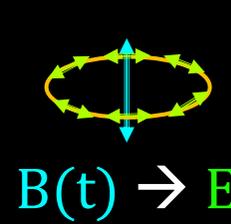
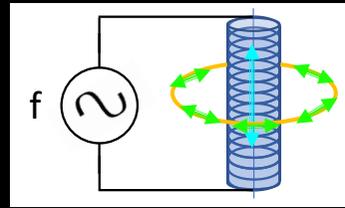
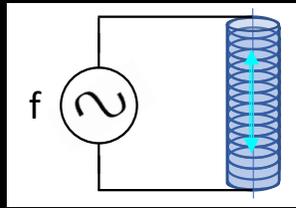
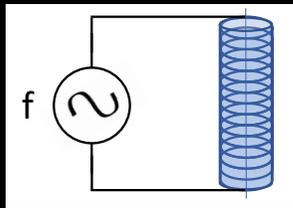
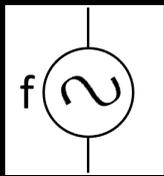
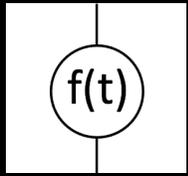


Complementi di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

VENERDÌ 13 MAGGIO ORE 8:30 - 10

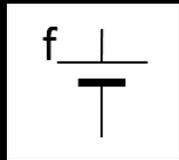
onde elettromagnetiche



$$\text{rot}(\vec{E}) = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

rotore

se $f(t)$ è armonica (Fourier)



$B(t)$

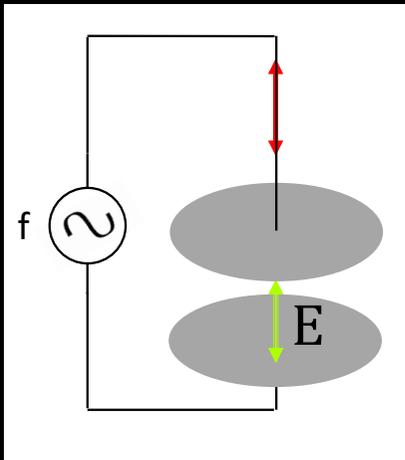
$$\text{f. e. m.} = -\frac{d\Phi_S(\vec{B})}{dt}$$

$$\oint_{\gamma} \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\left(\int_{S_{\gamma}} \vec{B} \cdot \hat{n} \, dS\right)}{dt}$$

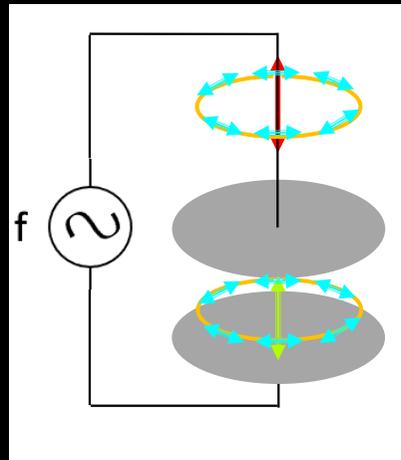
flusso attraverso S_{γ}

NON SERVE UN CIRCUITO !!! **MAXWELL**

I = corrente di conduzione

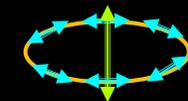


$E(t)$



$$\oint_{\gamma} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{conc}}$$

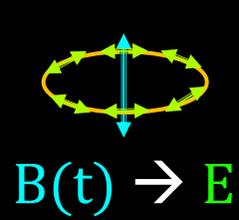
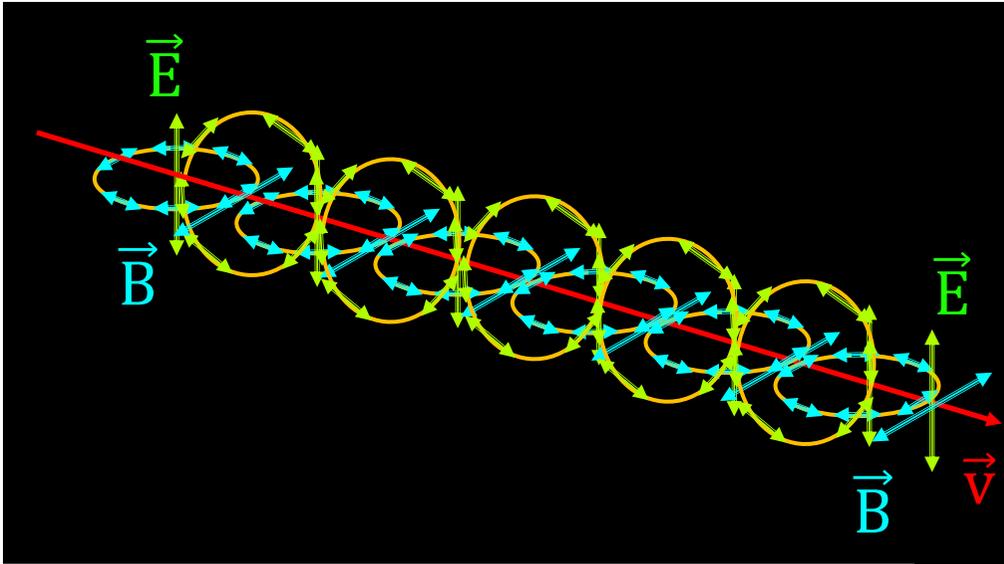
NON SERVE UN CIRCUITO !!!



$$\text{rot}(\vec{B}) = \frac{1}{c^2} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

