

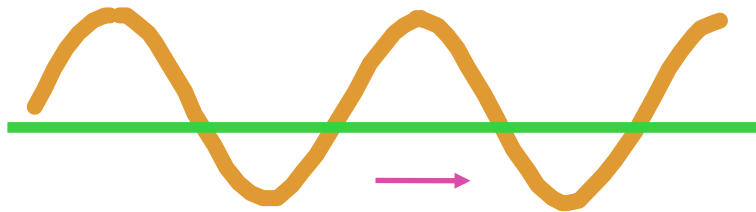
LE ONDE

Fenomeni ondulatori
Periodo e frequenza
Lunghezza d'onda e velocità
Legge di propagazione
Energia trasportata
Onde meccaniche: il suono
Onde elettromagnetiche
Velocità della luce
Spettro elettromagnetico
Energia dell'onda elettromagnetica

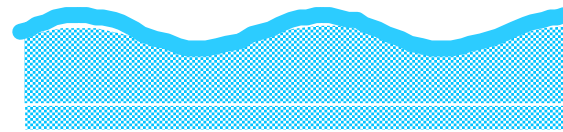


Fenomeni ondulatori

Oscillazioni meccaniche



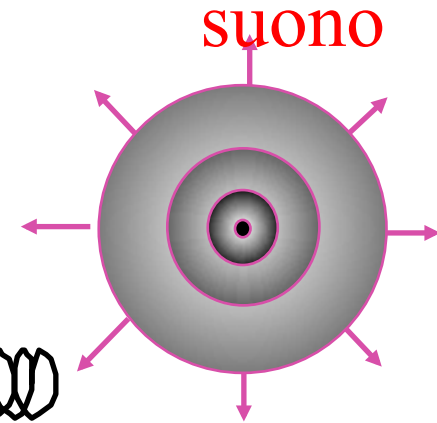
corda che vibra



mare

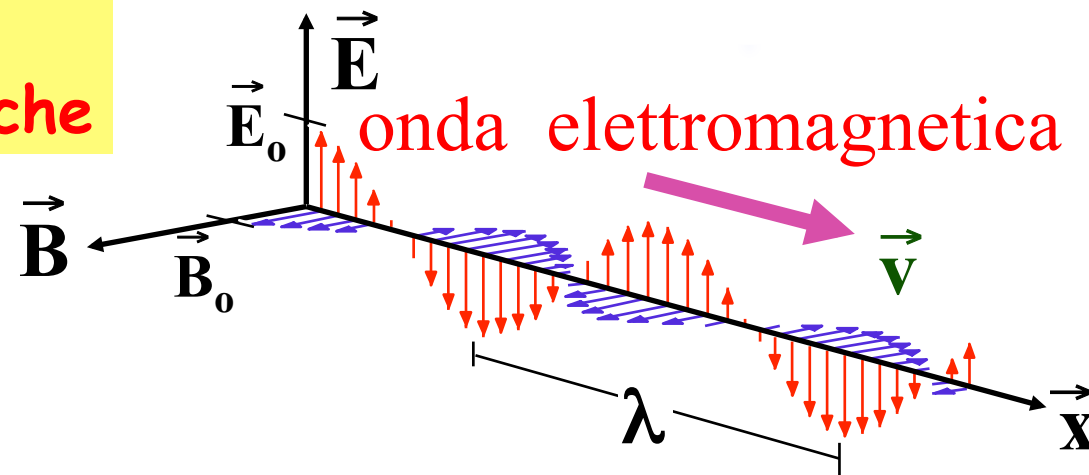


molla



suono

Oscillazioni elettromagnetiche

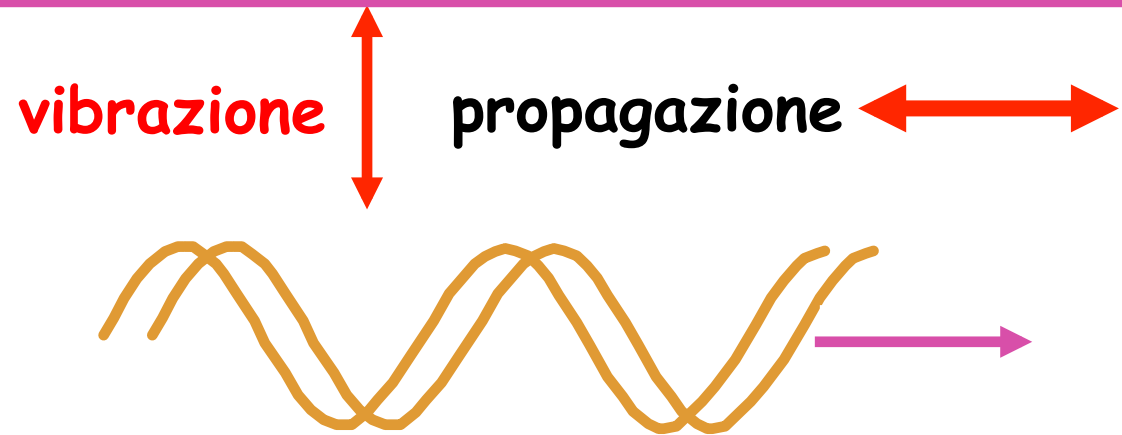


onda elettromagnetica

Onde trasversali e longitudinali

