

# Ottica geometrica

- Natura della luce
- Leggi della riflessione – specchi
- Leggi della rifrazione – lenti
- Sistemi ottici

J. Walker O2

Halliday-Resnick-Walker cap. 35

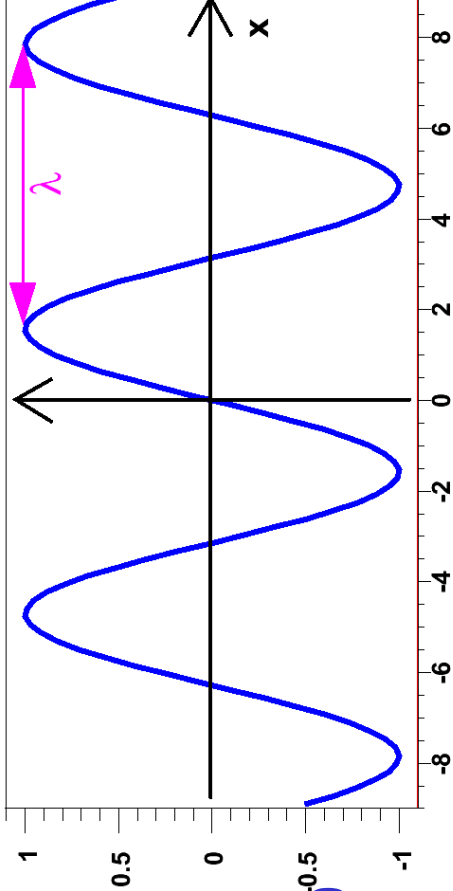
Serway-Jewett cap. 25-26

# Natura della luce

- L'ottica studia le radiazioni luminose e i fenomeni a essa associati
- La luce e' composta da **ONDE ELETTROMAGNETICHE** di lunghezza d'onda compresa tra 4000 Å e 7000 Å

- che cosa e' la lunghezza d'onda?
- che cosa indica il simbolo Å?

- La luce si puo' propagare nel vuoto e nei mezzi materiali trasparenti (e traslucidi)
- La velocita' della luce nel vuoto e'  
 $c = 3.00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- In qualunque altro mezzo la velocita' della luce e' minore di c.



Categoria di onde E.M.	Intervallo di lunghezze d'onda (approssimativo)
Onde radio	$\lambda > 1 \text{ cm}$
Microonde	$0.01 \text{ cm} < \lambda < 1 \text{ cm}$
Raggi infrarossi	$7000 \text{ \AA} < \lambda < 1 \text{ mm}$
Luce visibile	$4000 \text{ \AA} < \lambda < 7000 \text{ \AA}$
Raggi ultravioletti	$1000 \text{ \AA} < \lambda < 4000 \text{ \AA}$
Raggi X	$1 \text{ \AA} < \lambda < 1000 \text{ \AA}$
Raggi $\gamma$	$\lambda > 1 \text{ \AA}$

# Sorgenti e propagazione della luce

- I corpi portati ad una temperatura sufficientemente elevata emettono radiazione luminosa.
  - Intorno ai 600°C l'emissione è di colore rosso scuro
  - A ~1200°C l'emissione è arancione vivo
  - A ~6000°C è di colore giallo-biancastro
- I corpi illuminati da una sorgente luminosa diffondono la luce in tutte le direzioni
- La propagazione della luce in un mezzo omogeneo e isotropo avviene in linea retta
- L'intensità di una radiazione luminosa (ovvero la potenza irradiata per unità di superficie disposta perpendicolarmente alla luce) diminuisce con l'inverso del quadrato della distanza r:
$$I \propto 1/r^2$$
- L'intensità della radiazione solare che giunge sulla superficie terrestre è detta costante solare, ed è pari a 1 kW/m<sup>2</sup>