$E(t) \rightarrow B$

$E \rightarrow$ corrente di spostamento



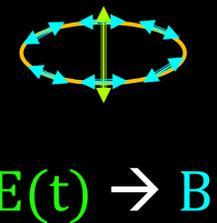
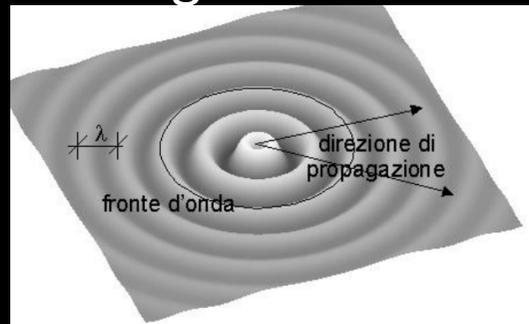
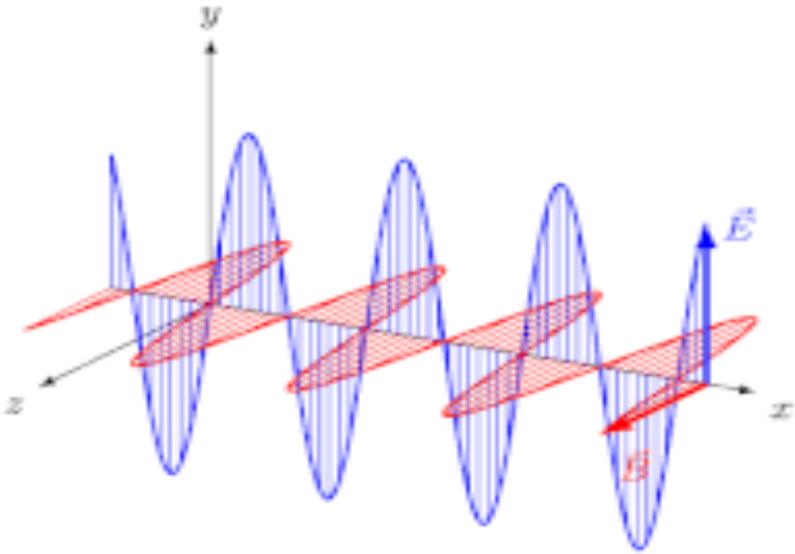
$$\text{rot}(\vec{E}) = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\vec{E} = \vec{B} \times \vec{v}$$

MAXWELL

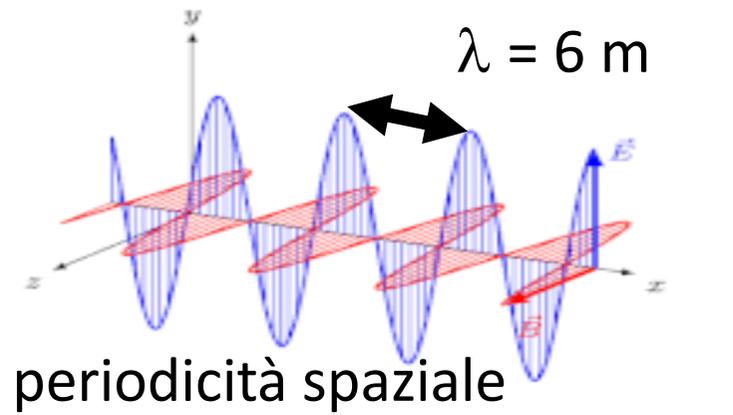
$$v_{\text{vuoto}} = c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

λ lunghezza d'onda



$$\text{rot}(\vec{B}) = \frac{1}{c^2} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

$$E(t) \rightarrow B$$



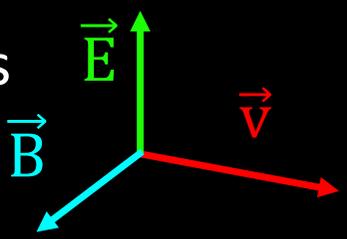
$$\vec{E} = \vec{B} \times \vec{v}$$

$$E_y(x, t) = E_0 \sin \left[2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right] = E_0 \sin[kx - \omega t]$$

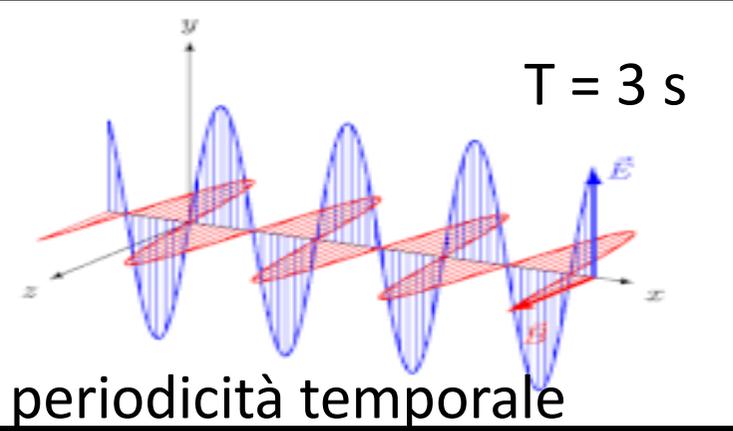
$$B_z(x, t) = B_0 \sin \left[2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right] = B_0 \sin[kx - \omega t]$$

