UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

418SF-2
DISCIPLINE FISICHE - DIDATTICA DELLA FISICA

a.a. 2026/27

III - 13/10/2026

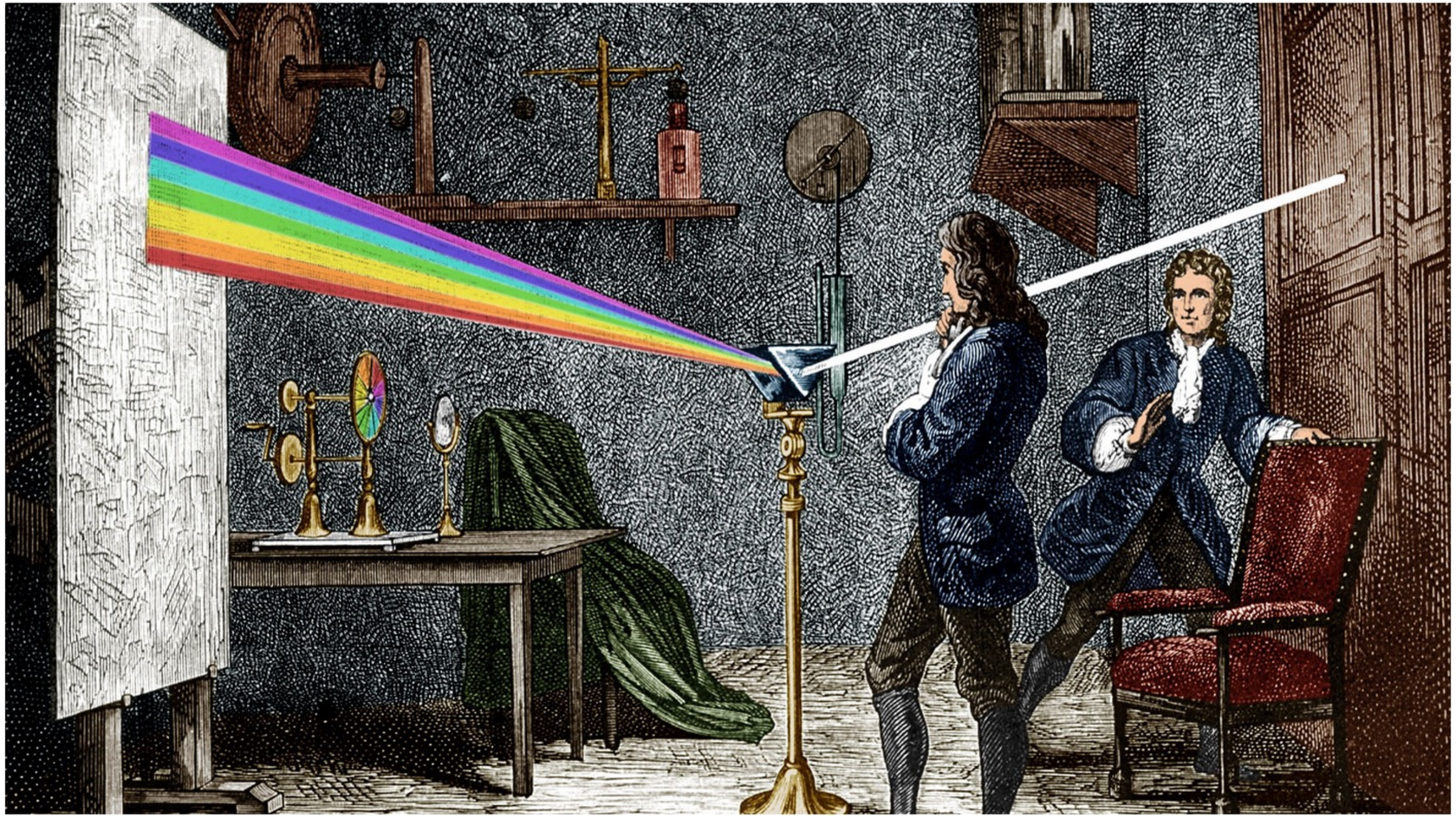
Maria Peressi (peressi@units.it)

OTTICA

incontro precedente: **OTTICA GEOMETRICA** e **COLORI**

- propagazione dei raggi luminosi rettilinea in mezzi trasparenti e omogenei
- riflessione
- rifrazione
- ed effetti collegati, p. es. specchi piani e curvi (riflessione), piccoli esperimenti che evidenziano deviazioni dei raggi luminosi (rifrazione)

COLORI



Isaac Newton: Propose che la luce fosse composta da corpuscoli che si muovono in linea retta, spiegando la riflessione e la rifrazione come il "rimbalzo" di queste particelle.

COLORI

- Le luce non e' composta da 7 colori!!!
- Lo "spettro" è continuo



Da dove vengono questi "colori"?

lasciamo aperta la domanda…

OGGI:

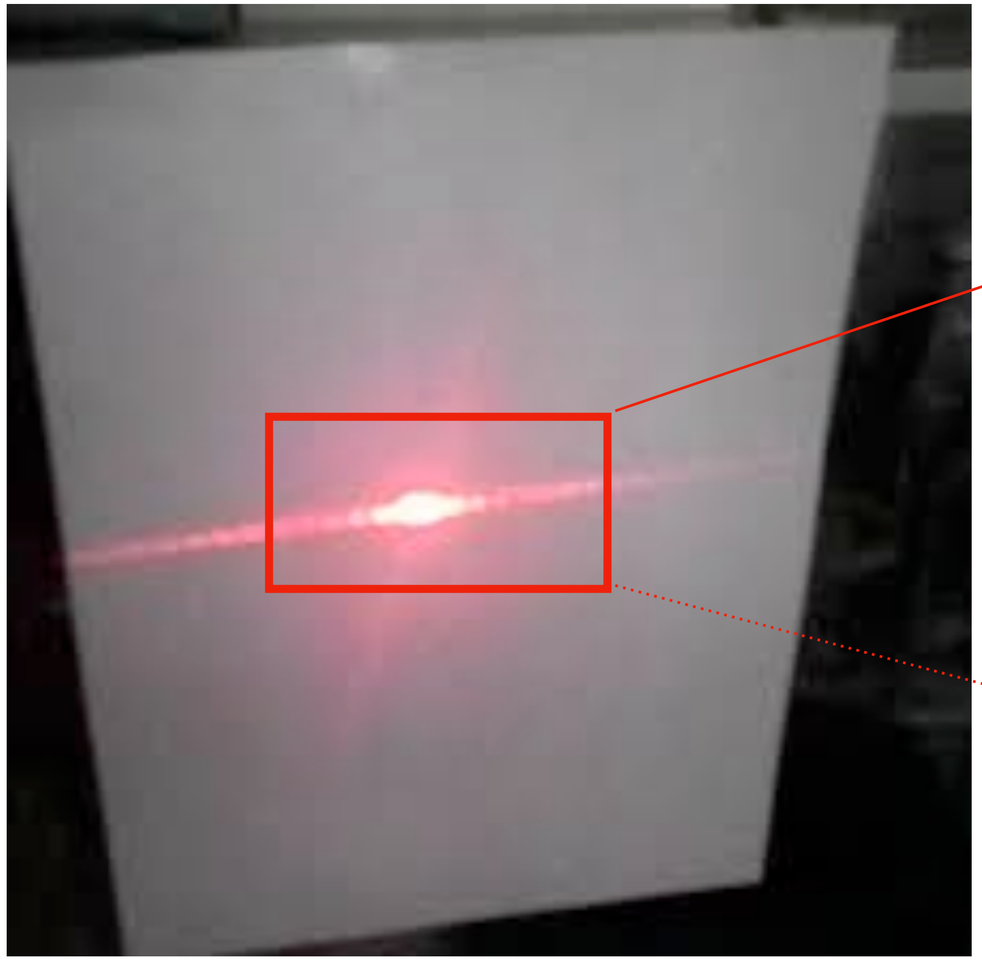
LUCE COME ONDE

- Deviazioni dal modello basato sui raggi (interferenza/ diffrazione)
- Domande/fenomeni che portano al:
- Modello ondulatorio

e ONDE IN GENERALE

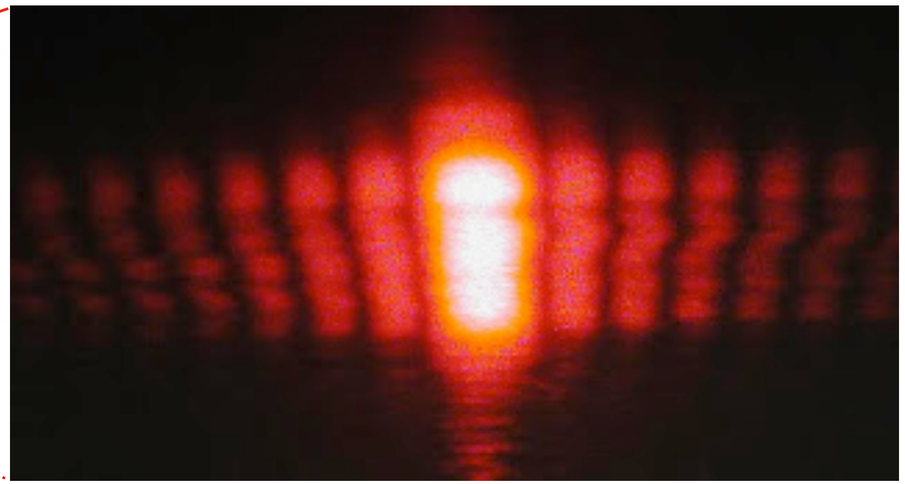
INTERFERENZA

LUCE DA UNA FENDITURA

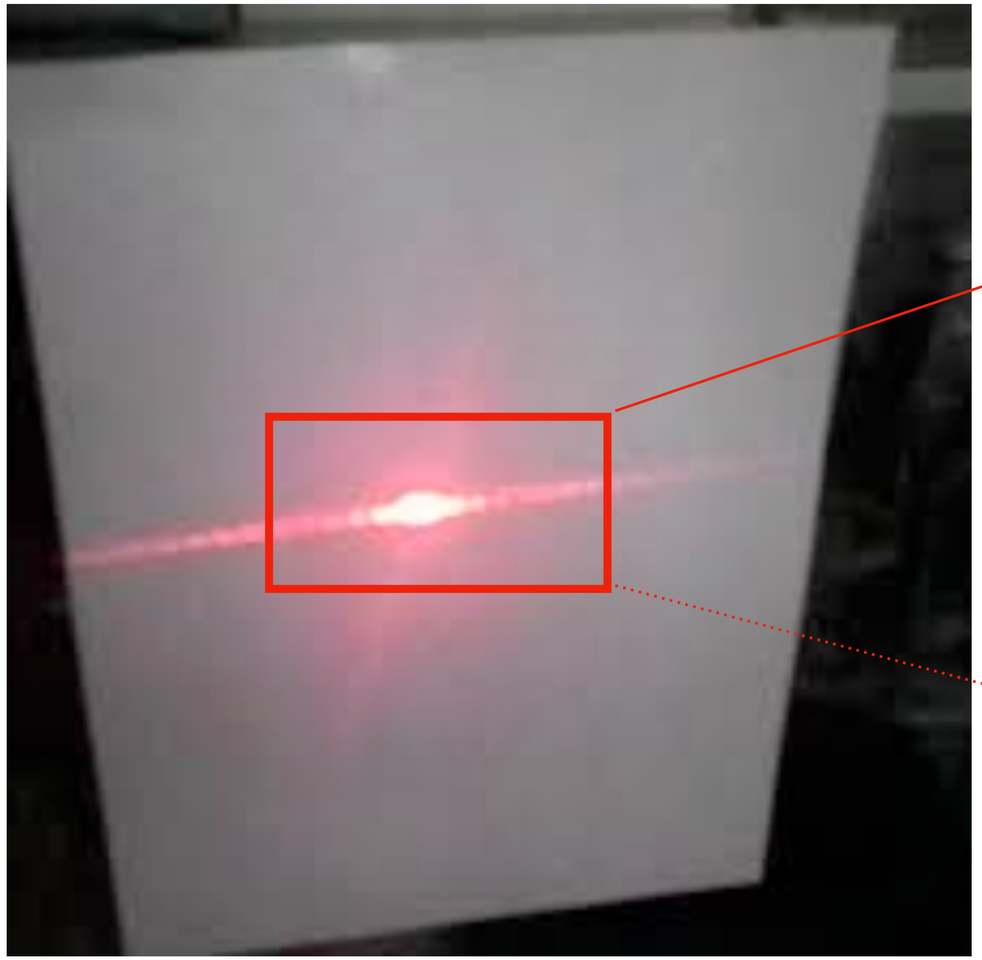


o anche da 2 fenditure (esperimento!)

