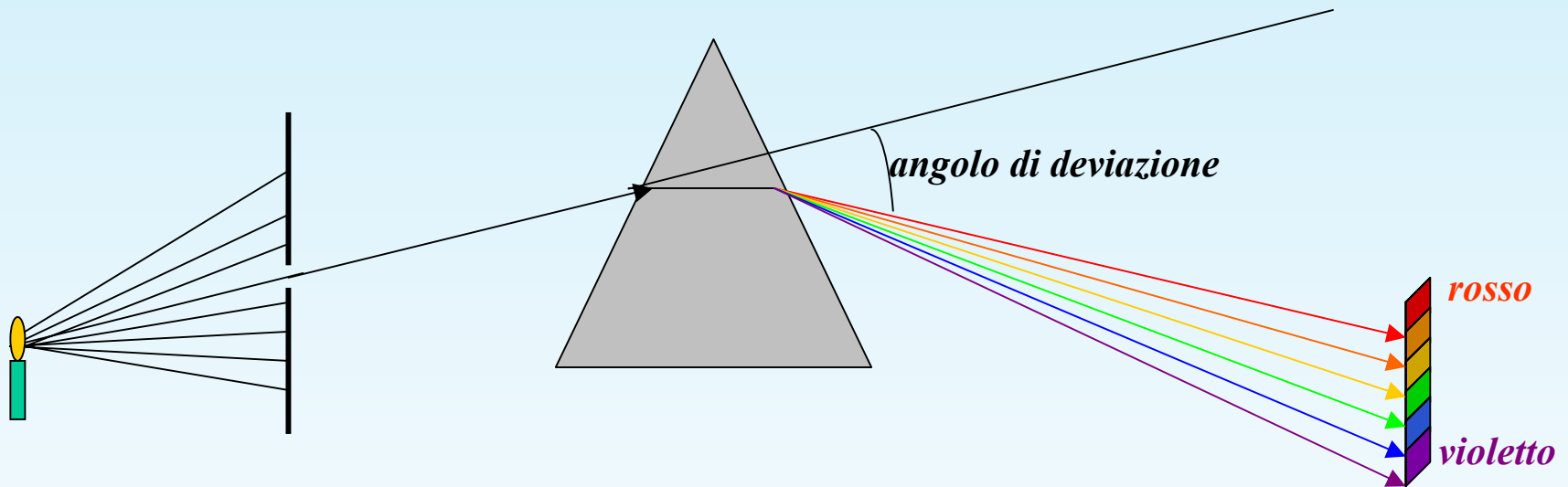


L'inizio: il problema del "colore"  
Il colore "è contenuto" nella luce o nei corpi?

*sviluppo storico  
della spettroscopia*

\*1660 Newton studia la *rifrazione* e scopre gli *spettri*  
→ il colore è "contenuto" nella luce, perché il vetro trasparente non può "aggiungere" il colore

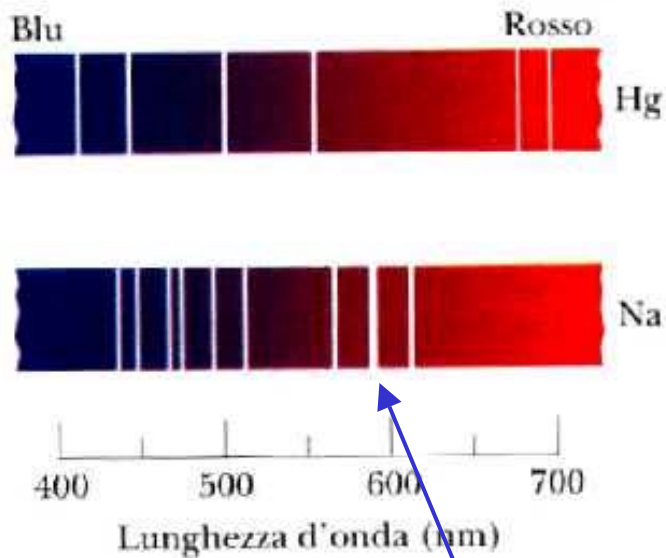


tuttavia ... da dove proviene il "colore" delle fiamme?