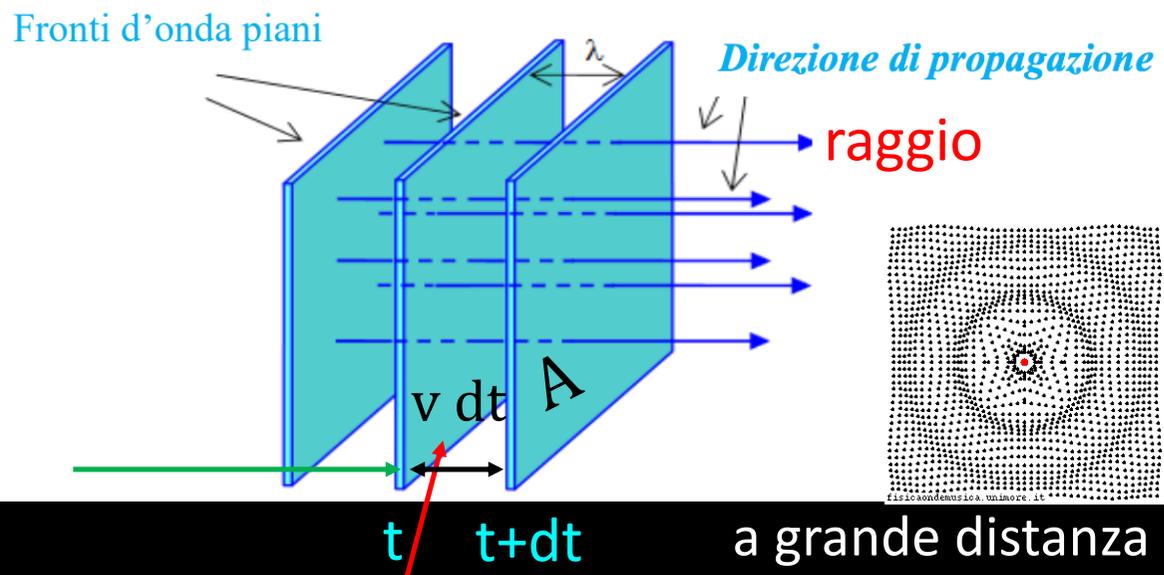
$v = \lambda/T = 6/3 = 2 \text{ m/s}$

00:00



$$E = Bv = Bc = \frac{B}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \rightarrow B = E\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$$





$$\vec{E} = \vec{B} \times \vec{v}$$

$$B = E\sqrt{\epsilon_0\mu_0}$$

energia $\rightarrow u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0}$

$$= \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} \frac{E^2 \epsilon_0 \mu_0}{\mu_0} = \epsilon_0 E^2$$

a grande distanza dalla sorgente
il fronte d'onda diventa piano

$$d\tau = v dt A$$

$$dU = u d\tau = u v dt A$$

$$\frac{dU}{dt} = u v A = P \text{ (potenza)}$$

$$\frac{1}{A} \frac{dU}{dt} = \frac{P}{A} = u v = \text{densità superficiale di potenza o}$$

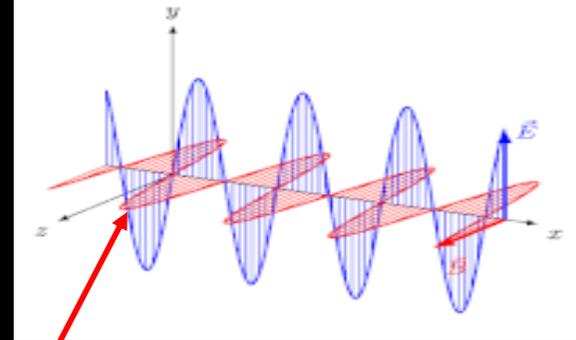
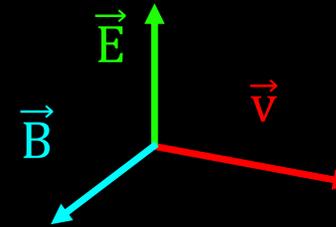
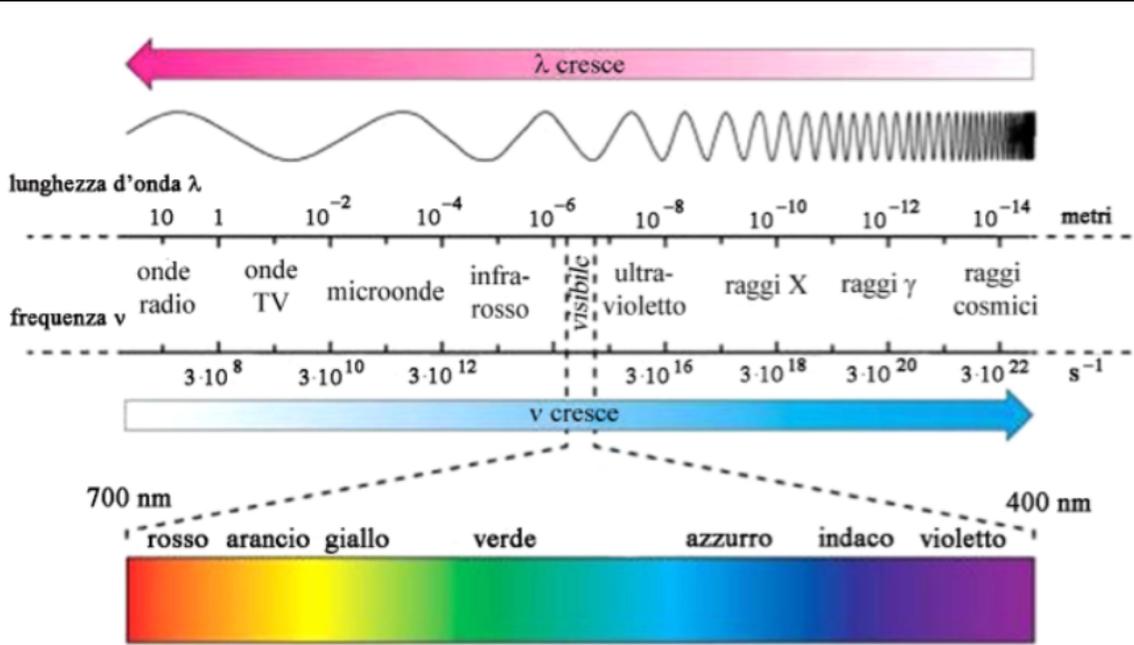
intensità dell'onda (W/m^2)