# Ottica geometrica

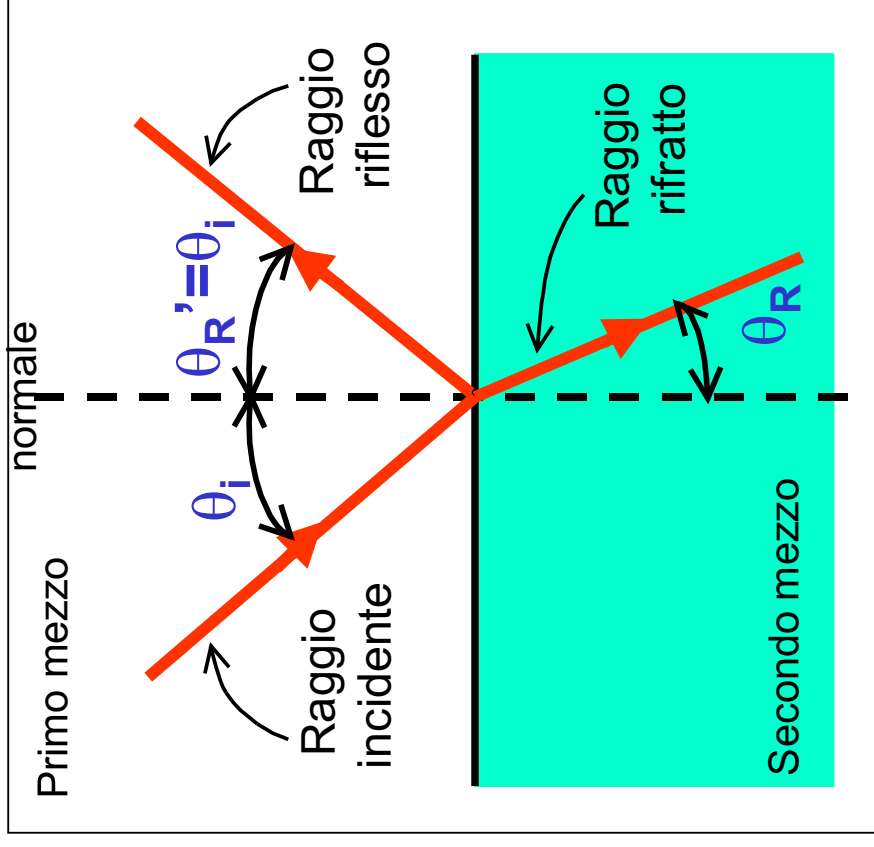
- L'ottica geometrica tratta quei fenomeni che possono essere descritti senza far uso del concetto di onda.
- Si considererà dunque la **luce** come un **raggio che si propaga rettilineamente** in un mezzo omogeneo ed isotropo.
- Quando la luce passa da un primo ad un secondo mezzo trasparente, in entrambi si propagherà seguendo una retta.
- E' però interessante considerare i fenomeni che avvengono sulla superficie di separazione tra i due mezzi

# Leggi della riflessione

- Quando un raggio luminoso incide sulla superficie di separazione tra due diversi mezzi trasparenti, in generale si osservano un raggio riflesso, che si propaga nel primo mezzo, e un raggio rifratto che si propaga nel secondo.
- Consideriamo dapprima il solo raggio riflesso: valgono le

- **LEGGI DELLA RIFLESSIONE**
- Il raggio incidente, il raggio rifratto e la normale alla superficie di separazione giacciono sullo stesso piano
- L'angolo di incidenza  $\theta_i$  (l'angolo tra il raggio incidente e la normale) e l'angolo di riflessione  $\theta_R$  (l'angolo tra il raggio riflesso e la normale) sono uguali