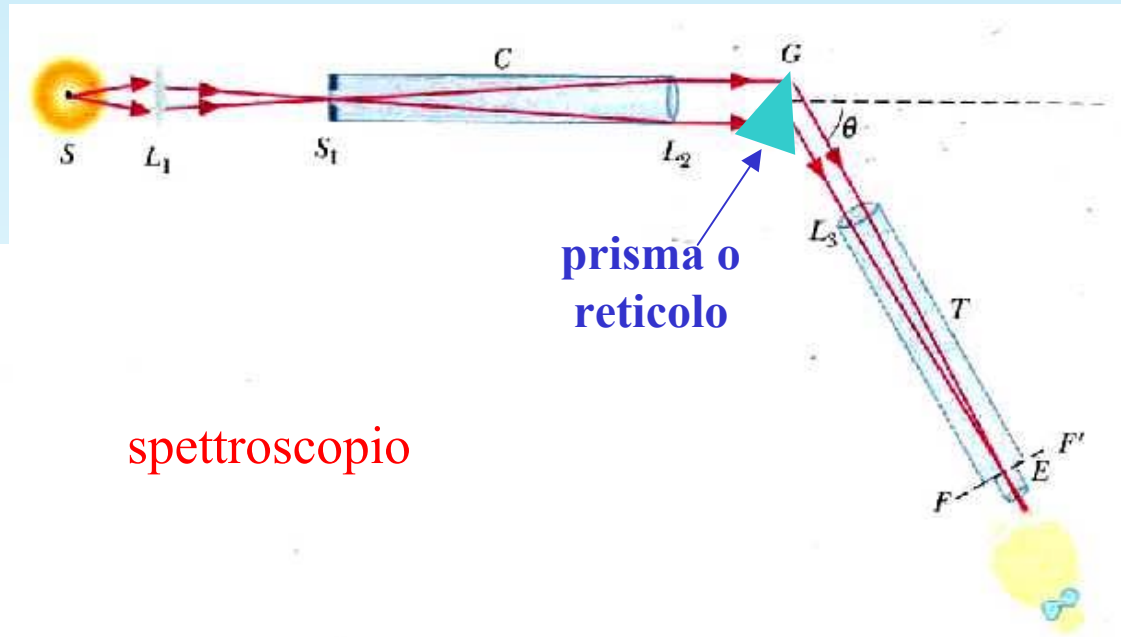
# sviluppo storico della spettroscopia

\*1752 Melville scopre gli *spettri a righe* e descrive la *riga gialla della fiamma sodio* → il “colore” è contenuto anche nei corpi?

Spettri di vapori di mercurio e di sodio

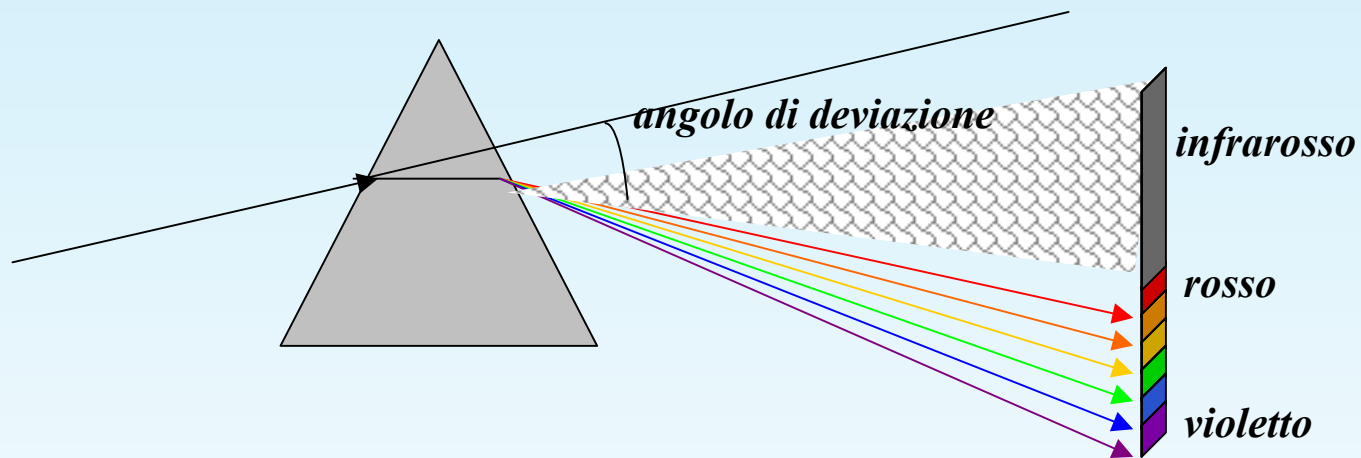


riga “gialla”  
del sodio



# *sviluppo storico della spettroscopia*

\*1800 Herschel scopre l'*infrarosso* nella radiazione solare e  
Ritter scopre l'*ultravioletto* nelle proprietà fotochimiche di Ag Cl