$$\frac{1}{A} \frac{dU}{dt} = u v = \epsilon_0 E^2 \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} = \frac{E^2}{\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}} = \frac{E^2}{Z_0}$$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 377 \Omega$$

impedenza caratteristica del vuoto

spettro delle onde elettromagnetiche



SORGENTE

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \nu$$

MEZZO

$$v_{\text{vuoto}} = c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

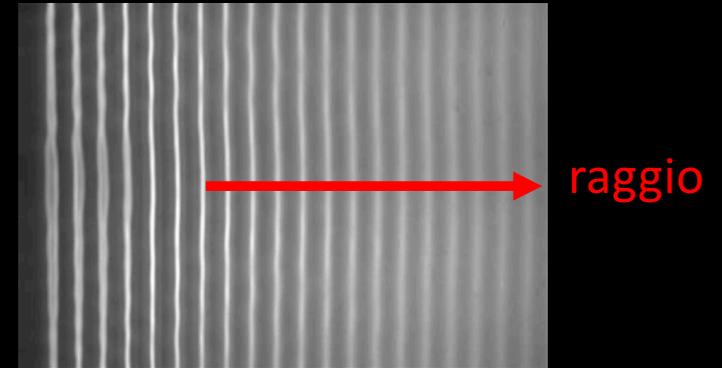
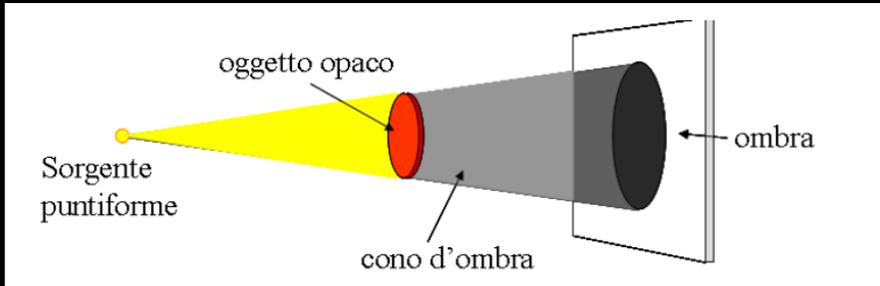
$$v_{\text{materia}} = v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}}$$

$$n = \frac{c}{v} \geq 1$$

indice di rifrazione

OTTICA GEOMETRICA

la propagazione dell'onda e.m. è rettilinea e perpendicolare al fronte d'onda (raggio)



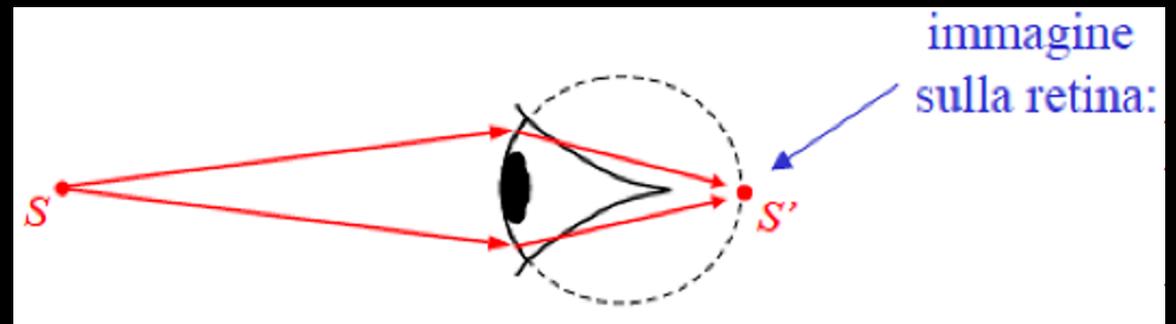
l'onda è fermata da oggetti di dimensioni superiori a λ

oggetti di dimensioni inferiori a λ innescano altri fenomeni (diffrazione) per cui la propagazione non è più rettilinea (ottica fisica)

i punti illuminati diventano sorgenti luminose



oggetto = sorgente \rightarrow immagine

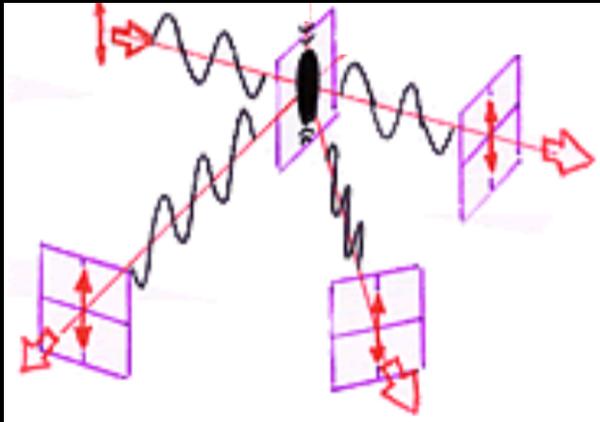


OTTICA GEOMETRICA

nel vuoto moto rettilineo uniforme $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$