e da reticolo di diffrazione

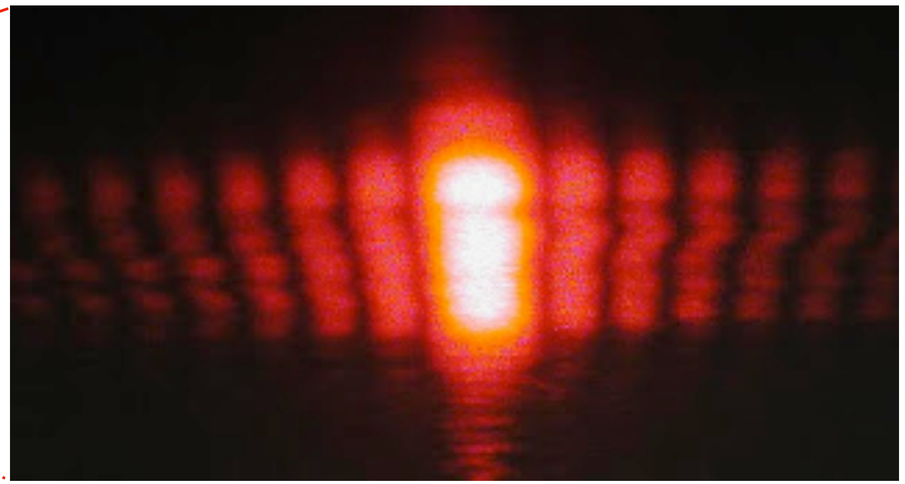


LUCE DA UNA FENDITURA



o anche da 2 fenditure (esperimento!)

e da reticolo di diffrazione



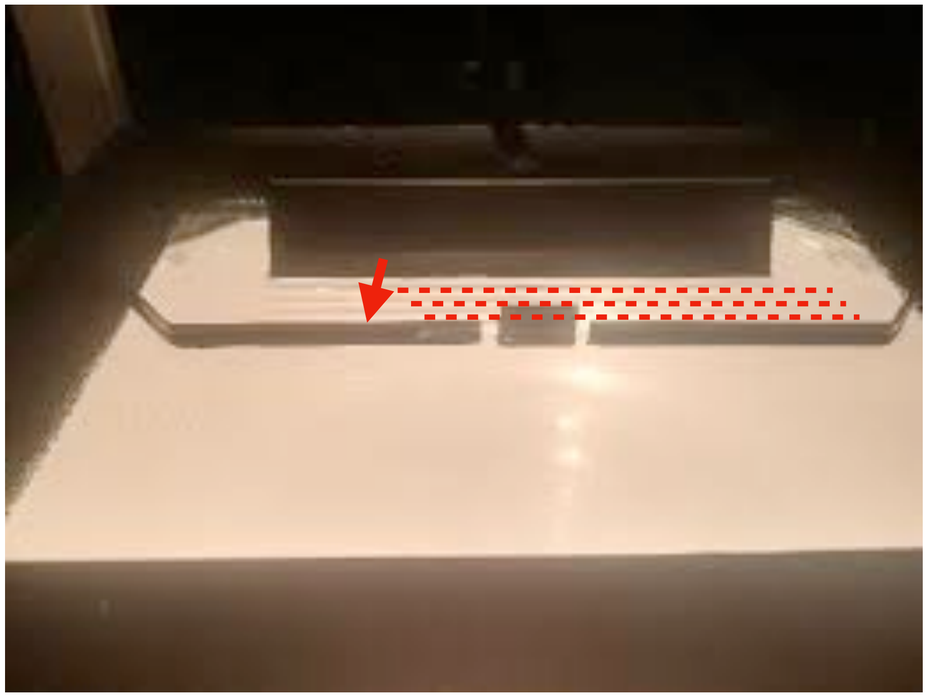
immagini “difficili” da spiegare

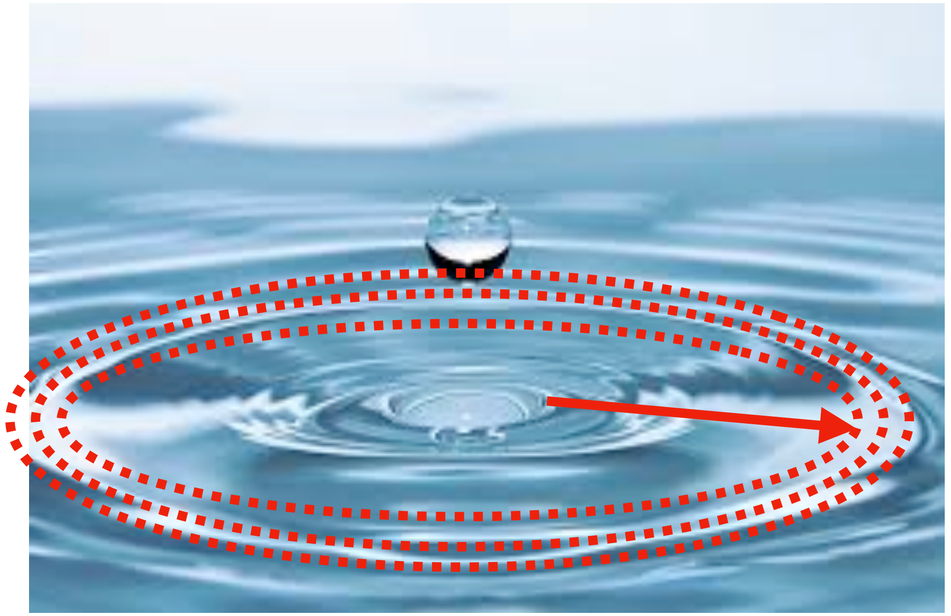
ma ci richiamano un’analogia…





ONDE (di acqua)