**L'indice di rifrazione  $n$ :**

- dipende dalla *lunghezza d'onda* della luce

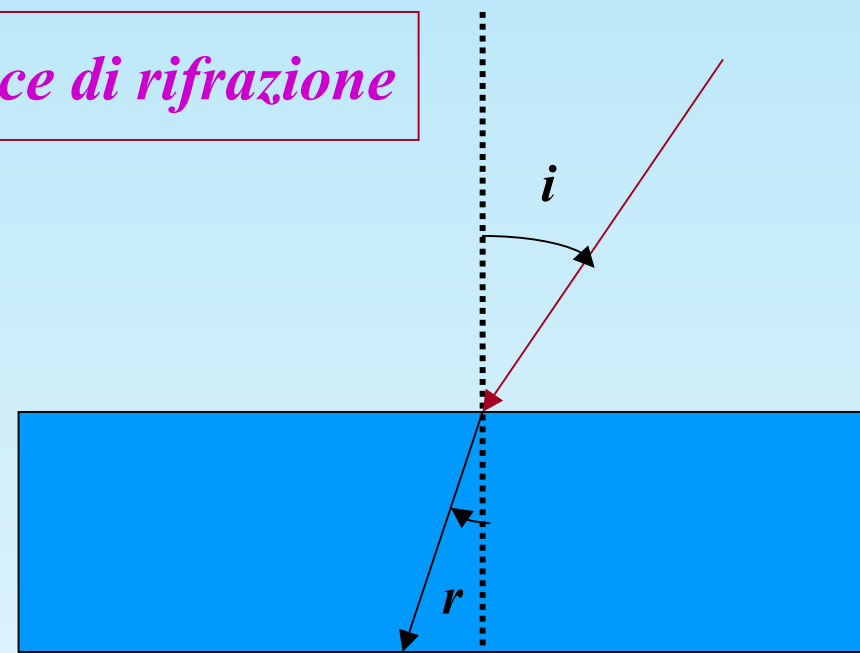
- legge di Snell:

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{n_r}{n_i}$$

$n_i$  = *indice di rifrazione del mezzo in cui viaggia il raggio incidente*

$n_r$  = *indice di rifrazione del mezzo in cui viaggia il raggio rifratto*

*L'indice di rifrazione*

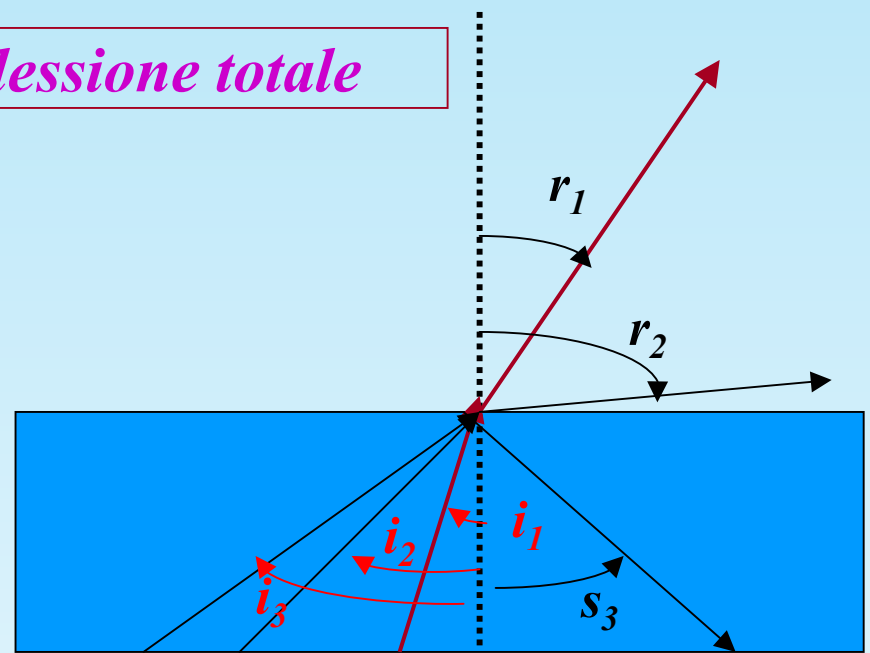


mezzo	indice
aria	1,0003
acqua	1,33
vetro crown	1,52
polistirene	1,55
quarzo	1,46