INCONTRANDO LA MATERIA...

il campo elettrico che viaggiava nel vuoto mette in oscillazione le cariche elettriche del materiale



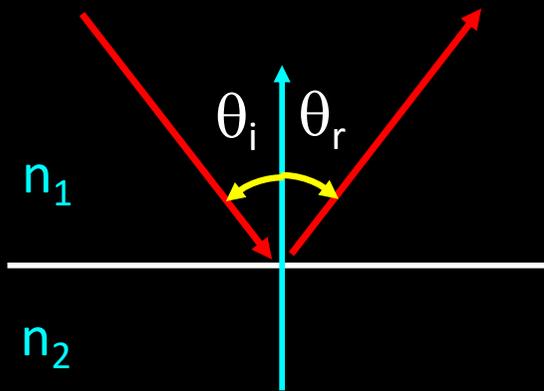
le cariche oscillando generano onde e.m. che si propagano sia tornando indietro nel vuoto (**RIFLESSIONE**) che procedendo nella materia (**RIFRAZIONE**) sovrapponendosi al campo incidente



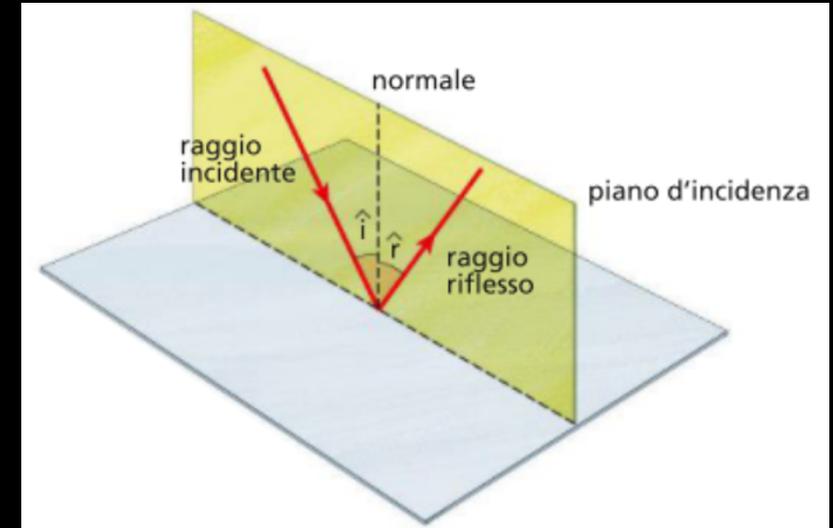
RIFLESSIONE

il raggio incidente, quello riflesso e la normale alla superficie di separazione di due mezzi giacciono nello stesso piano

raggio incidente raggio riflesso



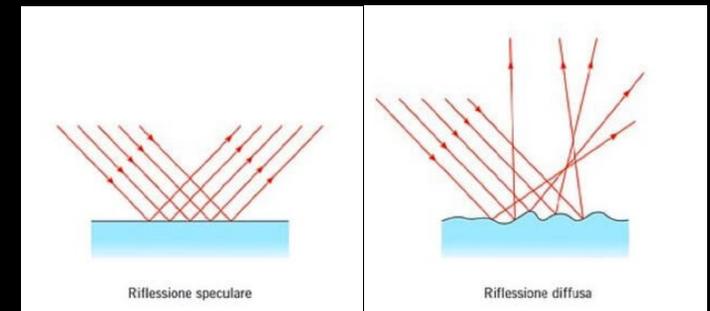
gli angoli sono definiti a partire dalla normale



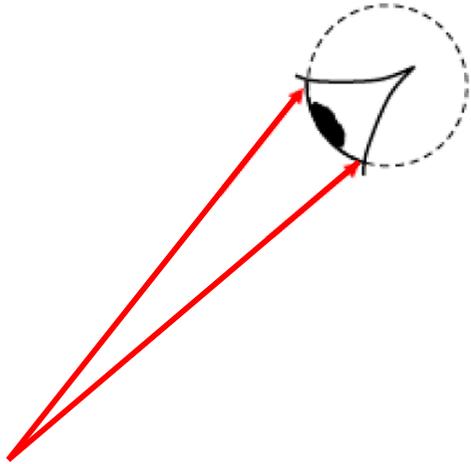
legge della riflessione:

l'angolo di incidenza e l'angolo di riflessione sono uguali (indipendentemente dagli indici di rifrazione dei materiali)

e se la superficie è scabra?
si ha una riflessione diffusa



RIFLESSIONE

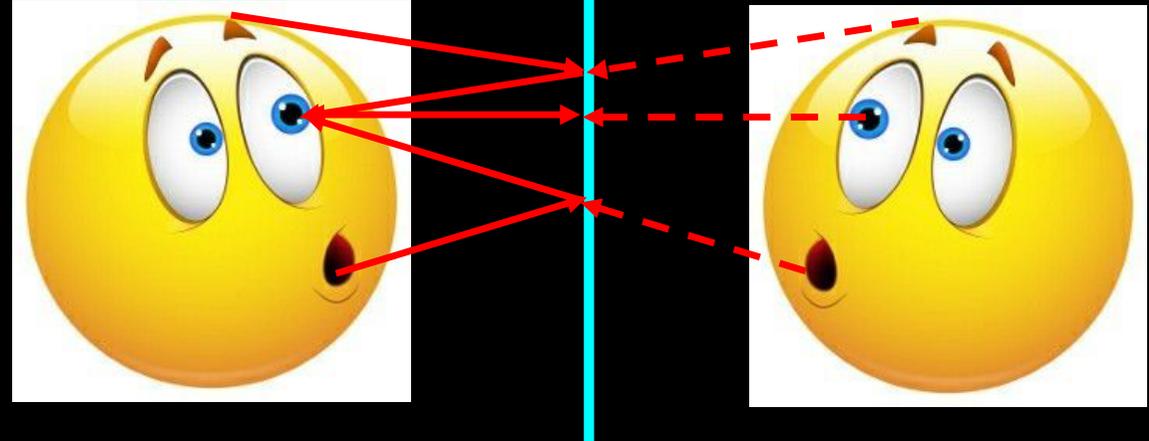


dov'è l'oggetto?