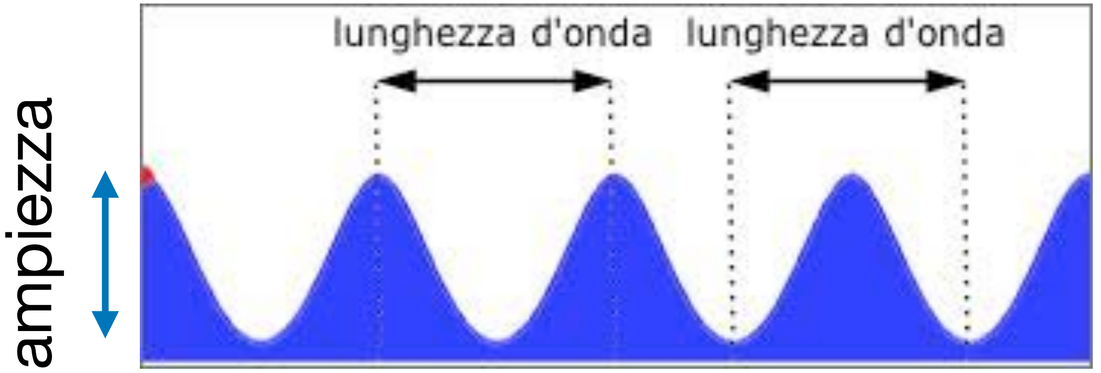




ONDE

fronti d’onda

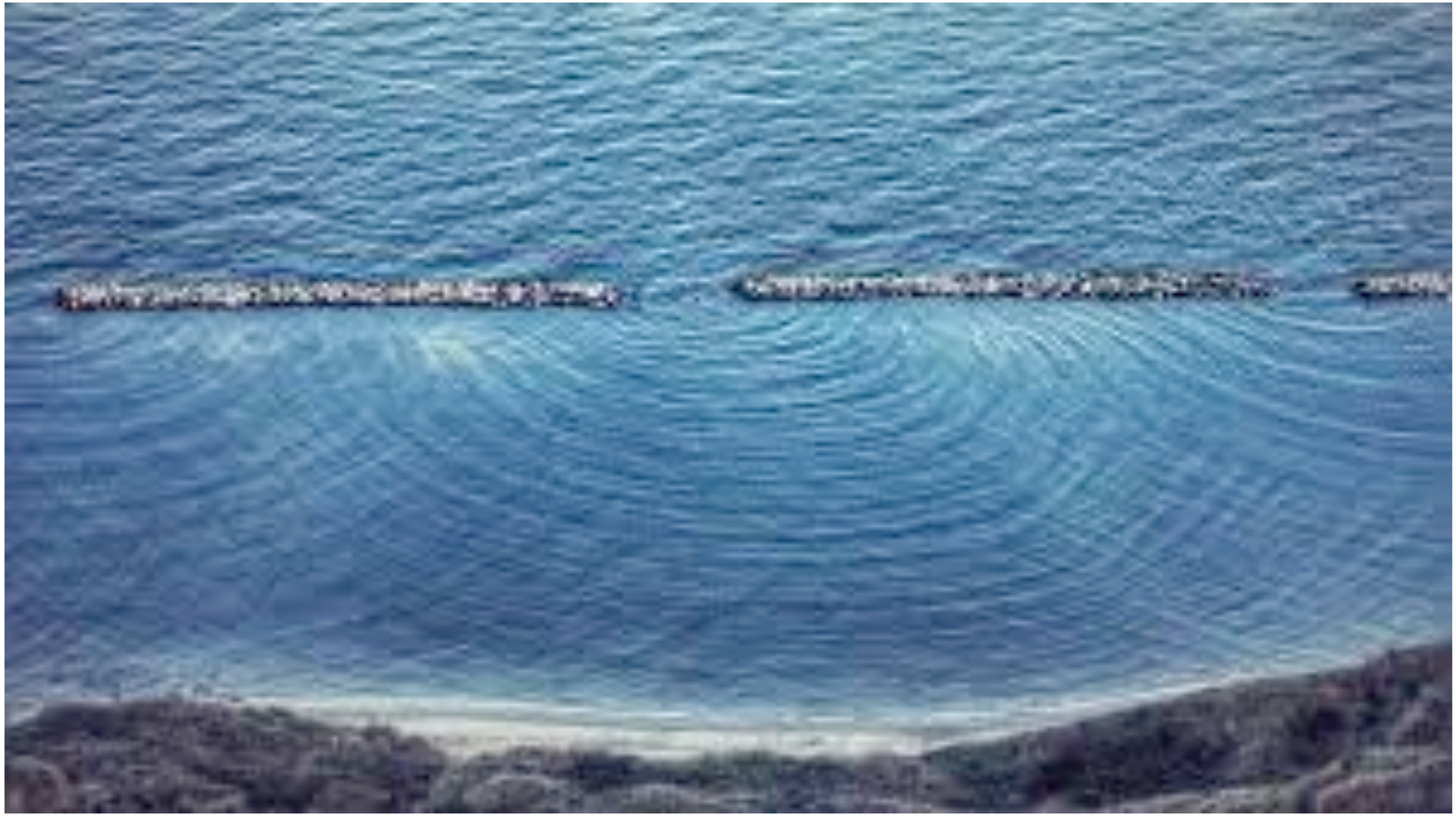
direzione di propagazione dell’onda



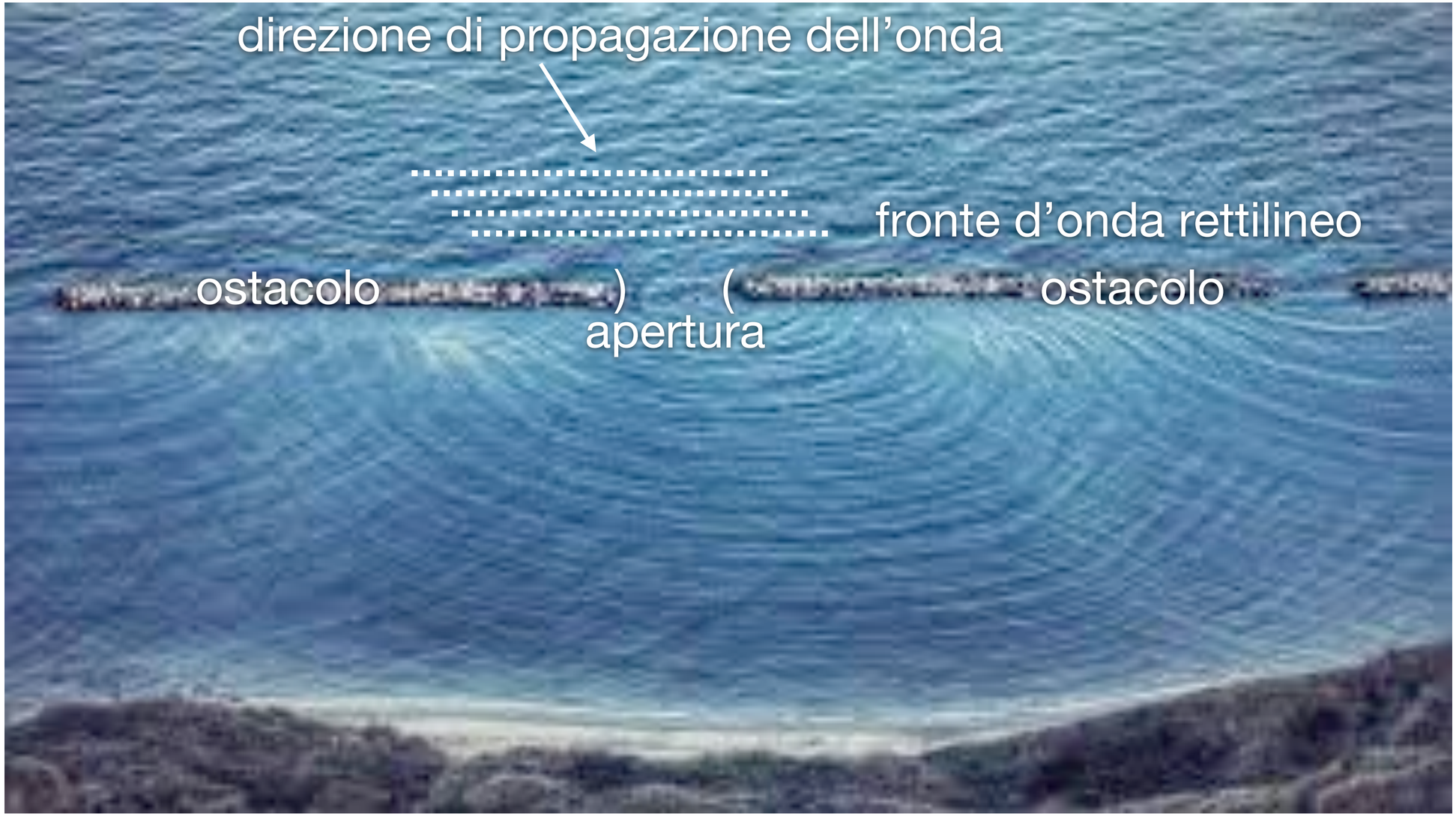
visione schematica di lato

(una direzione perpendicolare al fronte d’onda)

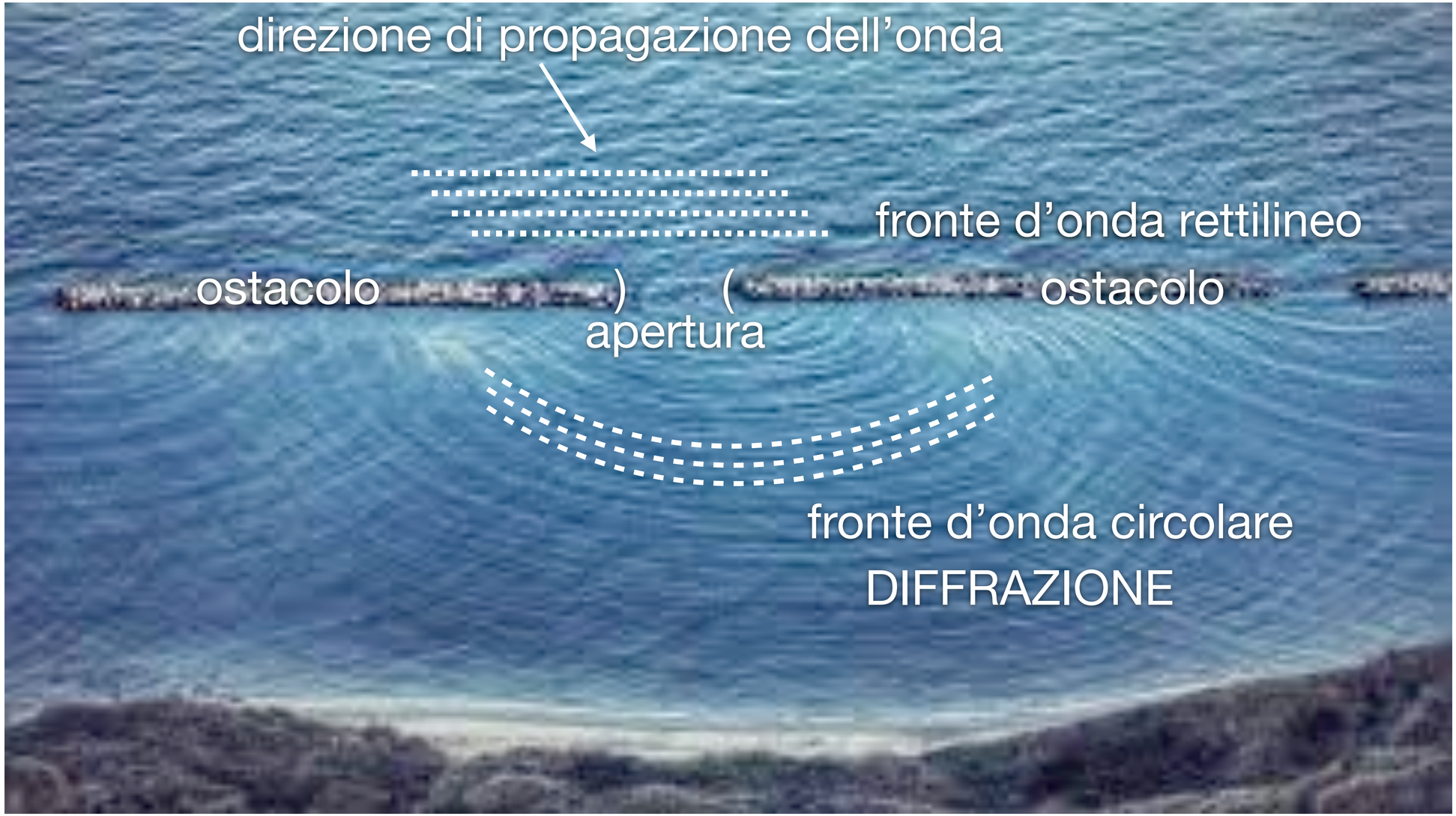
ONDE



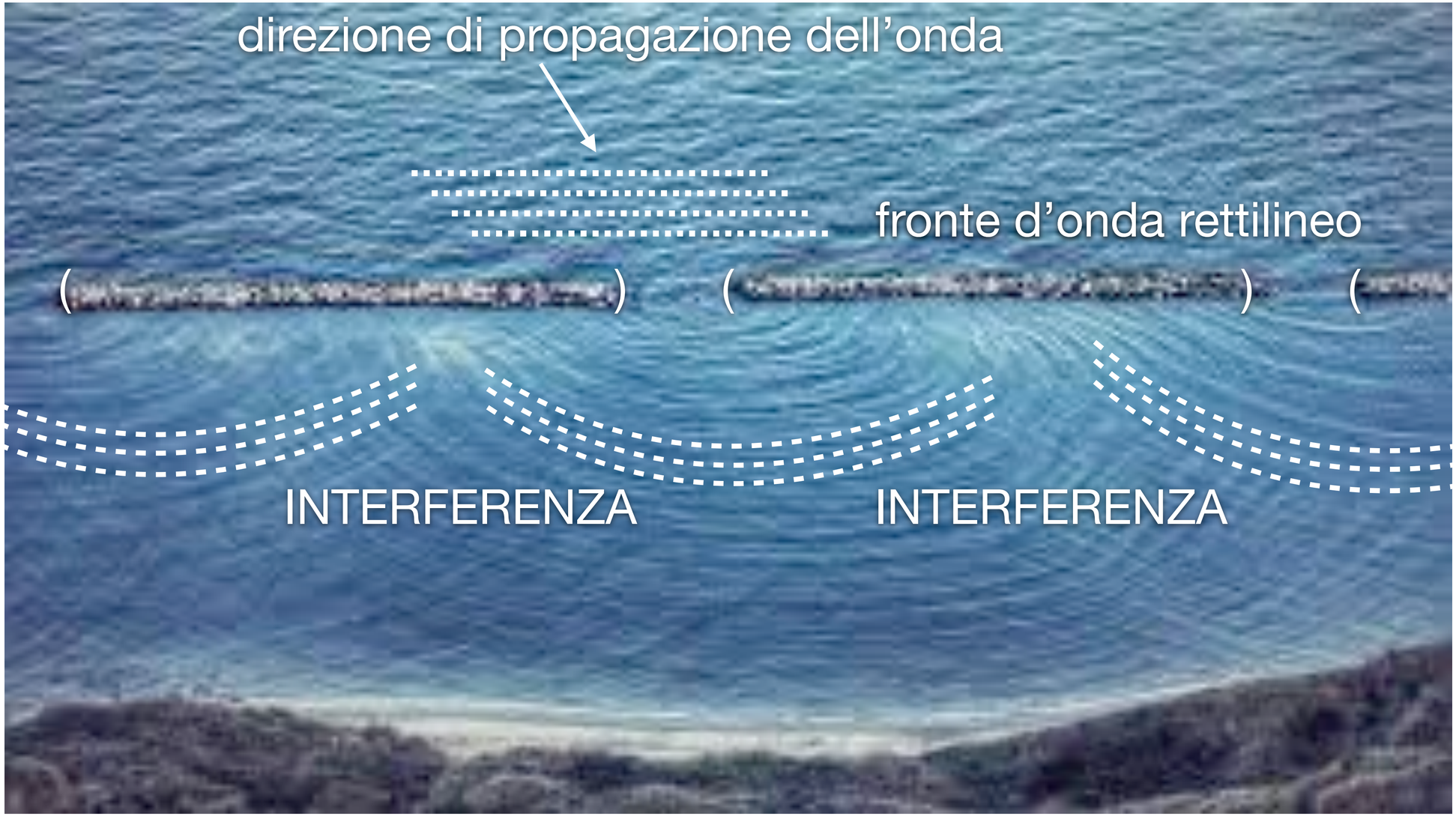
ONDE


direzione di propagazione dell'onda
fronte d'onda rettilineo
ostacolo
)
(
ostacolo
apertura

