base: rifrazione

Per le lenti: La rifrazione è governata dalla legge di Snell-Descartes:

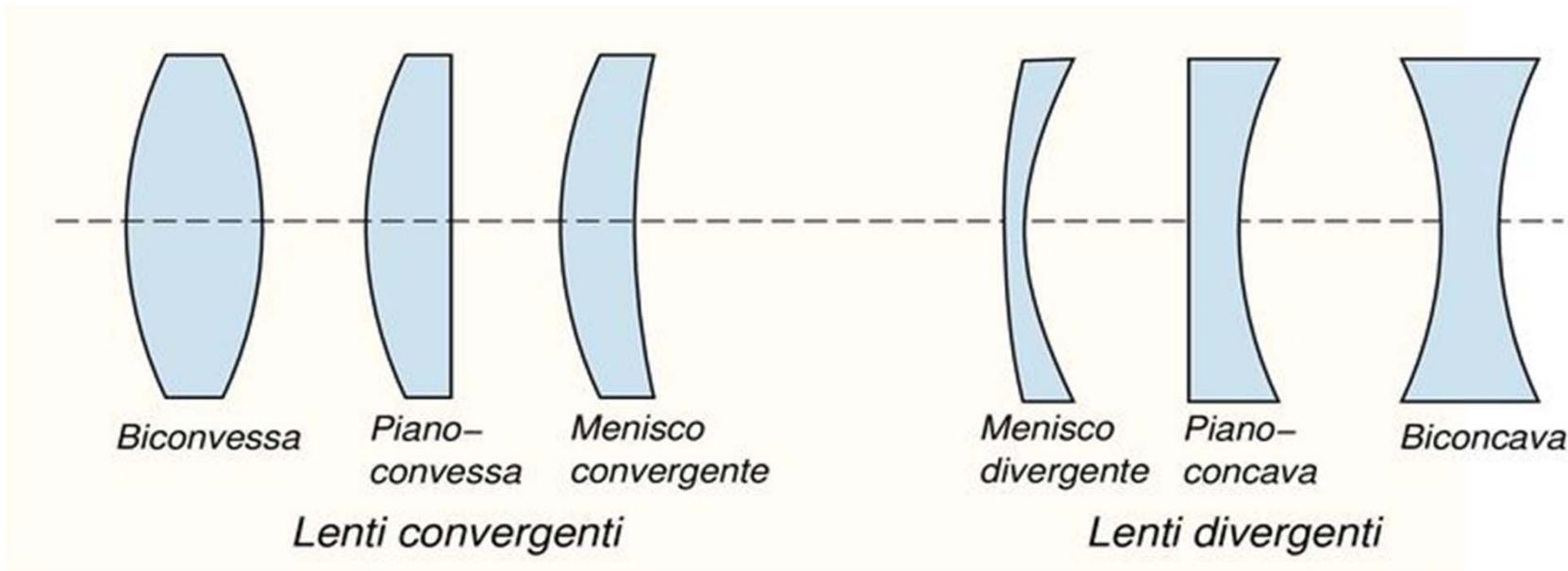
Dato un raggio nel mezzo 1, inclinato di un angolo α_1 rispetto alla normale con l'interfaccia col mezzo 2, esso sarà rifratto di un angolo α_2 tale da soddisfare la relazione:

$$\frac{\sin(\alpha_1)}{\sin(\alpha_2)} = \frac{n_2}{n_1}$$



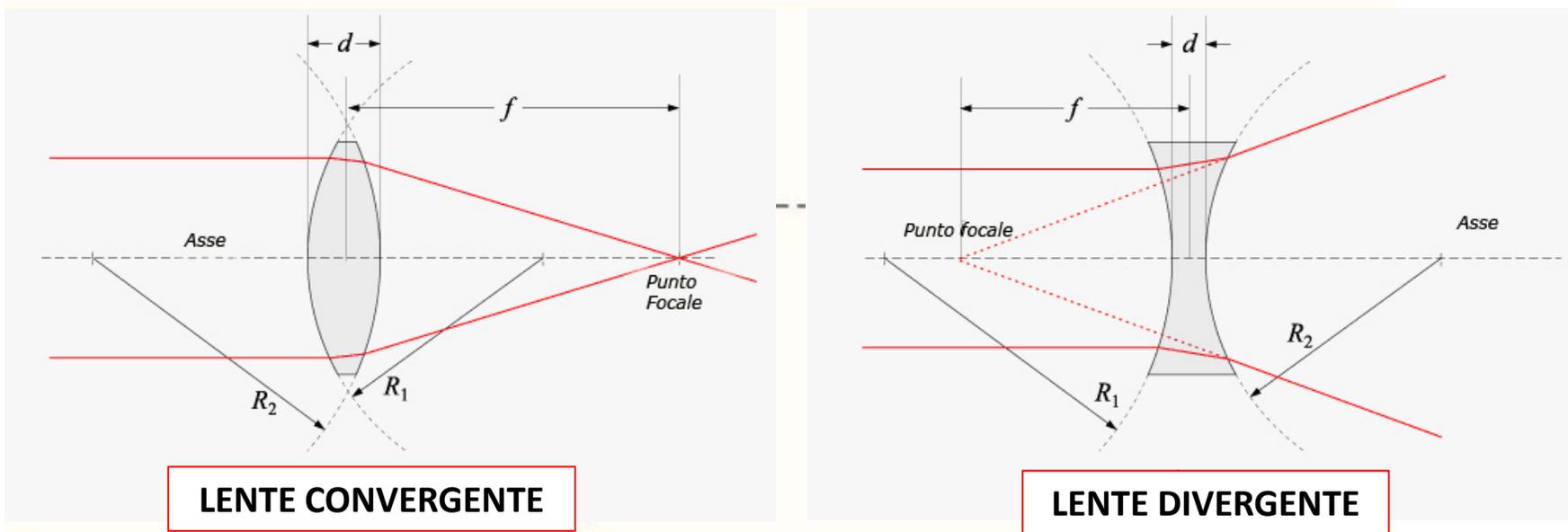
Lenti: convergenti e divergenti

Una **lente** è un sistema ottico costituito da materiale trasparente omogeneo (vetro, quarzo, policarbonato...) e limitato da due superfici non piane (ad es. sferiche, paraboliche...).



Lenti: convergenti e divergenti

Una **lente** è un sistema ottico costituito da materiale trasparente omogeneo (vetro, quarzo, policarbonato...) e limitato da due superfici non piane (ad es. sferiche, paraboliche...).



- R_1, R_2 = raggi di curvatura delle 2 superfici
- d = spessore della lente



Link utili

- Ottica:

<http://www.aristidetorrelli.it/Articoli/Ottica/Parte1/PrincipidiOtticaElementiSottili.htm>

- Telescopi:

<http://www.scientifico.asti.it/fisica-2.0/a-il-telescopio/>

- Trigonometria:

<https://www.youmath.it/formulari/65-formulari-di-trigonometria-logaritmi-esponenziali.html>

Per questa lezione andate su:

<http://www.iaps.inaf.it/ufficio.comunicazione/per-le-scuole/olimpiadi-di-astronomia/>



Conversioni/costanti utili

1 radiante (rad) = 57,29578 gradi (°)

1 arcsecondo (") = 1/3600 gradi (°)

1 arcsecondo (") = 1/206265 radianti (rad)

$c = 299\,792\,458$ m/s