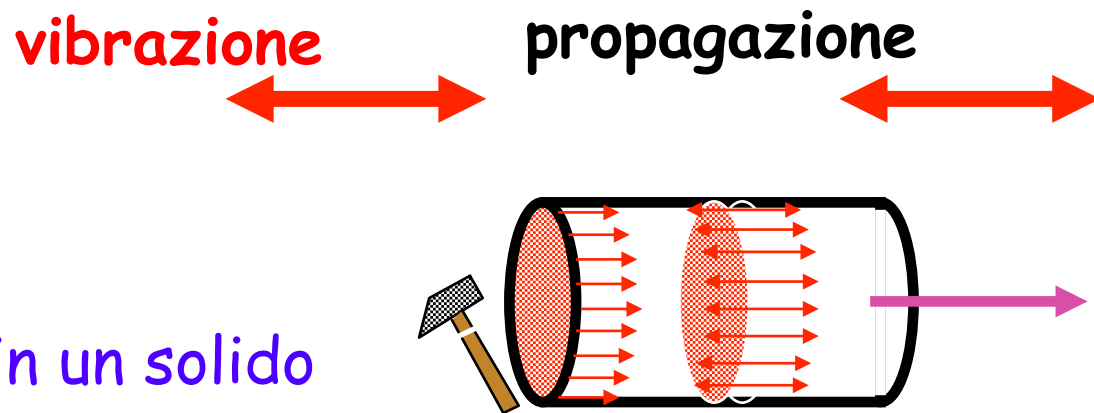
■ trasversali

esempio :
onda lungo una corda



■ longitudinali

esempio :
onda di percussione in un solido
(idem in aria)



Periodo e frequenza

Fenomeno periodico: $f(t) = f(t+T)$

ritorna alla stessa configurazione dopo uno stesso intervallo di tempo

Periodo T = minimo intervallo di tempo

dopo il quale il fenomeno ritorna alla stessa configurazione
= durata di una oscillazione (unita' di misura: **secondo**).

$$\begin{aligned}f(t) &= A \operatorname{sen}(2\pi t/T) \\ &= A \operatorname{sen}[(2\pi/T) t] \\ &= A \operatorname{sen}(\omega t)\end{aligned}$$