ONDE

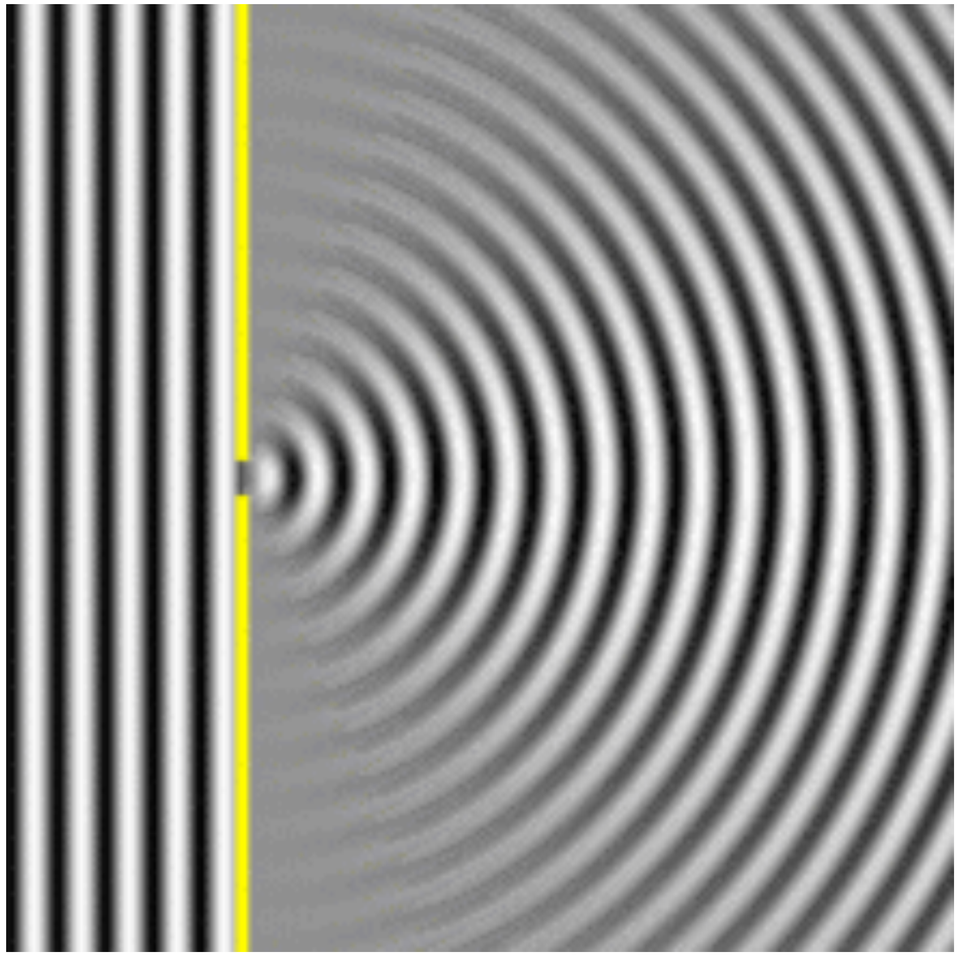

direzione di propagazione dell'onda
fronte d'onda rettilineo
ostacolo
ostacolo
apertura
fronte d'onda circolare
DIFFRAZIONE

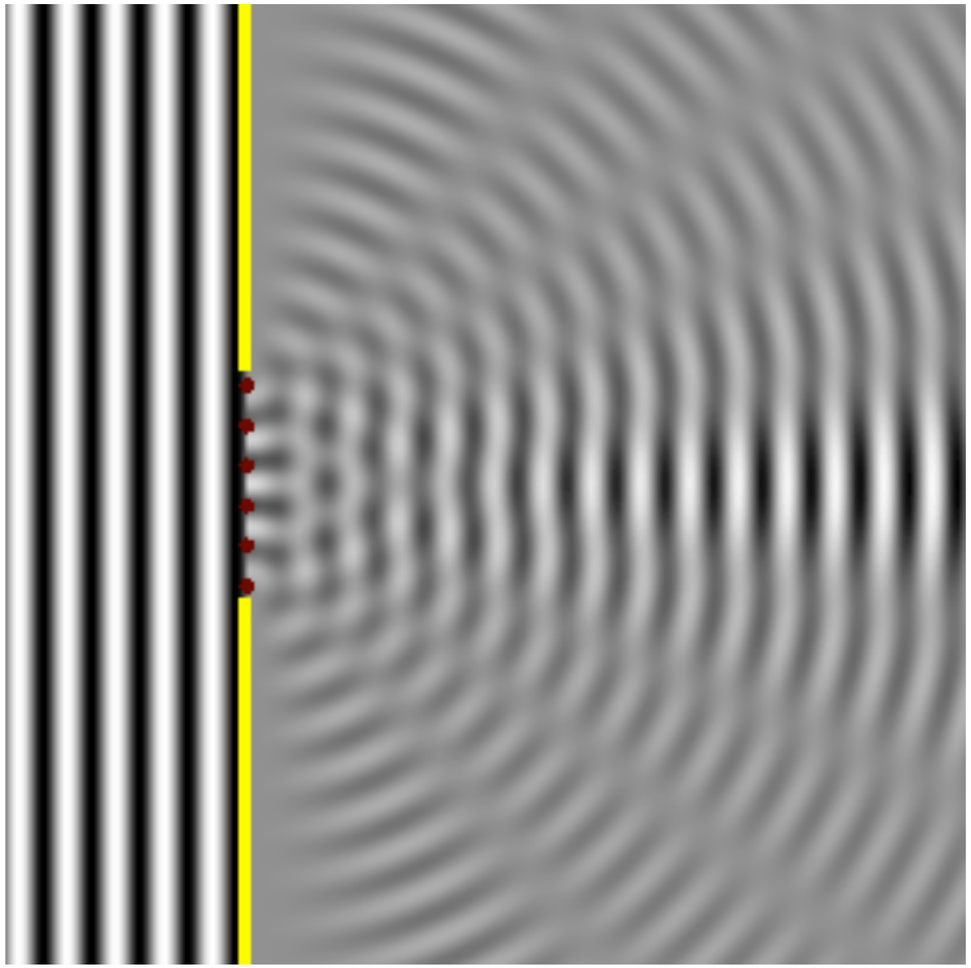
ONDE


direzione di propagazione dell'onda
fronte d'onda rettilineo
INTERFERENZA
INTERFERENZA

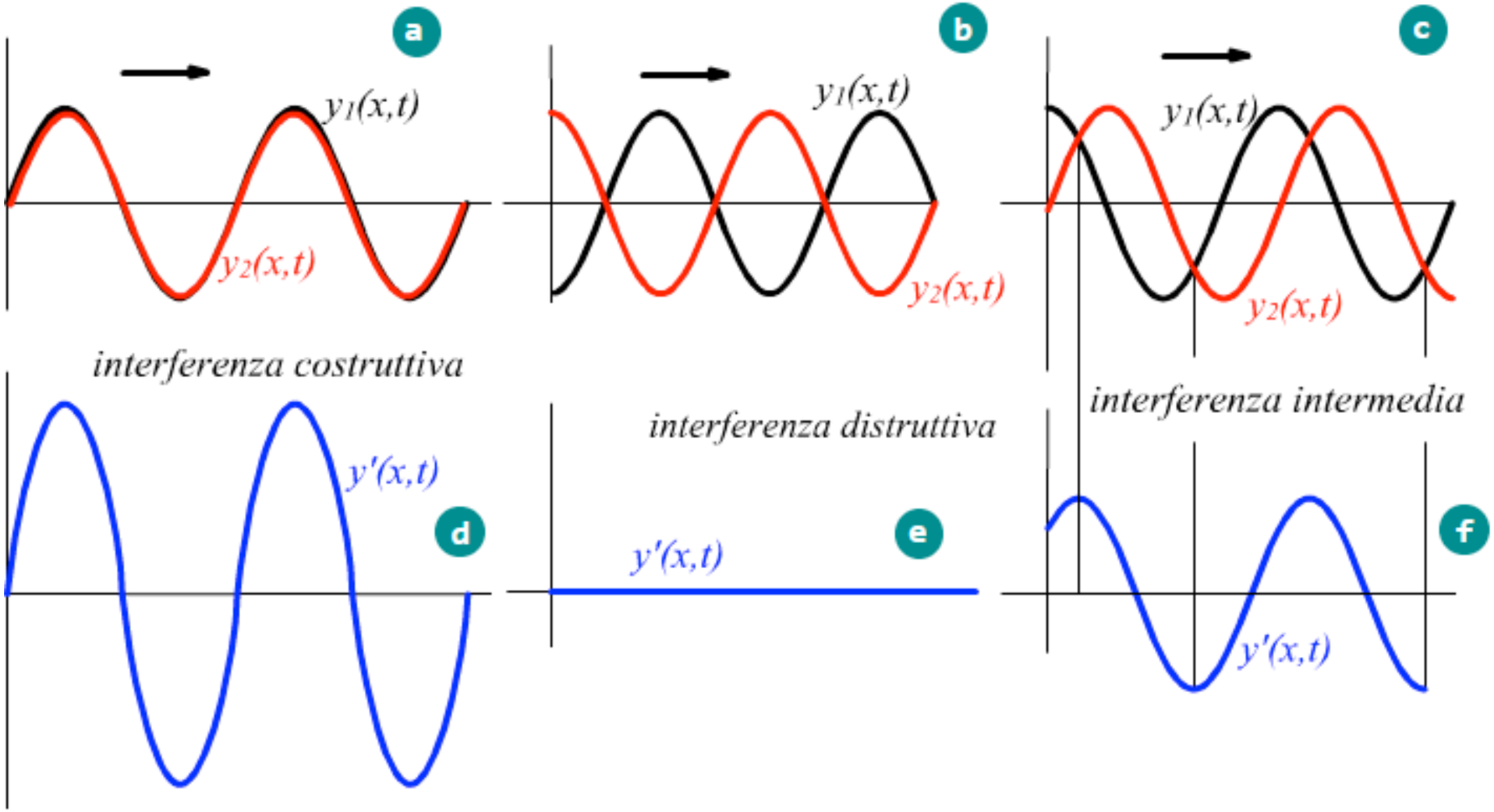
DIFFRAZIONE

Modalità di propagazione delle onde di propagarsi dopo ostacoli o aperture (fenditure) di dimensioni comparabili con la loro lunghezza d'onda