$$\theta_I = \theta'_R$$



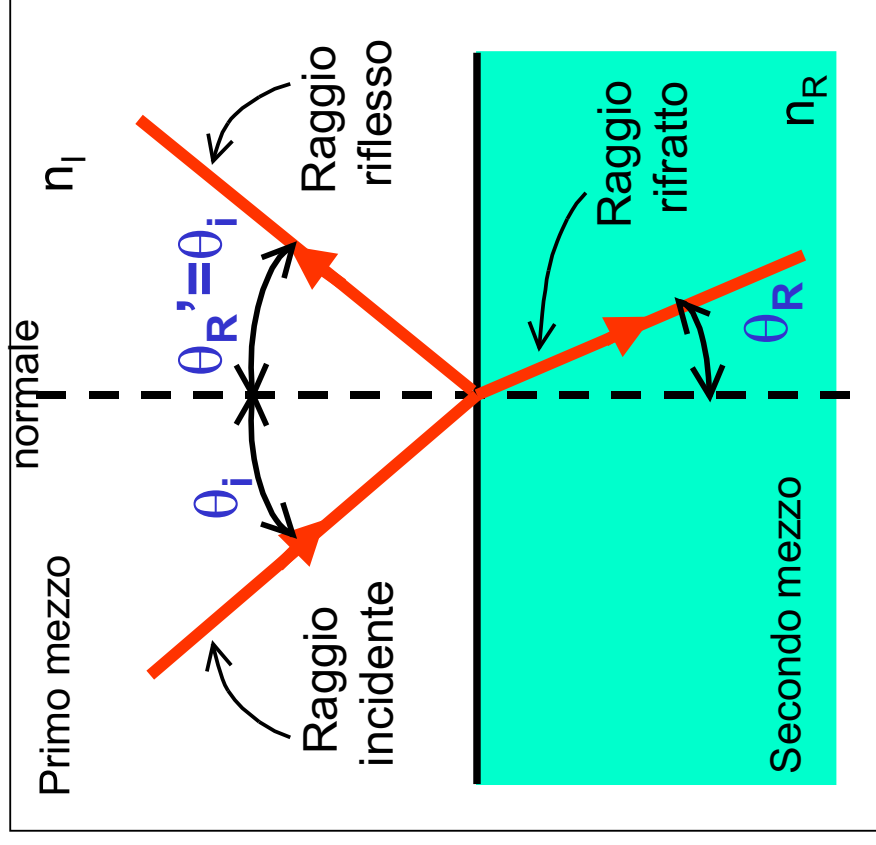
# Rifrazione

- Quando un raggio incide sulla superficie di separazione tra due mezzi trasparenti, il raggio verra' parzialmente riflesso;
- l'altra parte del raggio si propaghera' nel secondo mezzo, mutando direzione: ovvero verra' **rifratto**

- Il parametro che caratterizza la rifrazione e' l'indice di **rifrazione** di ciascuno dei due mezzi.
- L'indice di rifrazione di un mezzo e' dato dal rapporto tra la velocita' della luce nel vuoto ( $c$ ) e la velocita' della luce nel mezzo ( $v$ )

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

Nota:  $n \geq 1$  Perche'?