pulsazione $\omega = 2\pi/T = 2\pi\nu$

Se 1 oscillazione dura n secondi,
in 1 secondo ci sono 1/n oscillazioni

frequenza =
n. oscillazioni/sec

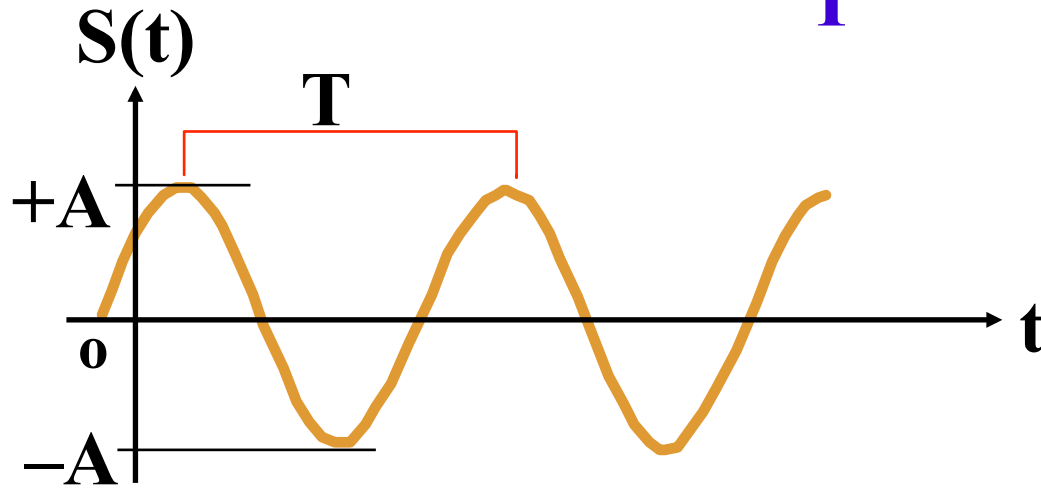
$$\nu = 1/T$$

$$\text{Hz} = 1/\text{s}$$

Ampiezza e energia di un'onda

$$S(t) = A \sin(\omega t + \phi)$$

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

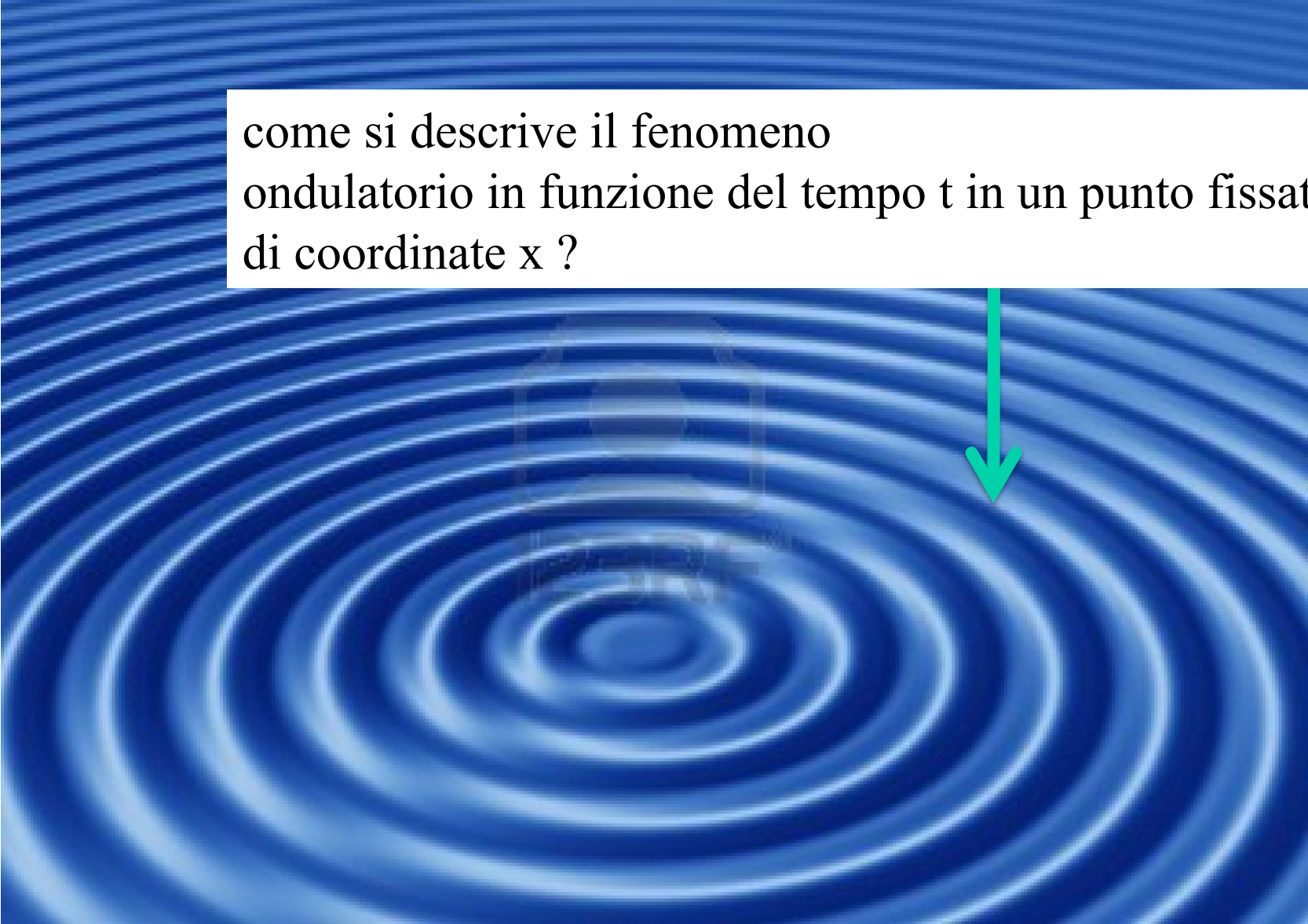


A = ampiezza
T = periodo
 ν = frequenza
 ϕ = fase

**ENERGIA
DI UN' ONDA**

$$E \propto A^2$$