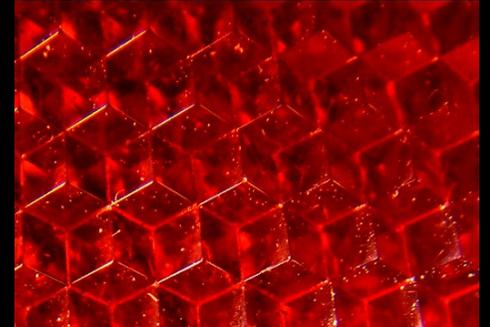
formazione dell'immagine

i raggi emessi dalla sorgente S vengono riflessi dallo specchio e giungono sulla retina come se provenissero da S'

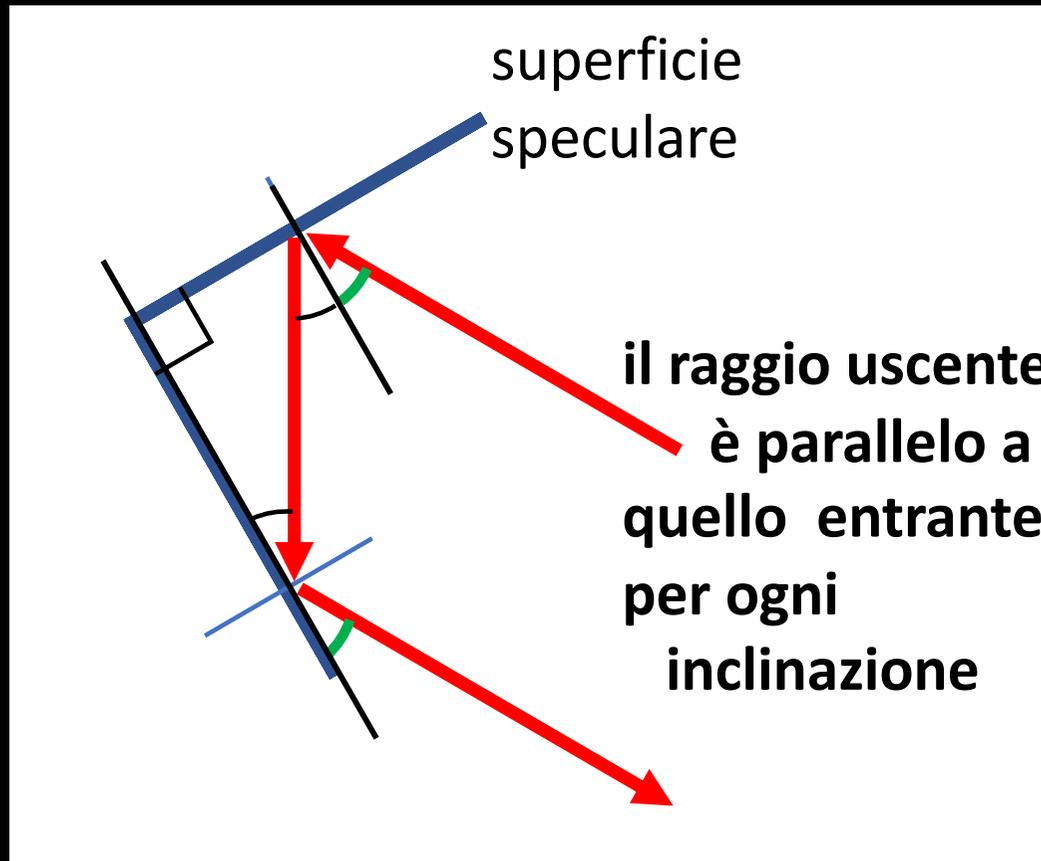
l'immagine è virtuale: non è sul congiungimento dei raggi ma su quello dei loro prolungamenti



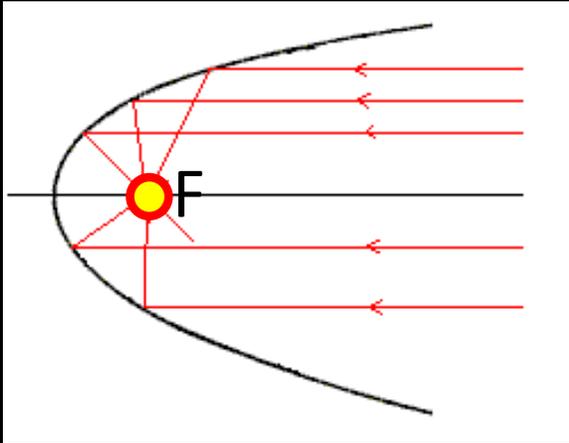
UN'APPLICAZIONE DELLO SPECCHIO PIANO: IL CATADIOTTRO (CATARIFRANGENTE)