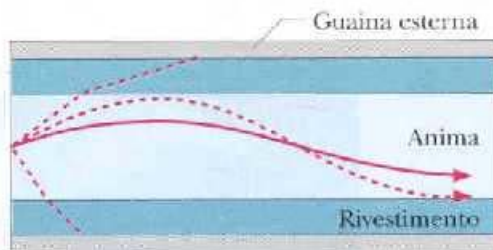
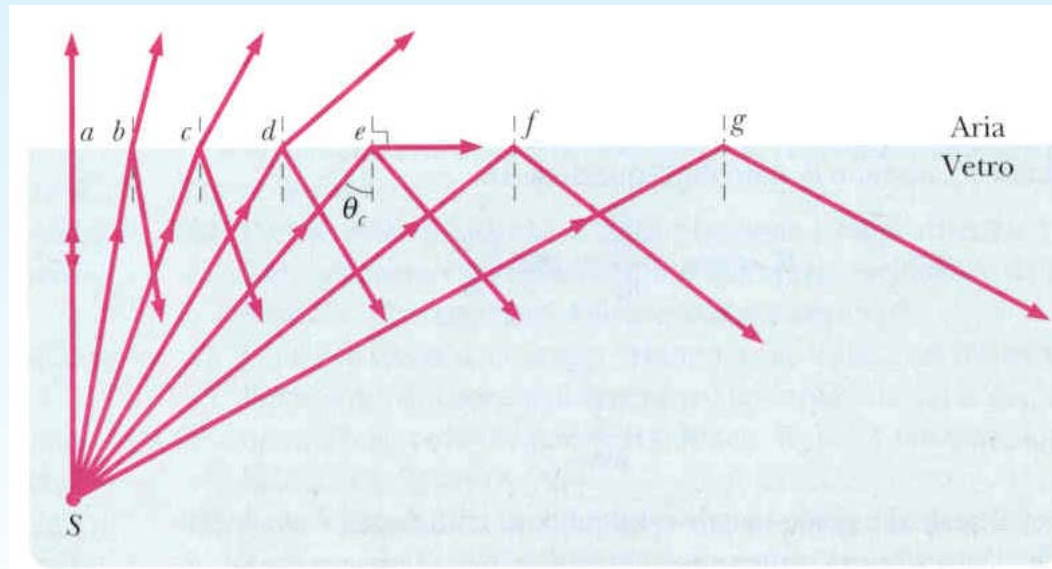
$$\text{sen } r = \frac{n_i}{n_r} \text{sen } i$$

se  $n_i > n_r$ , per raggi con  
 $\text{sen } i = n_r/n_i$  si ha  
**riflessione totale**

## *riflessione totale*



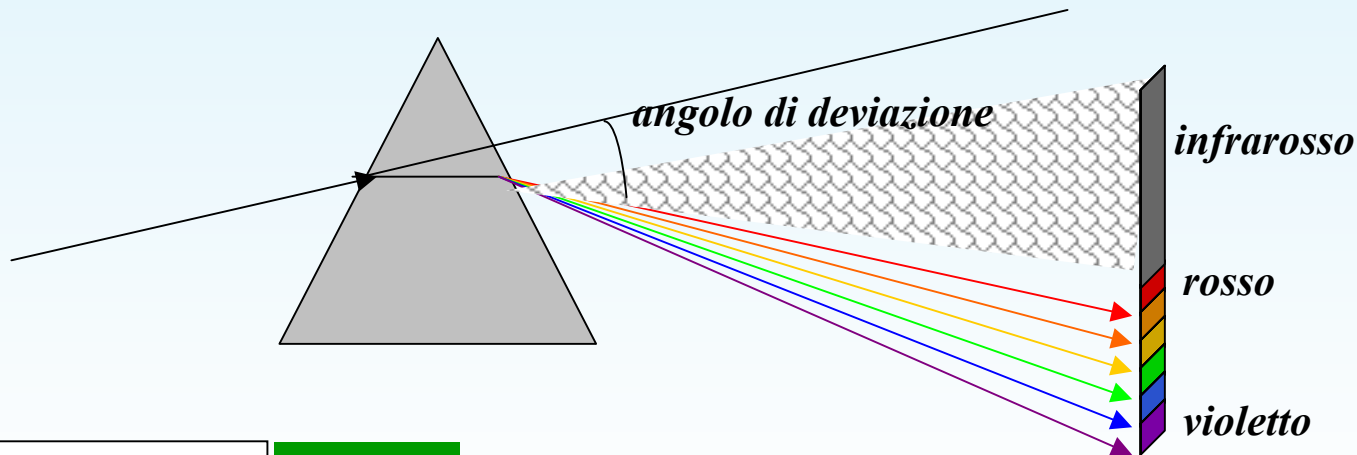
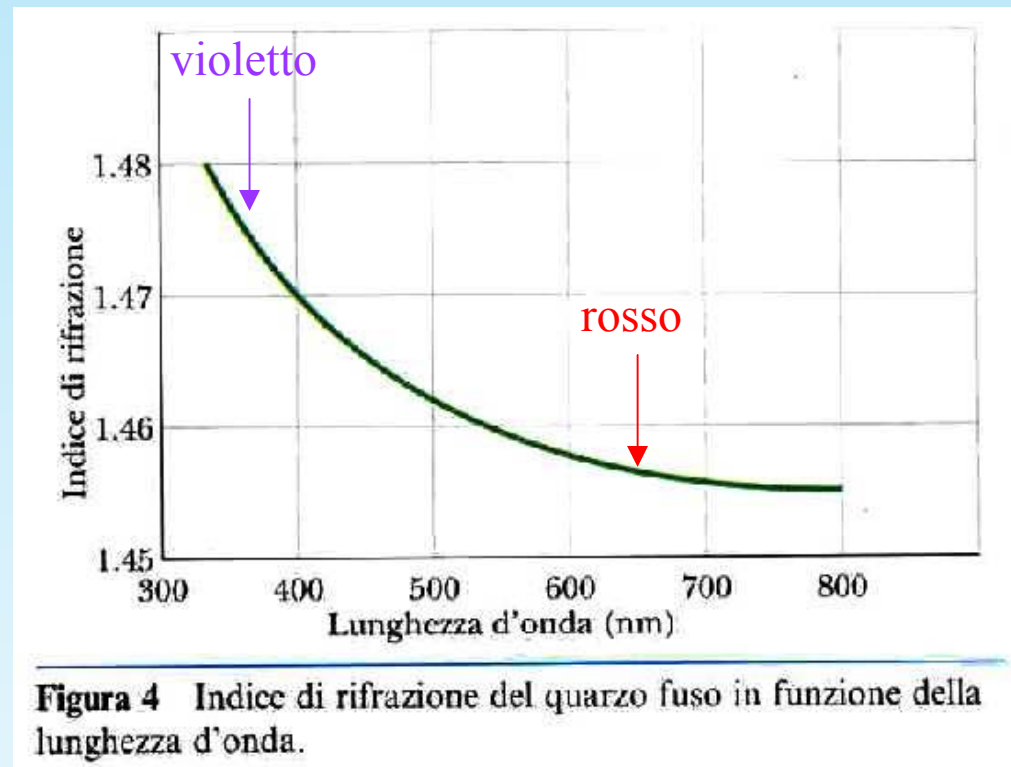
*fibra  
 ottica*