come si descrive il fenomeno
ondulatorio in funzione del tempo t in un punto fissato
di coordinate x ?

come si descrive il fenomeno
ondulatorio in funzione della coordinata x ad un tempo t fissato?



Legge di propagazione delle onde

Ogni onda si propaga con una propria **velocità** costante

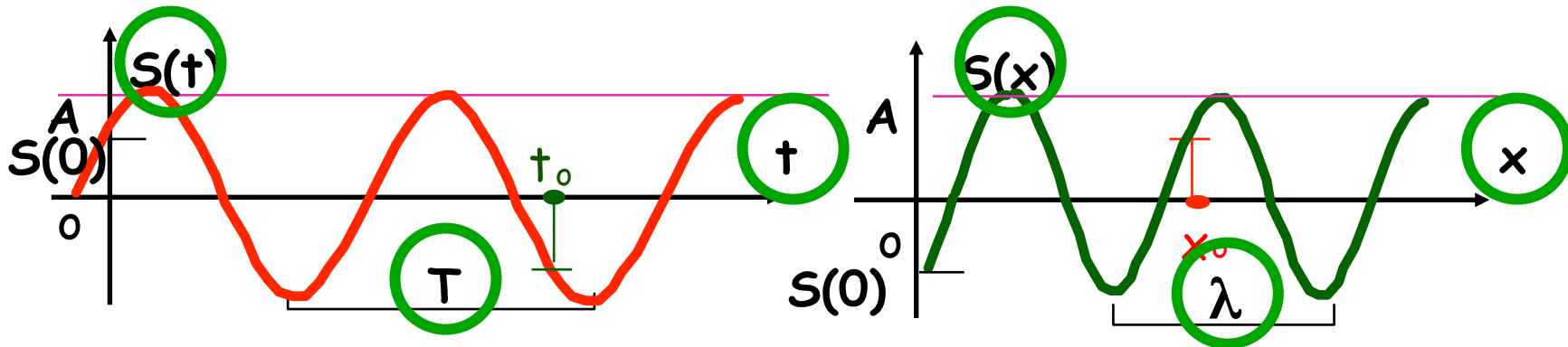
Lunghezza d'onda λ =
minima distanza
dopo la quale il fenomeno riprende
la stessa configurazione =
distanza percorsa in un periodo
(unita' di misura: **metro**).