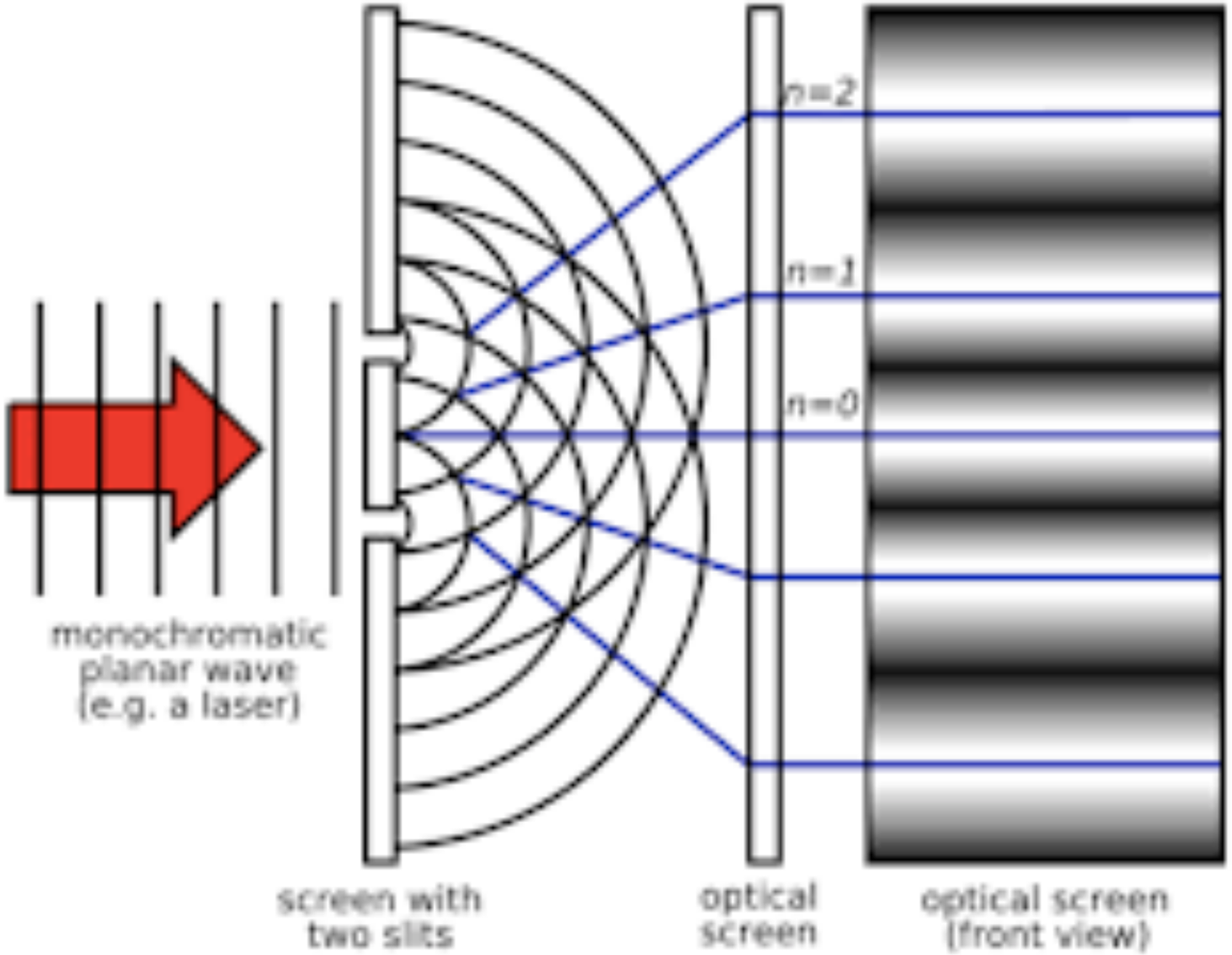




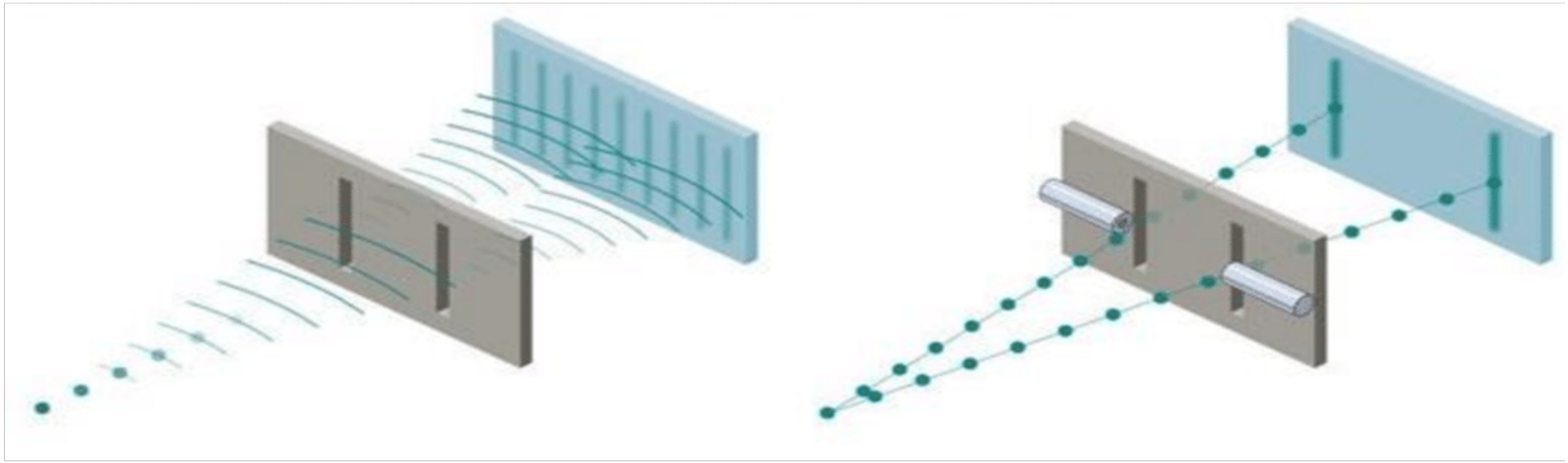
INTERFERENZA E DIFFRAZIONE : come si spiegano?



INTERFERENZA E DIFFRAZIONE : come si spiegano?



differenza tra LUCE COME CORPUSCOLO E COME ONDA

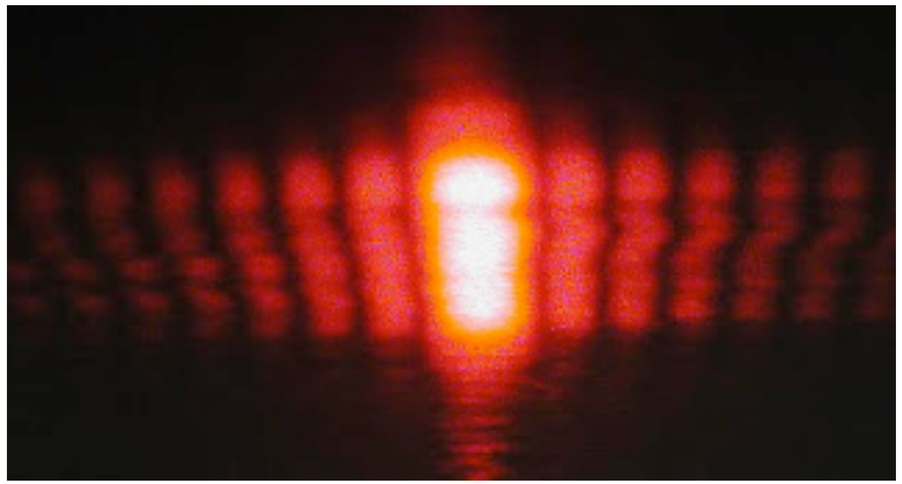


Se la luce fosse onda…

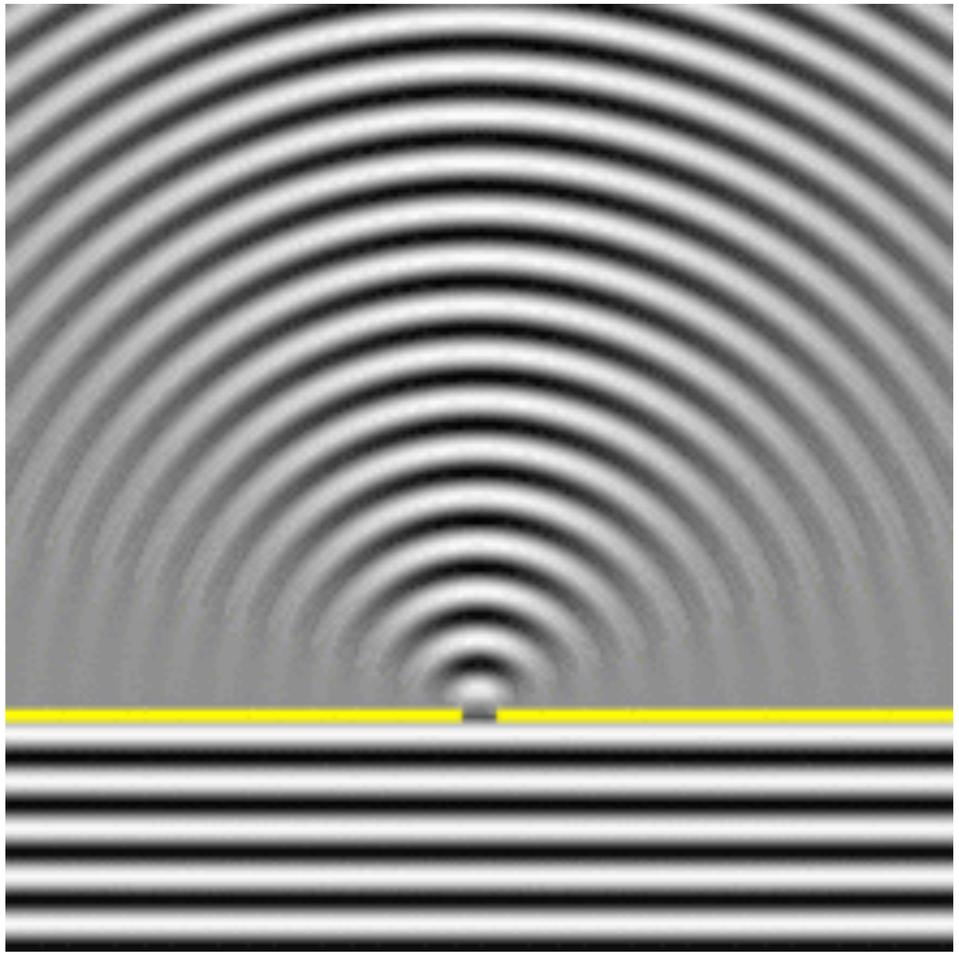
Se la luce fosse corpuscolo…

DIFFRAZIONE E INTERFERENZA

analogia luce - onde nei fenomeni di diffrazione e interferenza!







queste sono onde “materiali”, ma la luce?

LUCE: PARTICELLE O ONDE?

