

Riflessione e Riformazione delle onde elettromagnetiche

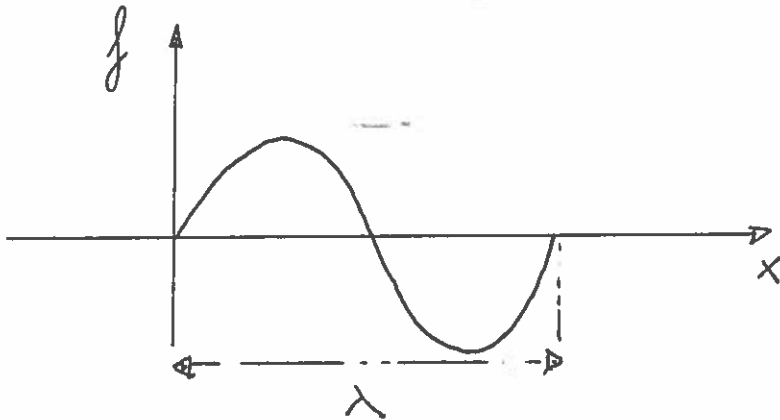
# Riflessione e rifrazione delle onde elettromagnetiche

Le onde elettromagnetiche, soluzione delle equazioni di Maxwell, sono funzioni delle forme

$$f = f\left(x + \frac{1}{v}t\right) \quad \text{dove } v \text{ è la velocità}$$

di propagazione dell'onda nel mezzo. Nel vuoto  $v = c$

Parametri caratteristici di un'onda elettromagnetica.



Particolari soluzioni sono le onde sinusoidali delle forme

$$f = A \sin(kx + \omega t)$$

(2)  
 $A =$  ampiezza dell'onda

$\lambda =$  lunghezza d'onda

si calcola considerando

$$A \cdot (K \lambda) = 2\pi \quad \Rightarrow \quad \boxed{\lambda = \frac{2\pi}{K}}$$

$T =$  periodo dell'onda

$$\omega T = 2\pi$$

$$\boxed{T = \frac{2\pi}{\omega}}$$

## Legge di Snell

③

Considero un'onda piana che attraversa due mezzi.

La velocità di propagazione dell'onda nei due mezzi è diversa.

E indicando con  $n_1$  e  $n_2$  gli indici di rifrazione dei due mezzi vale la relazione

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

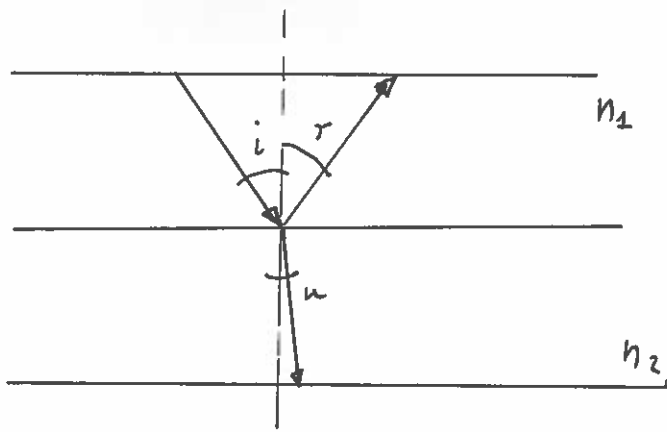
$$n_1 \text{ nel vuoto} = 1$$

$$v_1 \text{ nel vuoto} = c$$

$$\frac{1}{n_2} = \frac{v_2}{c}$$

$$v_2 = \frac{c}{n_2} < c$$

$n_2$  del mezzo è maggiore di 1.



$i$  = angolo del fronte d'onda incidente rispetto alla normale e di due mezzi.

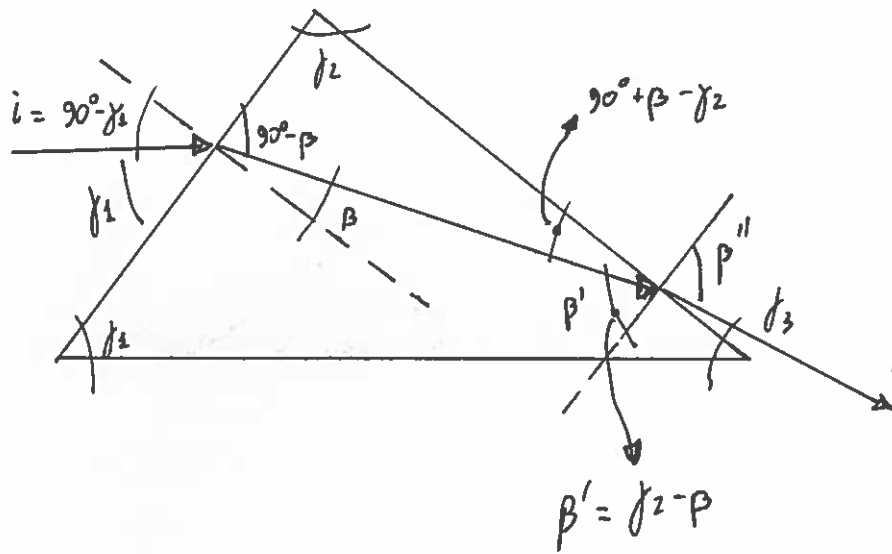
$r$  = angolo di riflessione d'onda rispetto alla normale e di due mezzi.