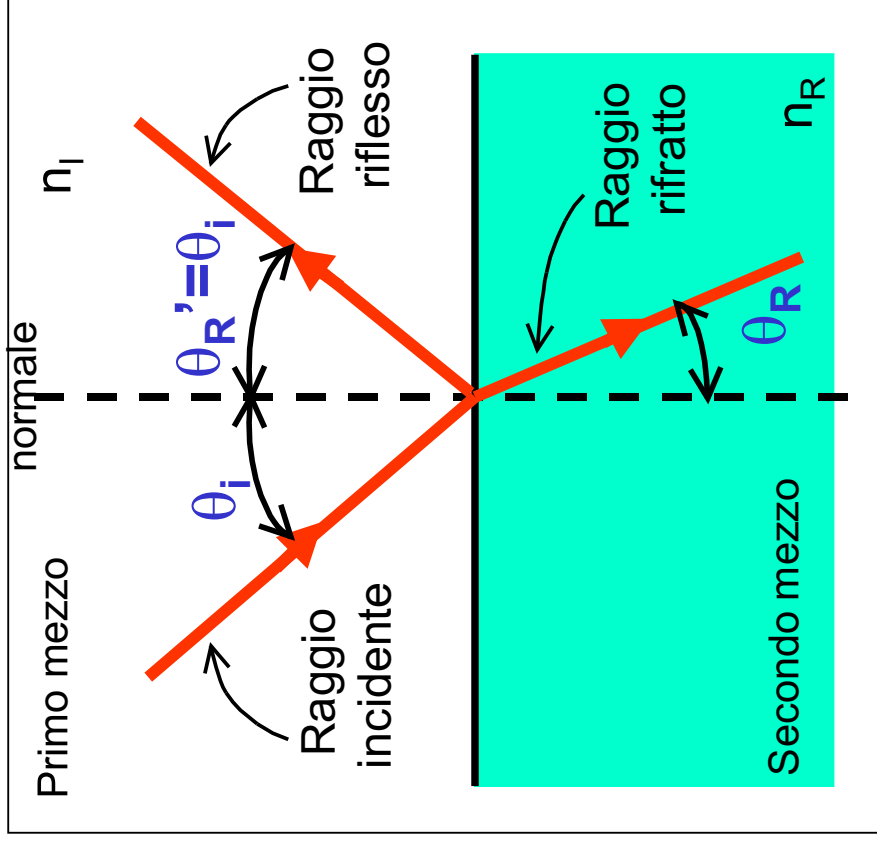
# Leggi della rifrazione

1. Il raggio incidente, il raggio rifratto e la normale alla superficie di separazione giacciono sullo stesso piano
2. La relazione tra gli angoli di incidenza e di rifrazione e gli indici di rifrazione e' data dalla

## LEGGE DI SNELL:

$$n_I \sin \theta_I = n_R \sin \theta_R$$

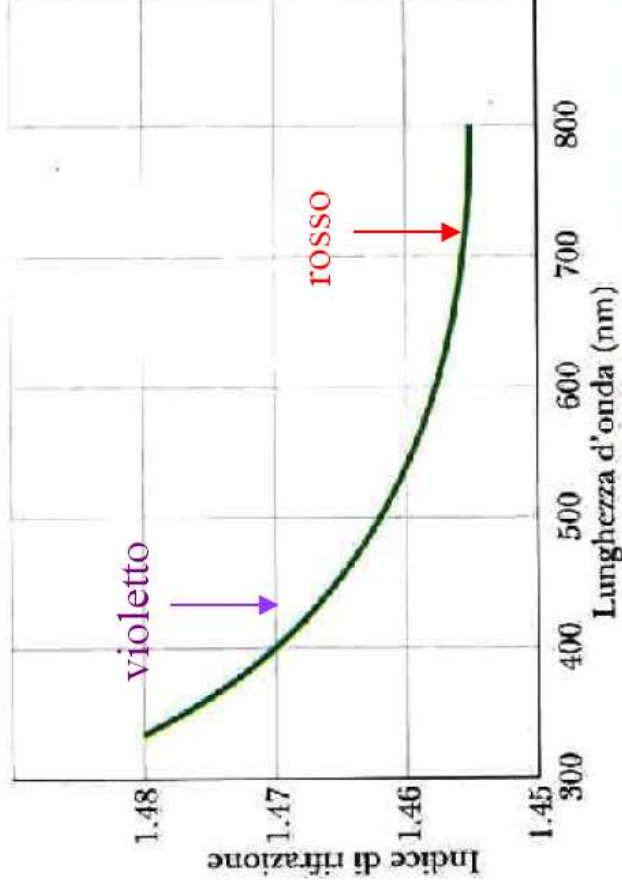
Nota: se il secondo mezzo e' piu' rifrangente del primo (cioe' se  $n_R > n_I$ ) il raggio si avvicina alla normale. Viceversa,  $n_R < n_I$  se si allontana





# Indice di rifrazione e dispersione cromatica

Mezzo	$n$ ( $\lambda=5890\text{\AA}$ )
Vuoto	1
Aria	1.00029
Acqua	1.33
Vetro comune	1.52
Vetro flint pesante	1.65
Diamante	2.42



## DISPERSIONE CROMATICA

- In genere  $n$  decresce al crescere della lunghezza d'onda.
- Prisma ottico: perché il prisma scompone la luce bianca? Perché i colori appaiono come in figura?