## indice di rifrazione e spettri

dipendenza dell'indice di rifrazione dalla lunghezza d'onda:

- il "rosso" ha indice di rifrazione minore del violetto, quindi è meno deviato



**velocità della luce nel vuoto:  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s**

*(prime stime quantitative: Roemer, fine seicento, Bradley 1729)*

*velocità  
della luce*

**velocità della luce in un mezzo di indice di rifrazione  $n$ :  $v = c/n$**

dalle equazioni di Maxwell:  $c^2 = \frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}$

in un dielettrico di costante dielettrica relativa  $\epsilon_r$  e permeabilità magnetica relativa  $\mu_r$ :  $v^2 = \frac{1}{\epsilon_r \mu_r \epsilon_0 \mu_0}$

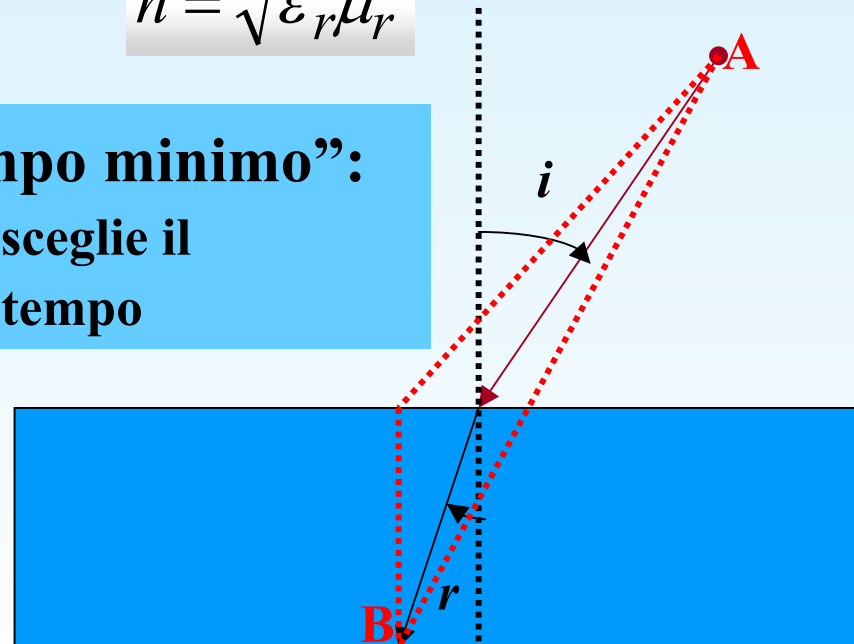
↓

$$n = \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$$

**\* 1650 principio di Fermat o del “tempo minimo”:**  
per andare dal punto **A** al punto **B** la luce “sceglie il percorso” lungo il quale impiega il minimo tempo

