

MATEMATICA E TECNOLOGIA

Le fibre ottiche

Le fibre ottiche consentono connessioni tv e internet velocissime per far viaggiare informazioni digitali.

A differenza dei cavi di rame, che conducono elettroni, le fibre ottiche fanno passare impulsi luminosi. I cavi in fibra ottica sono sottilissimi fili di vetro. Sono formati da un cilindro interno trasparente, chiamato **nucleo** o **core**, ricoperto da un rivestimento detto **mantello** o **cladding**. Il fenomeno fisico alla base del funzionamento della fibra ottica è stato studiato ben 350 anni prima che trovasse applicazione in questa tecnologia. Si tratta della riflessione totale della luce.

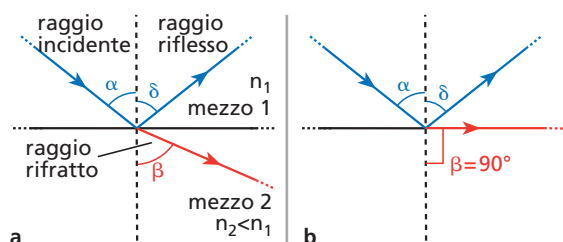
Come fa un raggio di luce a viaggiare all'interno di una fibra ottica?



LA RISPOSTA

Un'autostrada per i segnali digitali

Quando un raggio passa da un mezzo all'altro (per esempio, dall'aria all'acqua o dall'aria al vetro), la sua traiettoria viene deviata: il raggio viene in parte riflesso e in parte rifratto (figura a).

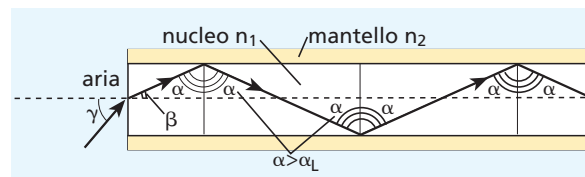


La legge di riflessione stabilisce l'uguaglianza tra l'angolo di incidenza e l'angolo di riflessione. La rifrazione è invece descritta da una legge trigonometrica, la legge di Snell, dal nome dello scienziato olandese che la formulò nel 1621. Il raggio rifratto, nel passaggio dal mezzo 1 al mezzo 2, si propaga con un angolo β legato all'angolo di incidenza α dalla relazione $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$, dove n_1 e n_2 sono gli indici di rifrazione dei due mezzi, che dipendono dalle loro densità ottiche. Dalla formula si deduce che, se $n_1 > n_2$, deve essere $\sin \alpha < \sin \beta$, ovvero $\alpha < \beta$. Quindi, passando da un mezzo più denso a uno meno denso, il raggio

rifratto si avvicina alla superficie di separazione dei mezzi. Esiste un valore α_L dell'angolo di incidenza, minore di 90° , per il quale l'angolo di rifrazione è proprio un angolo retto. α_L è detto **angolo limite** (figura b). Da tale valore in poi non si ha rifrazione e il raggio incidente viene completamente riflesso.

A zigzag nella fibra ottica

Per far viaggiare un fascio di luce nella fibra ottica si sfrutta proprio la riflessione totale. Per questo il nucleo interno ha un indice di rifrazione più alto del mantello. Ogni raggio che entra nella fibra ottica con un angolo di incidenza tra il nucleo e il mantello superiore all'angolo limite resta confinato dentro il nucleo e rimbalza a zigzag lungo tutta la lunghezza, fino all'estremo opposto.



Esiste dunque un **cono di accettazione**, entro cui i raggi provenienti dall'esterno della fibra vengono intrappolati dentro la fibra ottica.