L'ottica geometrica (ombre, riflessione…)
si spiega con una teoria **corpuscolare** (cioè, luce come corpuscoli, particelle)
Poi ci sono anche altri esperimenti a favore (v. radiometro…)

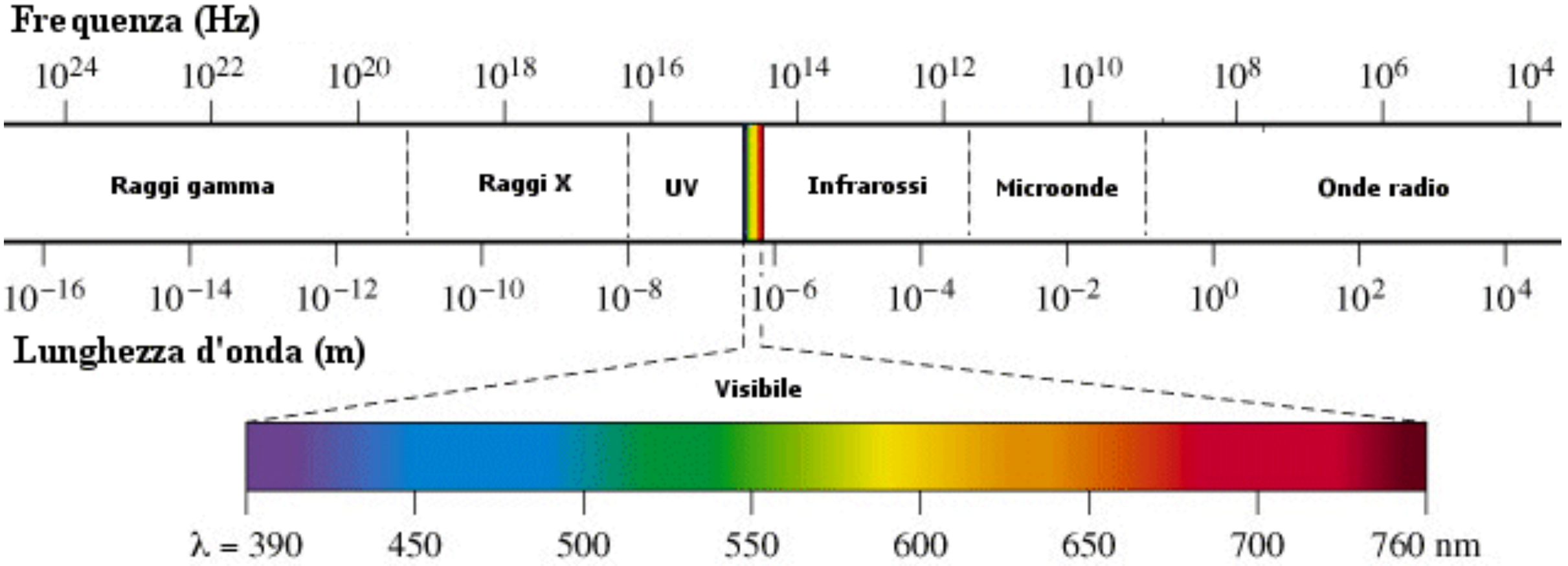
Altri esperimenti ("ottica fisica") che evidenziano fenomeni di interferenza e diffrazione
si spiegano meglio con la teoria **ondulatoria**.

ALLORA ????

Sono vere entrambe le spiegazioni!!!

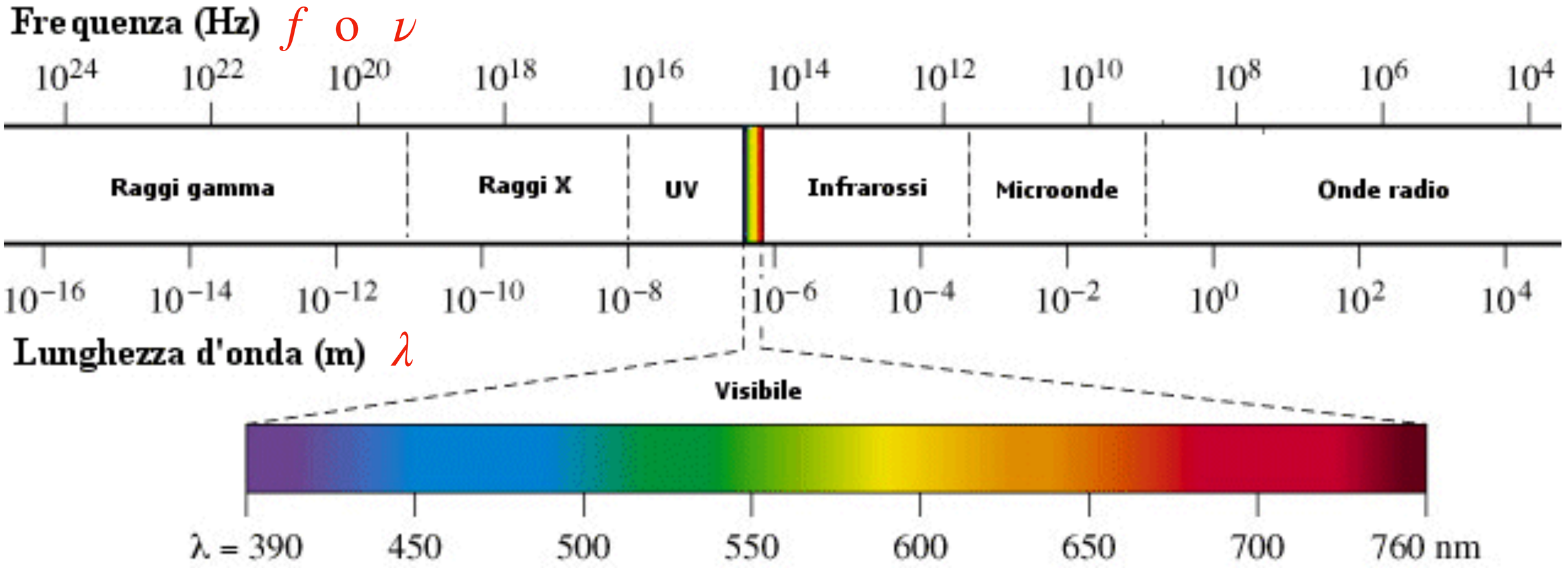
LUCE: ANCHE COME ONDE, MA DI CHE TIPO?
ONDE ELETTROMAGNETICHE

la natura delle onde luminose è la stessa delle onde radio, dei raggi X, dei raggi UV….



FREQUENZA E LUNGHEZZA D'ONDA

il colore è dato dalla lunghezza d'onda o dalla frequenza : $\lambda \propto 1/f$



FREQUENZA E LUNGHEZZA D'ONDA

il colore è dato dalla lunghezza d'onda o dalla frequenza : $\lambda \propto 1/f$

Nel vuoto o nell'aria, indicata con c la velocità di propagazione:

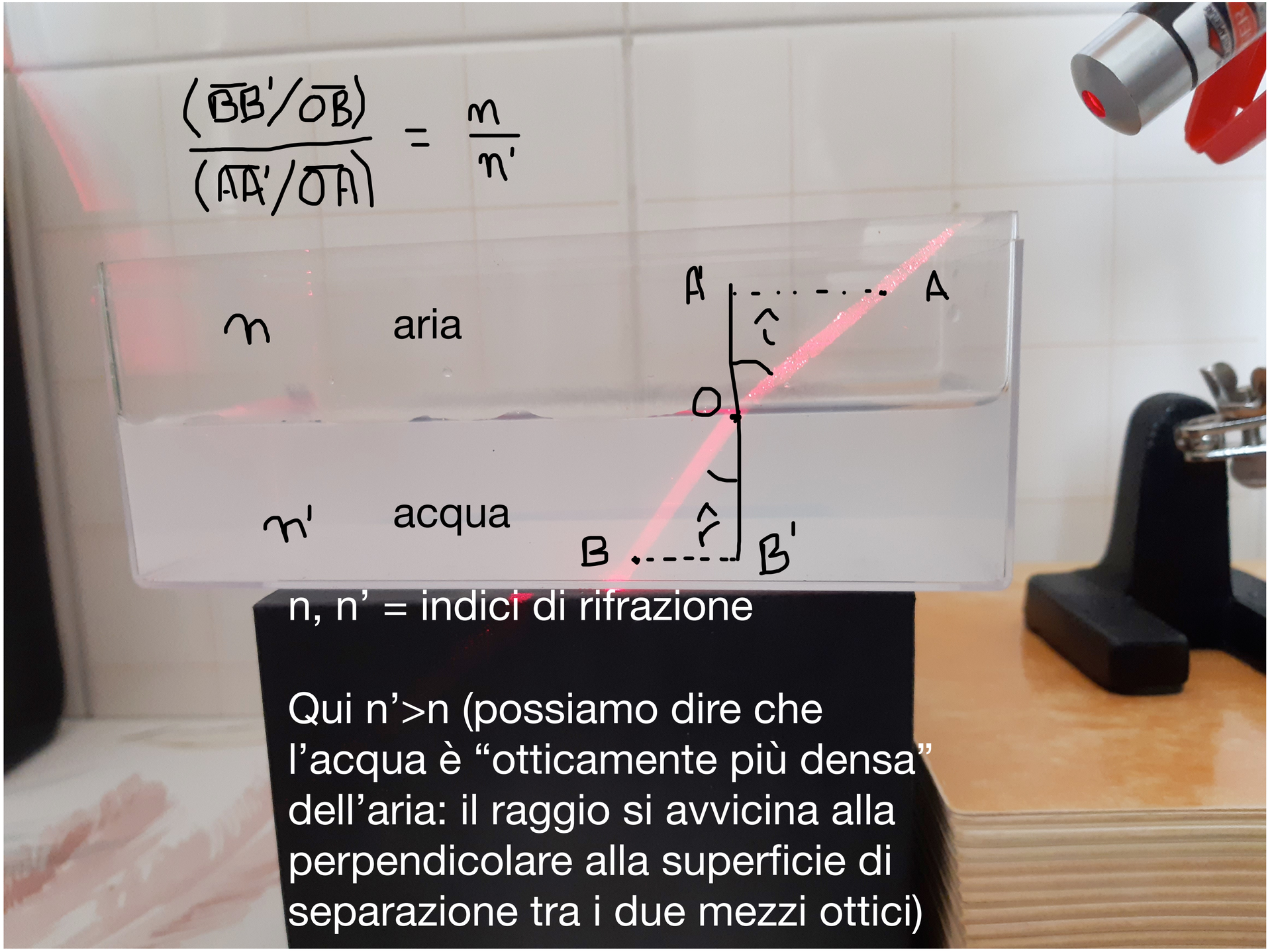
$$c = \lambda f$$

In un mezzo diverso, indicata con v la velocità di propagazione:

$$v = \lambda' f$$

Nella **RIFRAZIONE**, f **si conserva (il colore non cambia!), ma cambiano** λ e v**, oltre alla direzione di propagazione.**

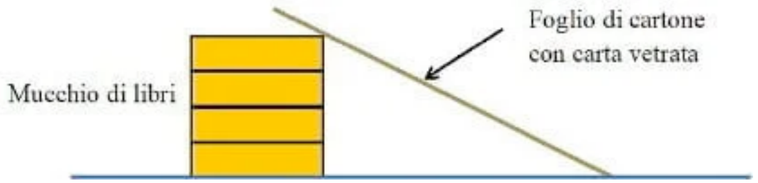
$$\frac{(\overline{BB'}/\overline{OB})}{(\overline{AA'}/\overline{OA})} = \frac{n}{n'}$$