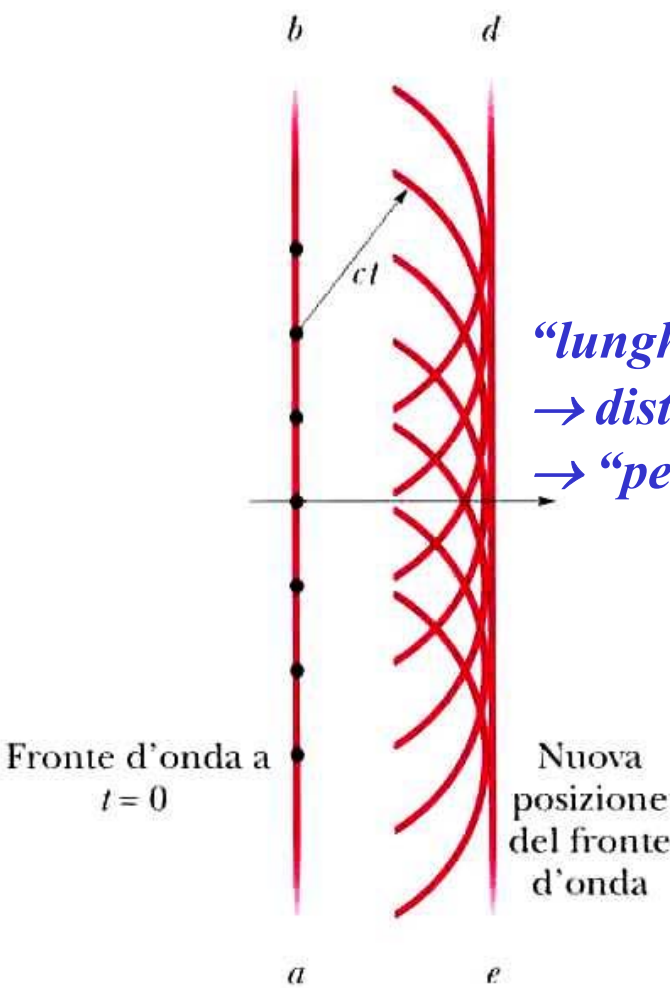
→ **legge di Snell**

→ comincia a farsi strada l'idea che il “raggio” è qualche cosa di più di un “corpuscolo” di luce

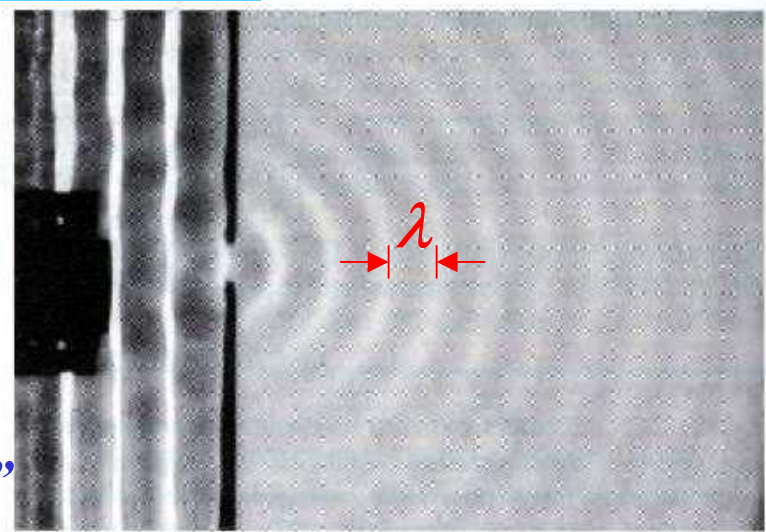
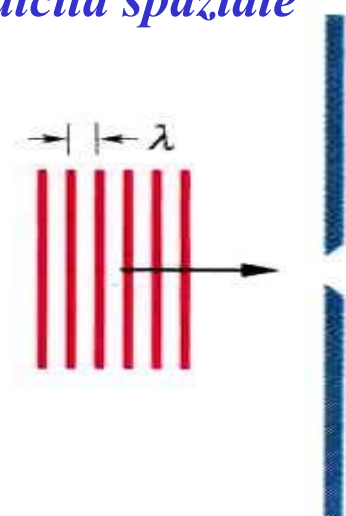


\* 1678 principio di Huygens: la luce consiste di “onde sferiche” di una certa “lunghezza d’onda  $\lambda$ ”, tutti i punti di un “fronte d’onda” all’istante  $t$  possono essere considerati centro del nuovo fronte d’onda all’istante  $t'$

*le onde*



*“lunghezza d’onda”  $\lambda$*   
*→ distanza fra due “creste”*  
*→ “periodicità spaziale”*