Moto rettilineo uniforme:

$$x = v t \rightarrow \lambda = v T$$

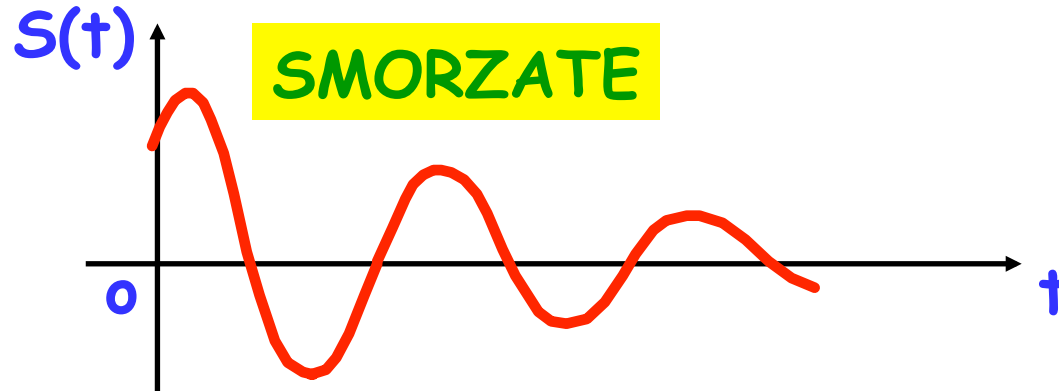
$$\lambda = v T = v / \nu \rightarrow \lambda \nu = v$$

Lunghezza d'onda e frequenza
sono inversamente proporzionali:
il loro prodotto e' la velocita'



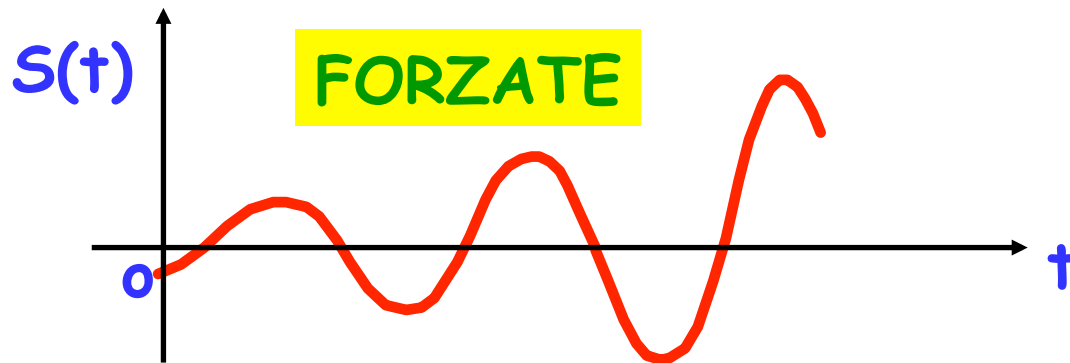
Oscillazioni smorzate e forzate

■ forze dissipative (attriti) → energia dissipata



↓
graduale diminuzione
dell'ampiezza A

■ energia rifornita al sistema



↓
graduale aumento
dell'ampiezza A

Intensita' di un' onda

Intensità = energia trasportata nell'unità di tempo attraverso l'unità di superficie

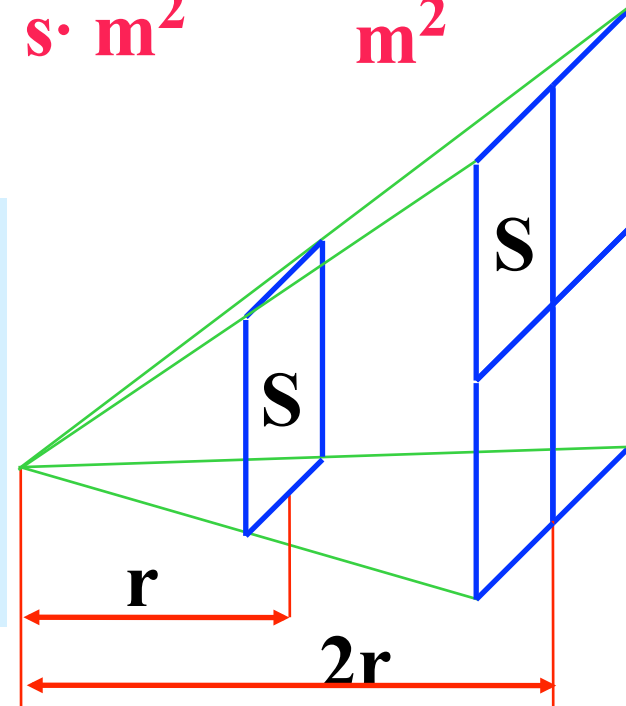
$$I = \frac{E}{\Delta t \cdot S}$$

unità di misura: $\frac{\text{joule}}{\text{s} \cdot \text{m}^2} = \frac{\text{watt}}{\text{m}^2}$

onda sferica: $S = 4\pi r^2$

L'energia é costante (cons.energia)