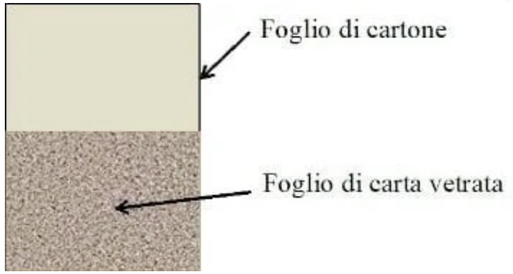


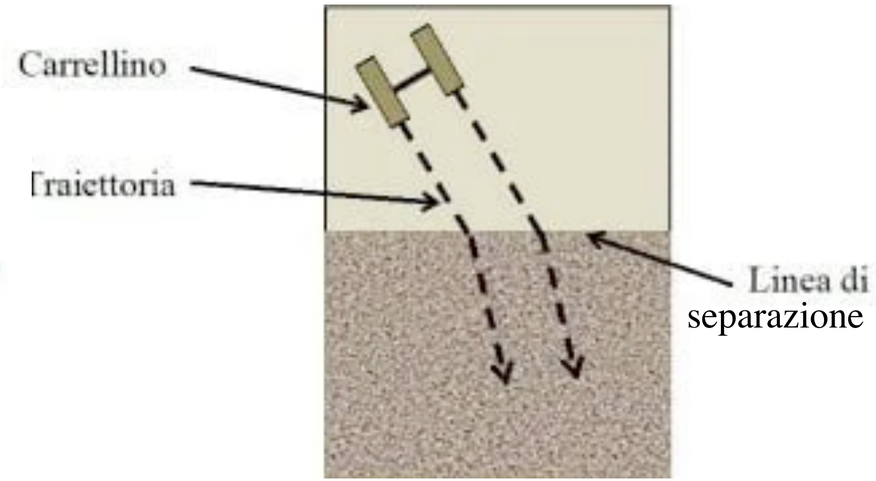
n, n’ = indici di rifrazione

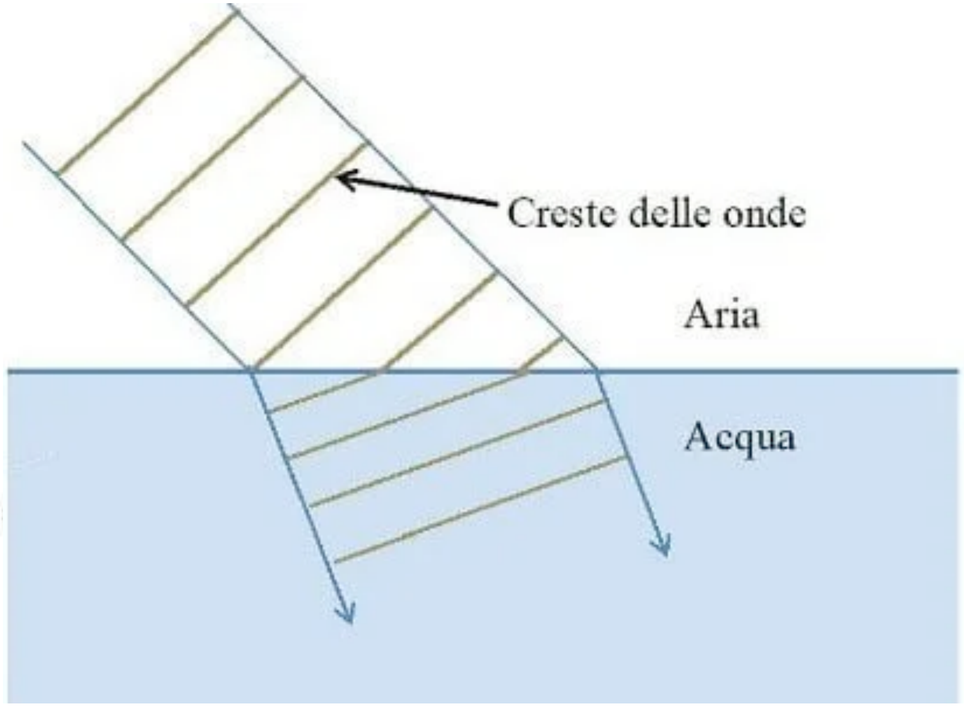
Qui n’>n (possiamo dire che l’acqua è “otticamente più densa” dell’aria: il raggio si avvicina alla perpendicolare alla superficie di separazione tra i due mezzi ottici)

RIFRAZIONE: un'analogia "meccanica"









https://www.ilsussidiario.net/news/emmeciquadro/emmeciquadro-n-71/2019/1/20/musazzi-langolo-di-zio-albert-i-colori-dellarcobaleno/1835409/

SPUNTI

SITOGRAFIA
https://www.immaginarioscientifico.it/

PhET Simulazioni Interattive dell'Università del Colorado
https://phet.colorado.edu/it/simulations/category/physics

https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics-basics/latest/geometric-optics-basics_all.html?locale=it SPECCHIO PIANO
https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics_all.html?locale=it SPECCHIO CURVO
https://phet.colorado.edu/it/simulations/bending-light. RIFRAZIONE
https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_all.html?locale=it RIFRAZIONE

ONDE (non solo d’acqua o luminose)

approfondimento su: ONDE

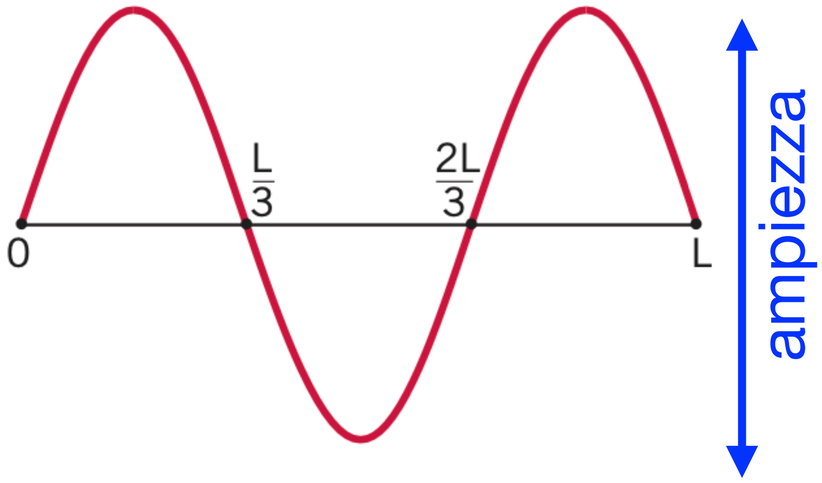
ONDE PROGRESSIVE: che si propagano

ONDE STAZIONARIE: si stabiliscono tra due estremi fissi; nei **nodi** non c'è vibrazione di materia: la condizione affinché ciò avvenga è che la lunghezza L tra gli **estremi fissi** sia multiplo di mezza lunghezza d'onda λ:

$$\lambda = \frac{2L}{n}$$

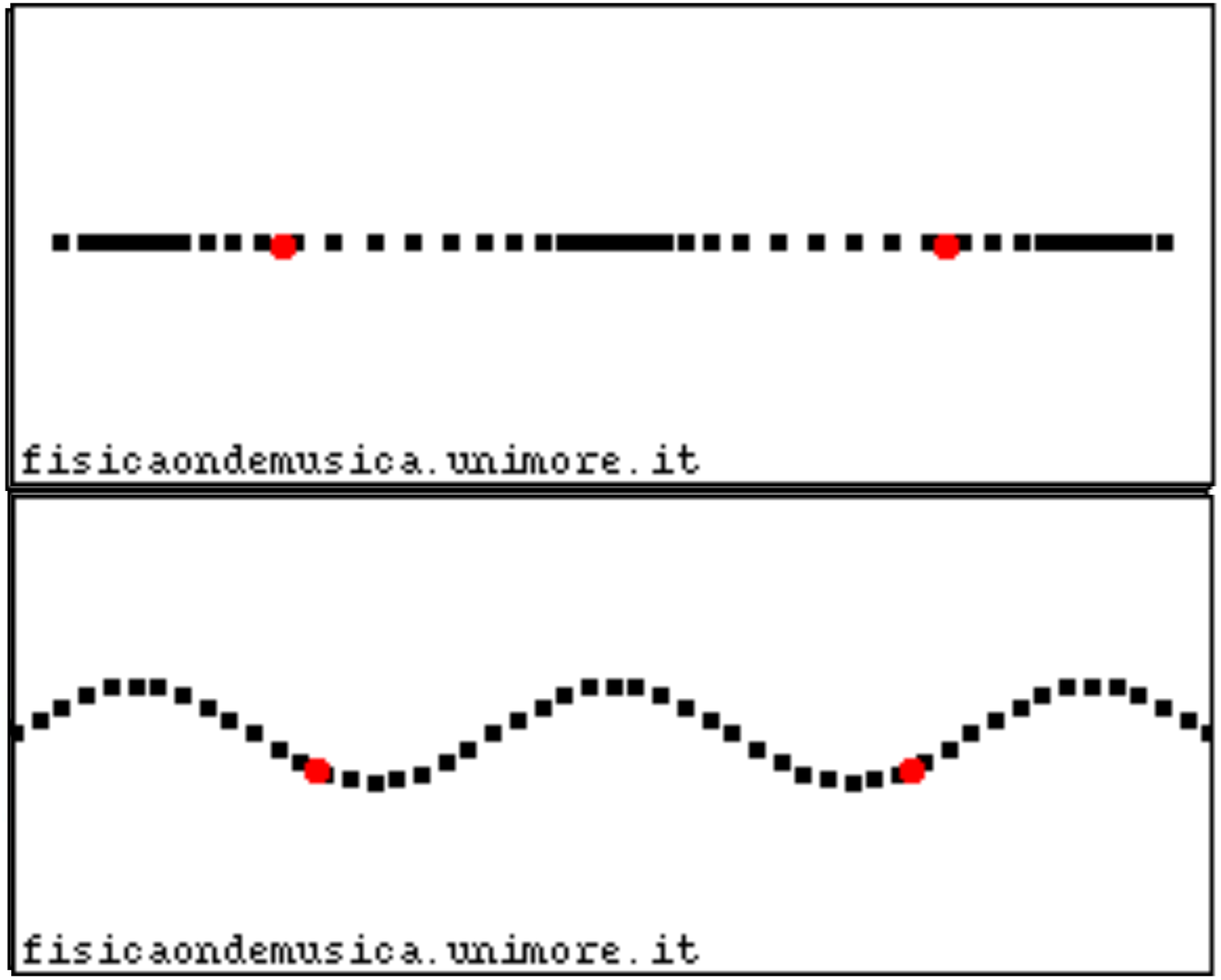
Allora i nodi sono nelle posizioni $\frac{mL}{n}$.