**Hal. 43-3**

*StrII-spettr1-8*

# La rifrazione secondo Huygens

la frequenza  $f$  non cambia quando si passa dall'aria al vetro



$v_1 =$  velocità nell'aria

$\rightarrow \lambda_1 = v_1/f =$  lunghezza d'onda nell'aria



$v_2 =$  velocità nel vetro

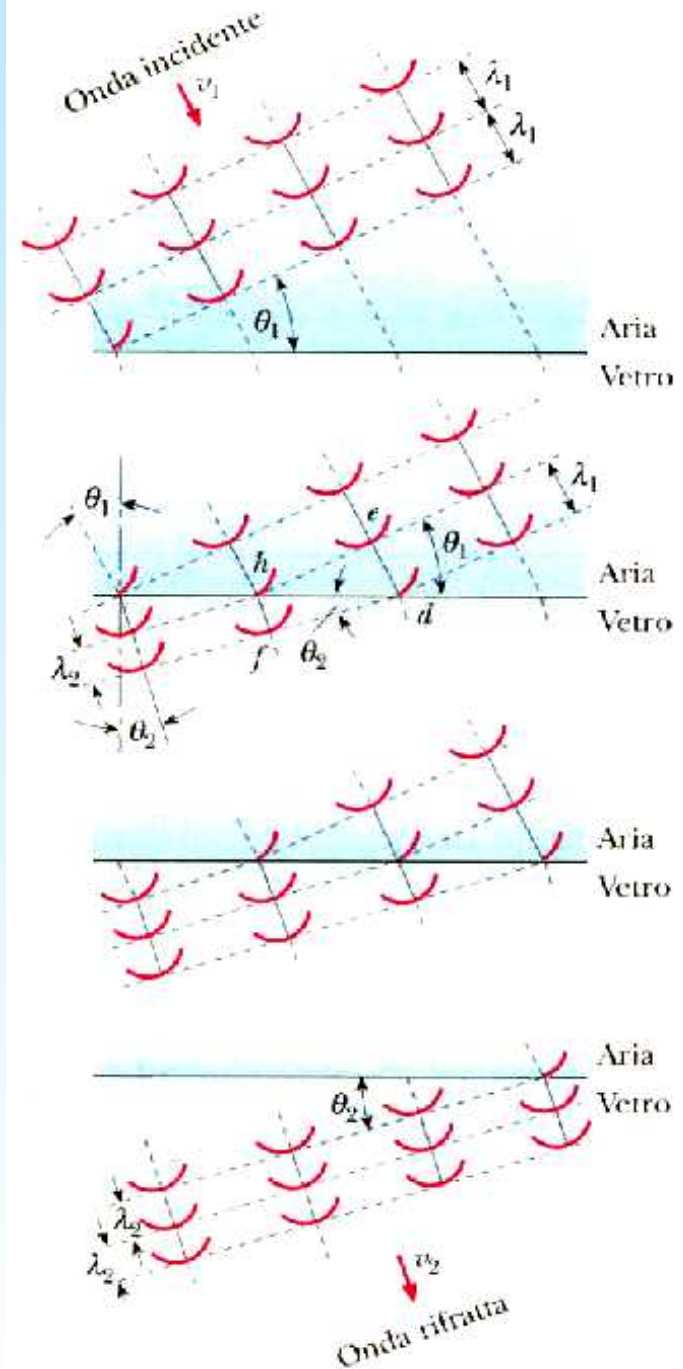
$\rightarrow \lambda_2 = v_2/f =$  lunghezza d'onda nel vetro