$u$  = angolo del fronte d'onda rifratto rispetto alla normale e di due mezzi.

Angolo riflesso  $\hat{i} = \hat{r}$

Angolo rifratto  $\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{u}} = \frac{n_2}{n_1}$

# Angolo di riflessione e rifrazione in un prisma



$$\frac{\sin \beta}{\sin i} = \frac{1}{n} \Rightarrow \text{ricavo } \beta$$

$$\beta' = \gamma_2 - \beta \Rightarrow \text{ricavo } \beta'$$

$$\frac{\sin \beta'}{\sin \beta''} = \frac{1}{n} \Rightarrow \text{ricavo } \beta'' \text{ angolo di rifrazione}$$

del prisma.

Se  $\beta'' > 90^\circ$  il prisma non ha rifrazione ma una riflessione totale sul secondo lato.

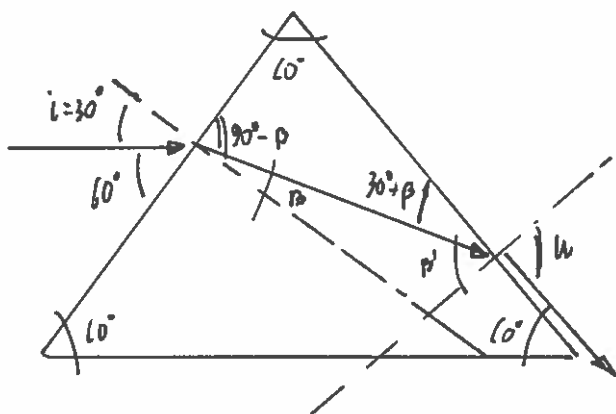
6

## Problema

Un prisma ha la forma di un triangolo equilatero. Un fascio di luce viene proiettato verso uno dei suoi lati secondo un angolo di incidenza di  $30^\circ$ . Quanto deve valere l'indice di rifrazione del prisma affinché si abbia riflessione totale in uscita dall'altro lato?

# Problema

7



La condizione di riflessione totale si ha se l'angolo di uscita  $u$  è maggiore o al limite pari a  $90^\circ$ .

Però deve valere

$$\frac{\sin \beta'}{\sin u} = \frac{1}{n}$$

$$n = \frac{\sin u}{\sin \beta'} = \frac{\sin(90^\circ)}{\sin \beta'} = \frac{1}{\sin \beta'} \quad (*)$$

Determiniamo  $\beta$

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin \beta} = n$$

$$\beta' = 60^\circ - \beta$$

Applicando la legge di Snell all'  
angolo di  
ingresso

$$\boxed{\sin \beta = \frac{\sin 30^\circ}{n}}$$



Applicando la (\*)

$$n = \frac{1}{\sin(\underbrace{60^\circ - \beta}_{\beta'})} = \frac{1}{\sin(60^\circ) \cos \beta - \cos(60^\circ) \sin \beta}$$

$$n = \frac{1}{0.86 \sqrt{1 - \sin^2 \beta} - 0.5 \sin \beta}$$

Sostituendo  $\sin \beta = \frac{\sin 30^\circ}{n} = \frac{0.5}{n}$

$$n = \frac{1}{0.86 \sqrt{1 - \frac{0.25}{n^2}} - 0.5 \times \frac{0.5}{n}}$$

$$n = \frac{1}{0.86 \sqrt{1 - \frac{0.25}{n^2}} - \frac{0.25}{n}}$$

$$n \times 0.86 \sqrt{1 - \frac{0.25}{n^2}} - 0.25 = 1$$

$$n^2 \times 0.74 \left(1 - \frac{0.25}{n^2}\right) = 0.75 (1.25)^2$$

$$n^2 \times 0.74 - 0.185 = (1.25)^2 \Rightarrow \boxed{n = 1.54} \Rightarrow \boxed{n = 1.54}$$