Esempio: $n = 3 \quad \Longrightarrow$



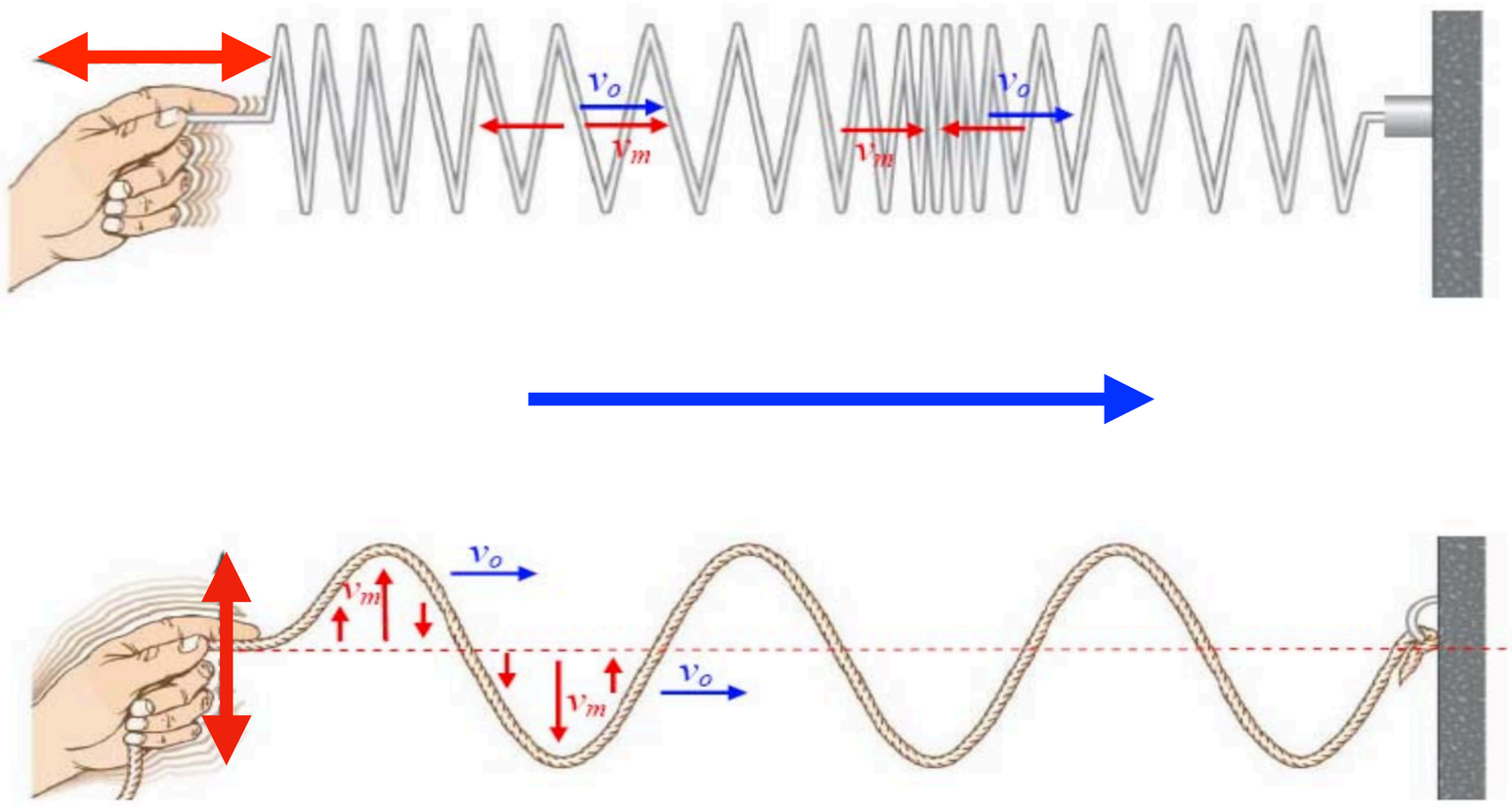
approfondimento su: ONDE

ONDE LONGITUDINALI e **ONDE TRASVERSALI** si differenziano per la relazione tra la **direzione di propagazione dell'onda** e la **direzione di oscillazione delle particelle del mezzo**



approfondimento su: ONDE

ONDE LONGITUDINALI e **ONDE TRASVERSALI** si differenziano per la relazione tra la **direzione di propagazione dell'onda** e la **direzione di oscillazione delle particelle del mezzo**

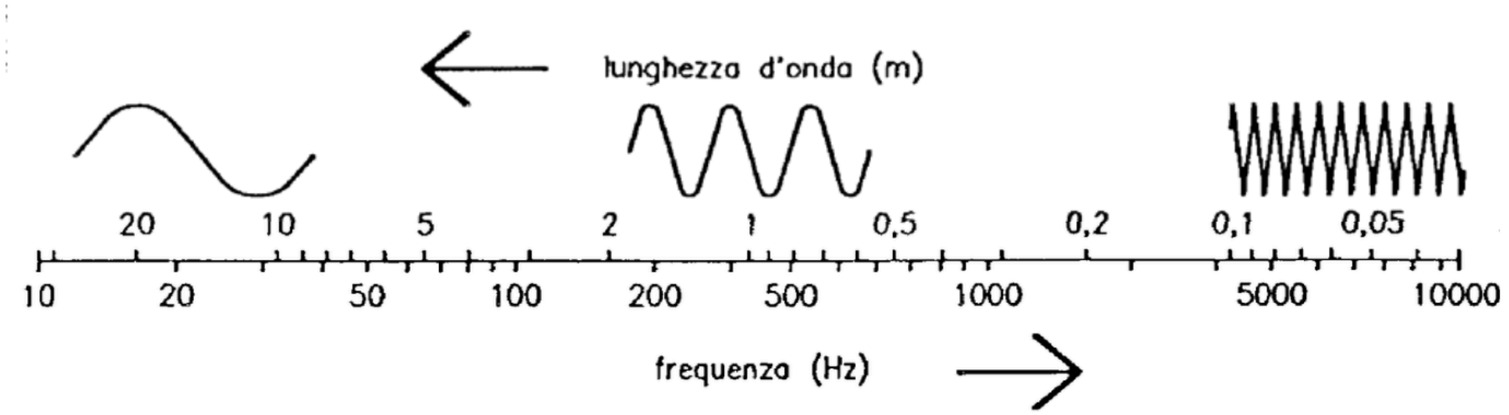


approfondimento su: ONDE

Le ONDE sono **fenomeni periodici** (<u>non</u> stiamo trattando impulsi singoli)**:**

periodicità nel tempo:
periodo T, che è l'inverso della frequenza f

periodicità nello spazio:
lunghezza d'onda λ



Velocità e frequenza sono legate:

$$v = \lambda f$$

dove v è la velocità dell'onda nel mezzo in cui si propaga.

approfondimento su: ONDE

Moti periodici (nel tempo e nello spazio) sono ad es.:

- **il moto circolare uniforme**
- **il moto armonico** (esempio: il moto oscillatorio di una massa attaccata a una molla)

Moto armonico e moto circolare uniforme sono legati:

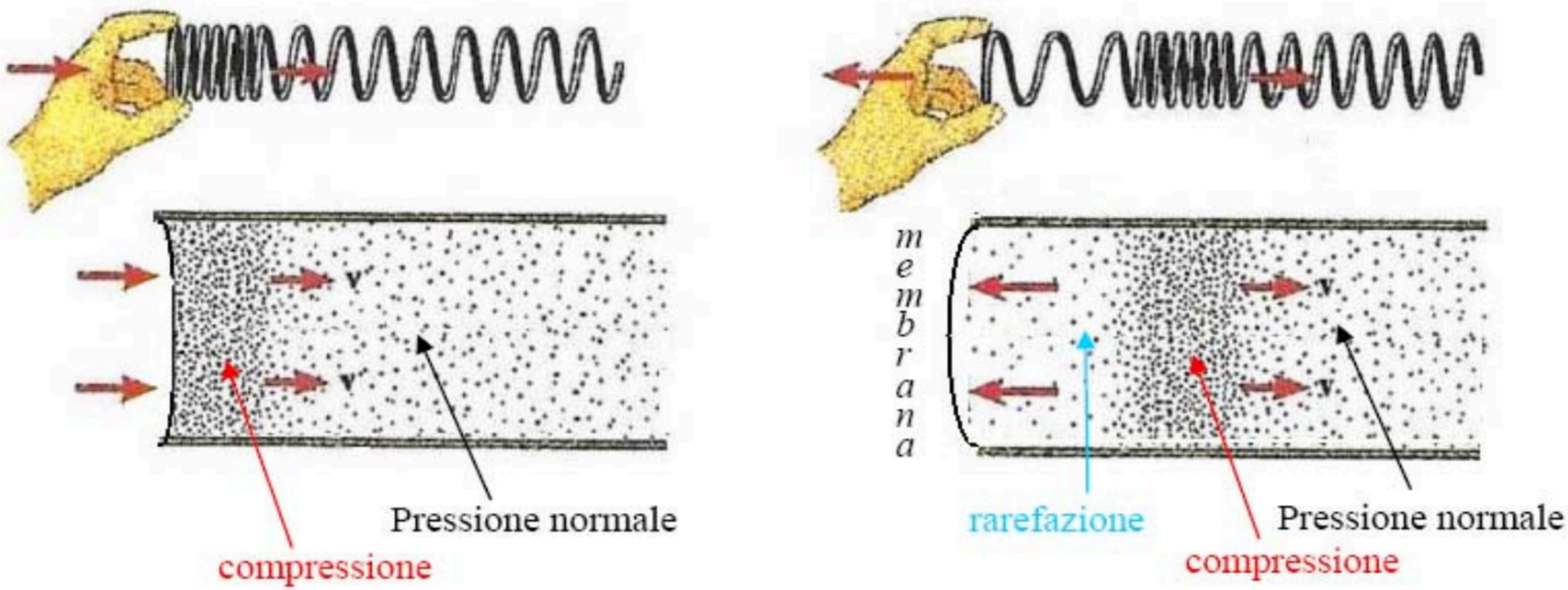
La proiezione di un moto circolare uniforme su un asse è un moto armonico (esempio)

Un'animazione: https://www.youtube.com/watch?v=9r0HexjGRE4

approfondimento su: ONDE

ONDE SONORE

il suono è una **percezione** del nostro udito dovuta a un'**onda longitudinale** nell'aria (ma anche in liquidi e solidi) **prodotta dalla vibrazione di un oggetto**



approfondimento su: ONDE

ONDE SONORE

il suono è una **percezione** del nostro udito dovuta a un'**onda longitudinale** nell'aria (ma anche in liquidi e solidi) **prodotta dalla vibrazione di un oggetto**

Un'onda sonora ha bisogno della **materia** per propagarsi (NON si propaga nel vuoto)

ma NON si tratta di qualcosa di materiale

Velocità di propagazione del suono:

La *frequenza* è detta anche *altezza; l'intensità (o volume)* è dettata dall'ampiezza della vibrazione

materiale	Velocità del suono (*m/s*)
Aria (a T = 0° C)	331
Aria (a T = 25° C)	343
Acqua distillata (a T = 25° C)	1486
Acqua di mare (a T = 25° C)	1520
Rame	3800
Acciaio	5000-7000

approfondimento su: ONDE

ONDE SONORE

Esperimento di visualizzazione delle onde sonore: immergendo i rebbi vibranti di un diapason in una ciotola d'acqua si possono "visualizzare" le onde sonore

Esperimenti di propagazione del suono attraverso sostanze liquide o solide: il telefono-a-filo, …

Generatore di toni "puri" (specifica frequenza)
https://www.szynalski.com/tone-generator/

Sintesi di suoni
https://fisicaondemusica.unimore.it/Applet_Fourier.html

Intensità del suono

Normalmente misurata in decibel (dB)

La scala dei decibel non è "lineare": un aumento di 10 dB significa moltiplicare per 10 il valore di partenza, un aumento di 20 dB significa moltiplicare per 100 il valore di partenza

In acustica 0 dB corrisponde alla soglia di udibilità (una potenza per unità di superficie di 10^{-12} W/m^2)

Intensità del suono



approfondimento su: ONDE

ricordiamo:

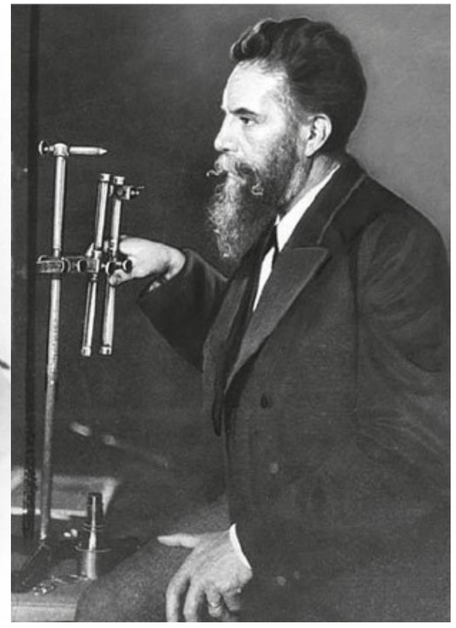
oggi qui **onde elastiche** - hanno bisogno della **materia** per propagarsi

nella trattazione dell'**ottica fisica** per spiegare alcuni fenomeni della **luce**
ci interessano altri tipi di onde
(**onde elettromagnetiche**, che si propagano anche nel vuoto)

LA LUCE NON È SOLO QUELLA VISIBILE A OCCHIO NUDO...

"VEDERE" OLTRE IL VISIBILE: I RAGGI X





1895 – Wilhelm Conrad Röntgen e sua moglie Bertha