$v_1 > v_2 \rightarrow \lambda_1 > \lambda_2$

per mantenere il fronte dell'onda,  
deve cambiare la direzione

$\rightarrow$  legge di Snell

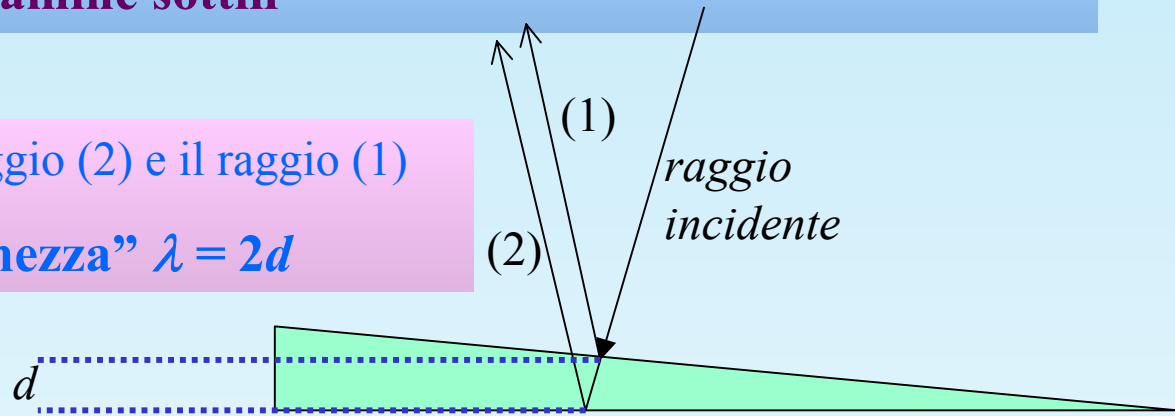


## *sviluppo storico della spettroscopia: dal qualitativo al quantitativo*

**\*1801** Young calcola la *lunghezza d'onda* usando dati di Newton di interferenza da lamine sottili

$2d =$  differenza di cammino fra il raggio (2) e il raggio (1)

→ si assegna al colore la “lunghezza”  $\lambda = 2d$



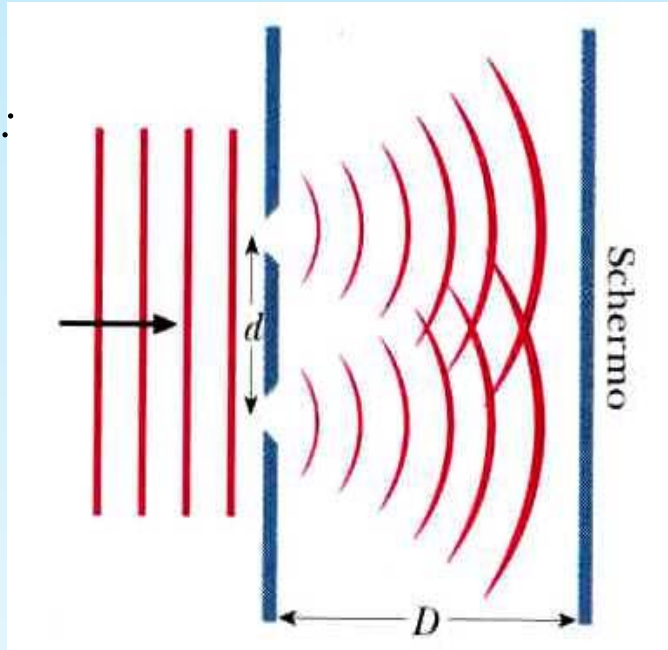
*interferenza fra i raggi (1) e (2): i due raggi si “sommano” ma in un modo che dipende dalla “fase” relativa:*

- raggi in “fase”: hanno percorso cammini che differiscono di un **multiplo intero di  $\lambda$**  → interferenza costruttiva → le ampiezze si sommano

- raggi in “opposizione di fase”: hanno percorso cammini che differiscono di un **multiplo semintero di  $\lambda$**  → interferenza distruttiva → le ampiezze si sottraggono

# *esperimenti di interferenza da due fenditure*

*interferenza da doppia fenditura:*



*immagine che si osserva sullo schermo*

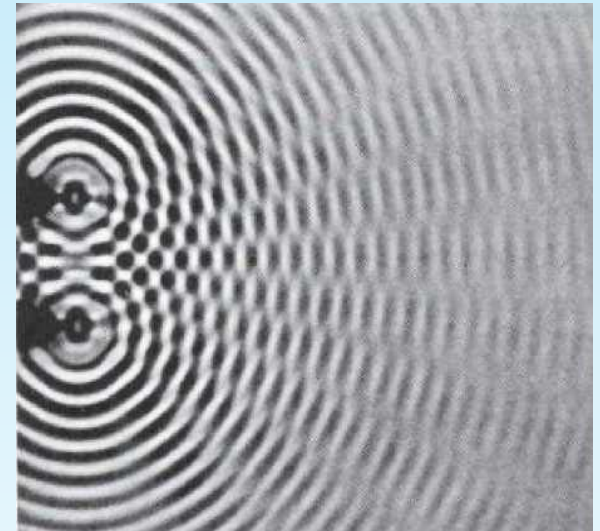
$y$



*massimo centrale*

*massimi laterali: si formano a una distanza regolare  $y$  rispetto al massimo centrale*

*interferenza di onde sulla superficie di acqua causate da due ostacoli*



## calcolo della figura di interferenza

*differenza di cammino in P fra i due raggi che hanno percorso i cammini  $r_1$  ed  $r_2$ :*

$$r_1 - r_2 \approx a \sin \vartheta$$

*in P i due raggi sono "in fase" e quindi interferiscono costruttivamente se:*

$$a \sin \vartheta = m \lambda$$

*con  $m$  intero; ne segue la condizione di Bragg:*

$$\sin \vartheta = m \frac{\lambda}{a}$$