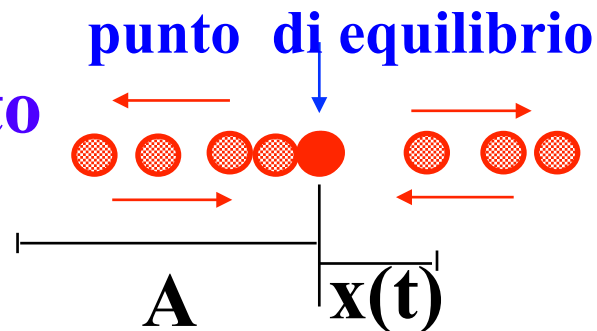
L'intensità diminuisce con il quadrato della distanza



Il suono

suono : vibrazione meccanica delle particelle di un mezzo materiale (gas, liquido, solido)

molecola in moto



sono vibrazioni di/tra molecole: serve la materia!

fluidi :

- spostamenti delle particelle
- addensamenti e rarefazioni
- compressioni e dilatazioni

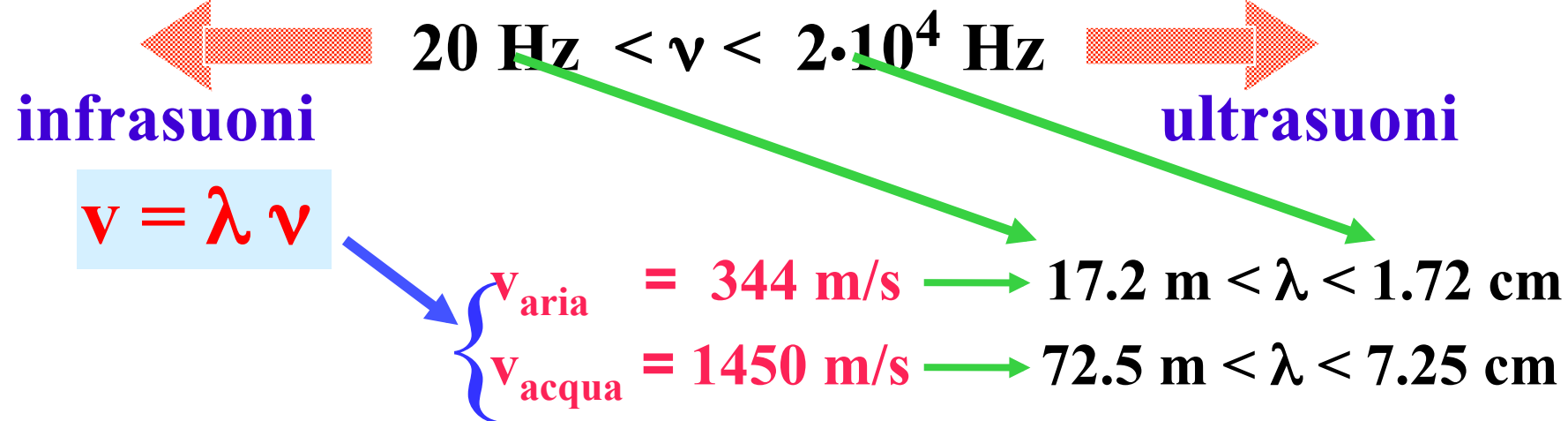
nel vuoto il suono non si propaga

onda di pressione

Caratteristiche del suono

onda sonora : vibrazione meccanica percepibile dal senso dell'udito (orecchio)

sensibilità orecchio umano (20 Hz ÷ 20 kHz)



Caratteristiche di un suono:

altezza → **frequenza**
timbro → **composizione armonica**
intensità → **$E/(S \cdot t)$**