mini cubi



SPECCHIO PARABOLICO

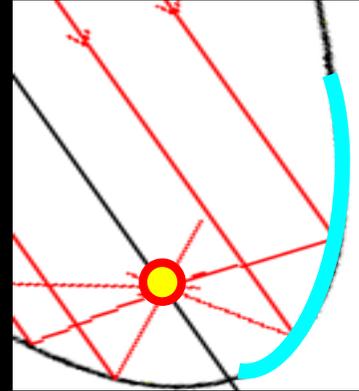


fuoco

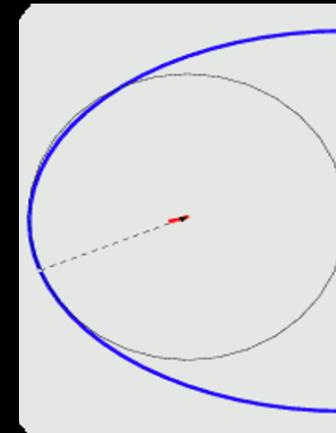
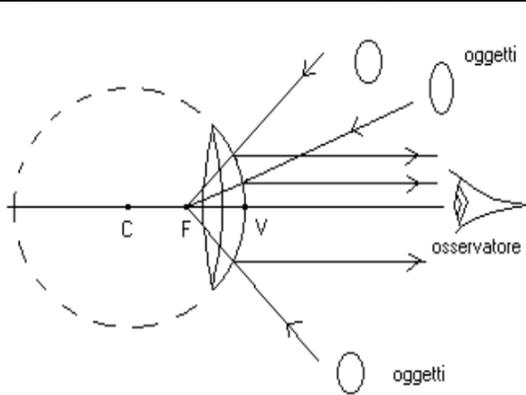


sorgente nel fuoco \rightarrow proiettore

ricevitore nel fuoco \rightarrow antenna parabolica



SPECCHIO SFERICO



Complementi di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

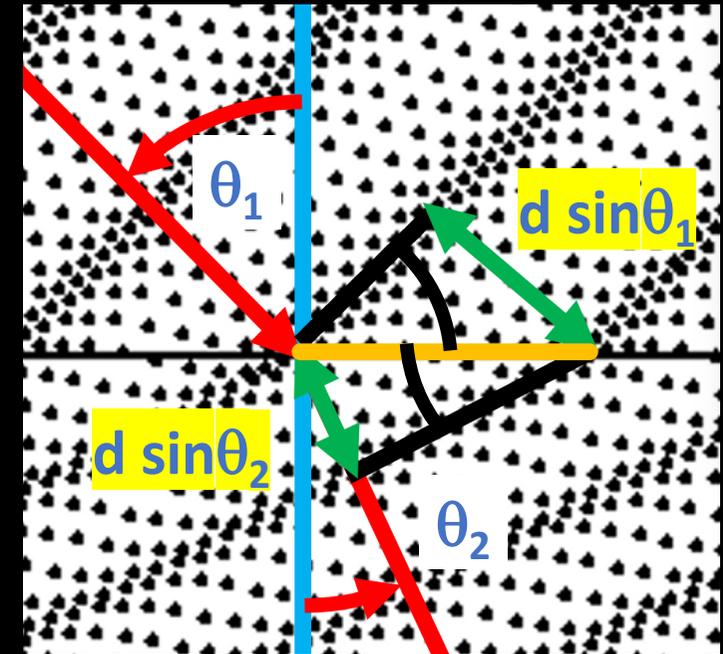
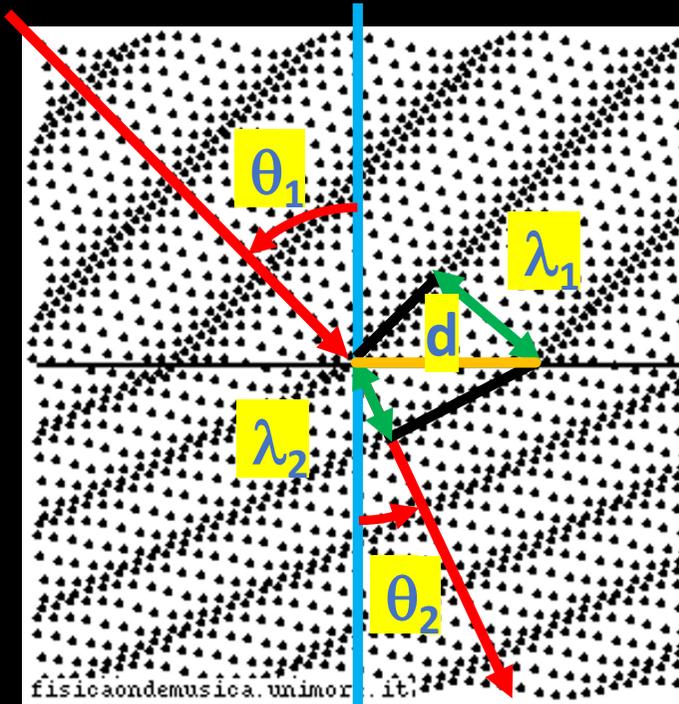
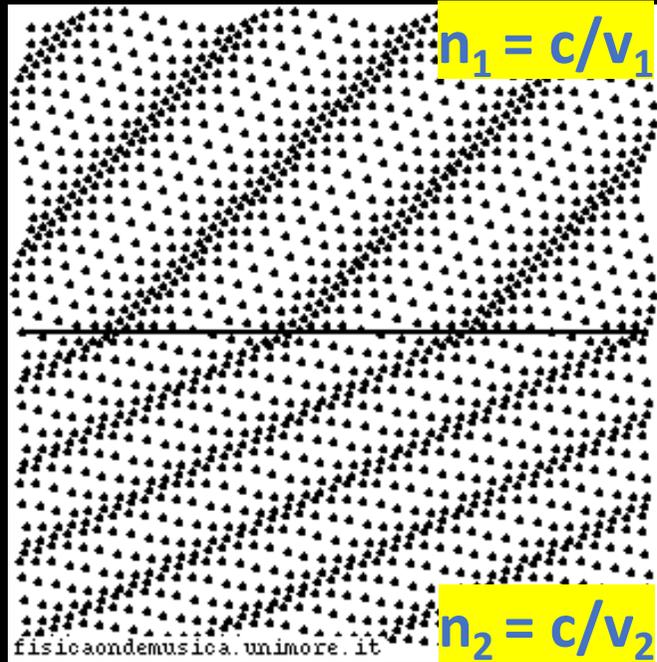
LUNEDÌ 16 MAGGIO ORE 10 - 11