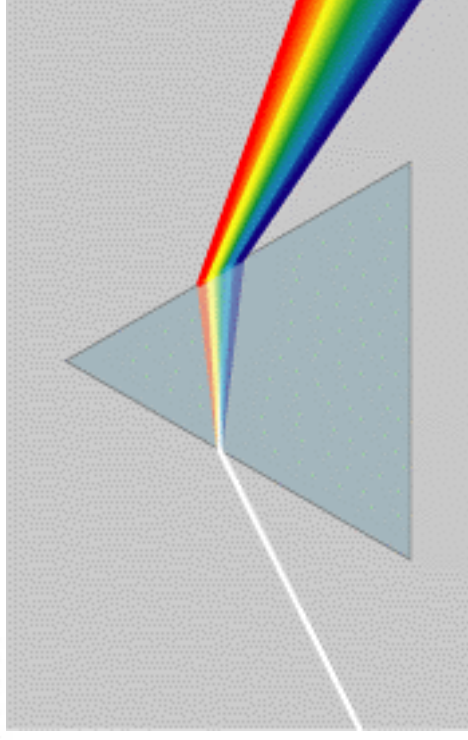
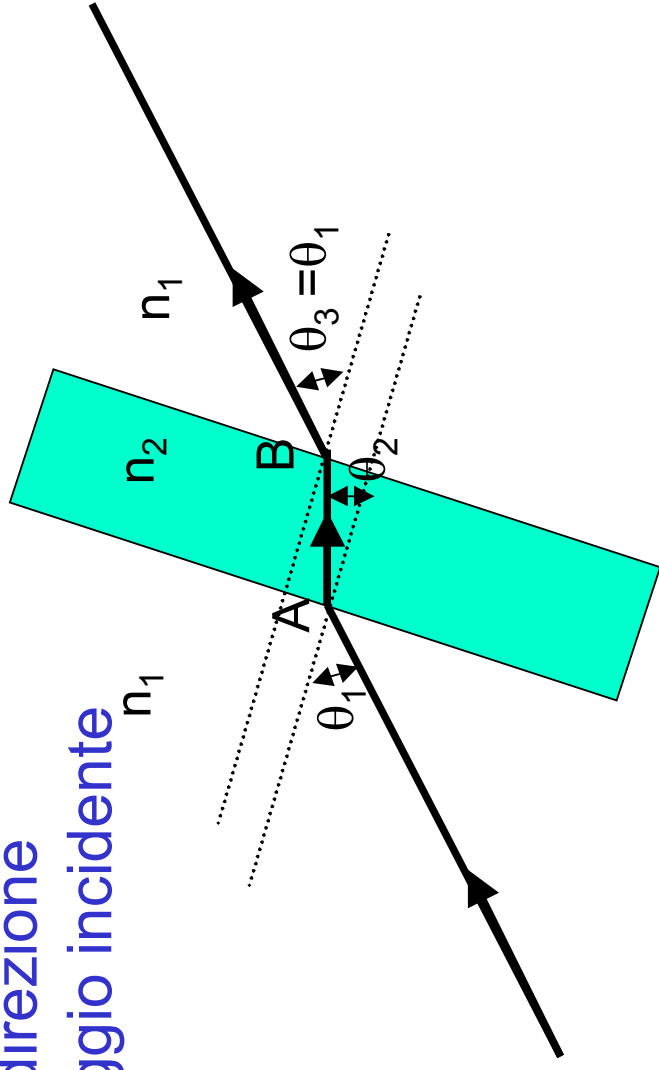


Figura 4 Indice di rifrazione del quarzo fuso in funzione della lunghezza d'onda.



## Lamina a facce piane e parallele

- Per la rifrazione in A abbiamo:  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$
- Per la rifrazione in B:  $n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_3$
- Confrontando le due equazioni otteniamo  $\theta_3 = \theta_1$
- Dunque, un raggio luminoso che incide su una lamina a facce piane e parallele emerge dalla lamina in direzione parallela a quella del raggio incidente



# Riflessione totale

- Consideriamo una sorgente posta in un mezzo con indice di rifrazione  $n_1 > n_2$ . I raggi rifratti si allontanano dalla normale.
- In particolare, esisterà un angolo di incidenza  $\theta_{LIM}$ , detto **angolo limite**, cui corrisponde un angolo di rifrazione di  $90^\circ$
- L'angolo limite può essere ricavato mediante la legge di Snell:

$$n_I \sin \theta_{LIM} = n_R \sin 90^\circ = n_R \quad \longrightarrow \quad \theta_{LIM} = \arcsin \frac{n_R}{n_I}$$

- Se l'angolo di incidenza supera  $\theta_{LIM}$ , non si avrà rifrazione e il raggio sarà totalmente riflesso