**esercizi su
onde elettromagnetiche**



RIFRAZIONE NEL PASSAGGIO DA UN MATERIALE A UN ALTRO

LEGGE DI SNELL



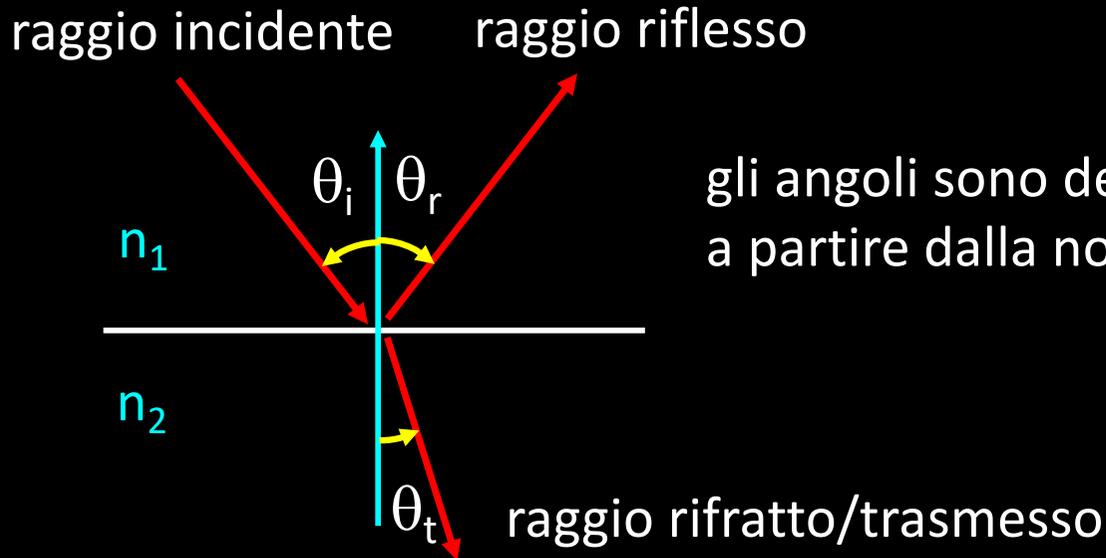
mentre il fronte d'onda 1 percorre la distanza $d \sin \theta_1$ alla velocità $v_1 = c/n_1$,
 il fronte d'onda 2 percorre la distanza $d \sin \theta_2$ alla velocità $v_2 = c/n_2$

$$t_1 = \frac{d \sin \theta_1}{c/n_1} \quad t_2 = \frac{d \sin \theta_2}{c/n_2} \quad t_1 = \frac{d n_1 \sin \theta_1}{c} \quad t_2 = \frac{d n_2 \sin \theta_2}{c}$$

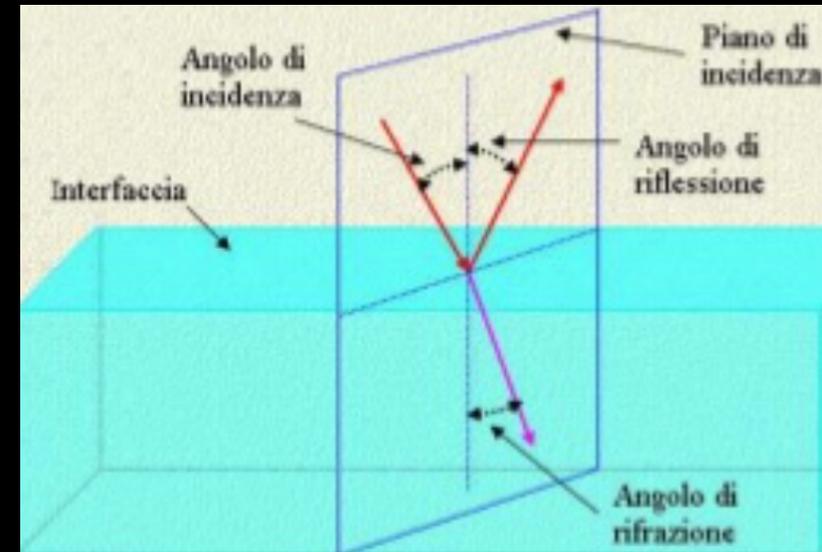
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

RIFRAZIONE

il raggio incidente, quello rifratto (trasmesso) e la normale alla superficie di separazione di due mezzi giacciono nello stesso piano



gli angoli sono definiti a partire dalla normale



legge della rifrazione:

l'angolo di incidenza θ_i e l'angolo di rifrazione θ_t seguono la legge di Snell

$$n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_t$$