



Università di Pavia, Facoltà di Medicina e Chirurgia

Misure elettriche ed elettroniche

FENOMENI ONDULATORI

parte I

definizione di **onda**

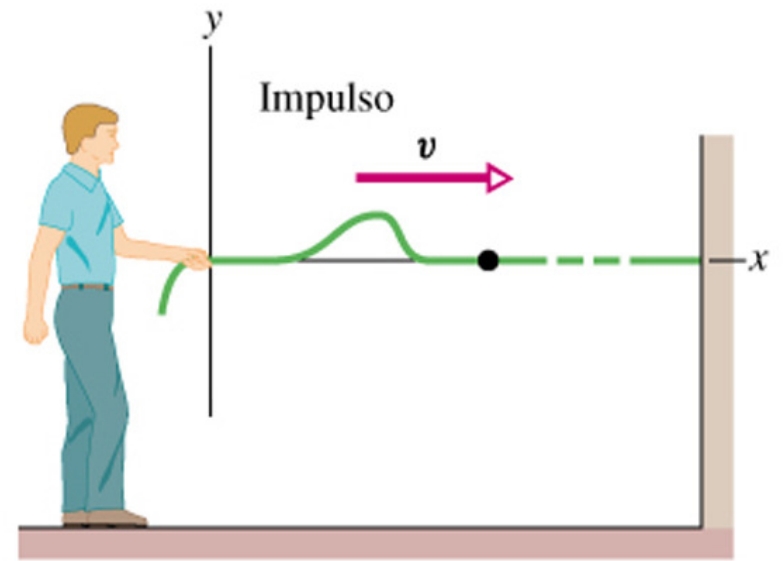
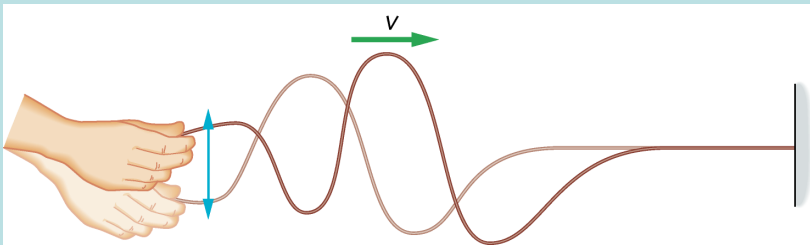
*...accade sovente che l'onda si allontana
dal suo punto di creazione, mentre l'acqua
non si muove ...*

-Leonardo da Vinci-

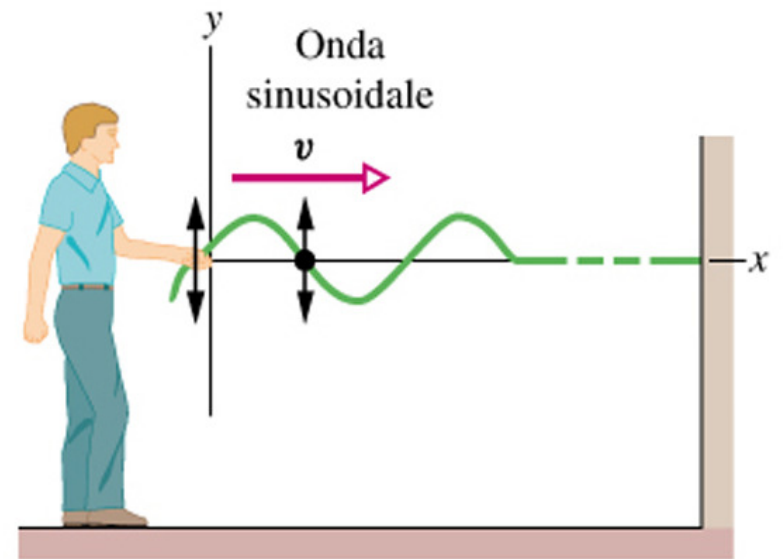


Ogni perturbazione impulsiva o periodica
che si propaga nel mezzo con una velocità definita

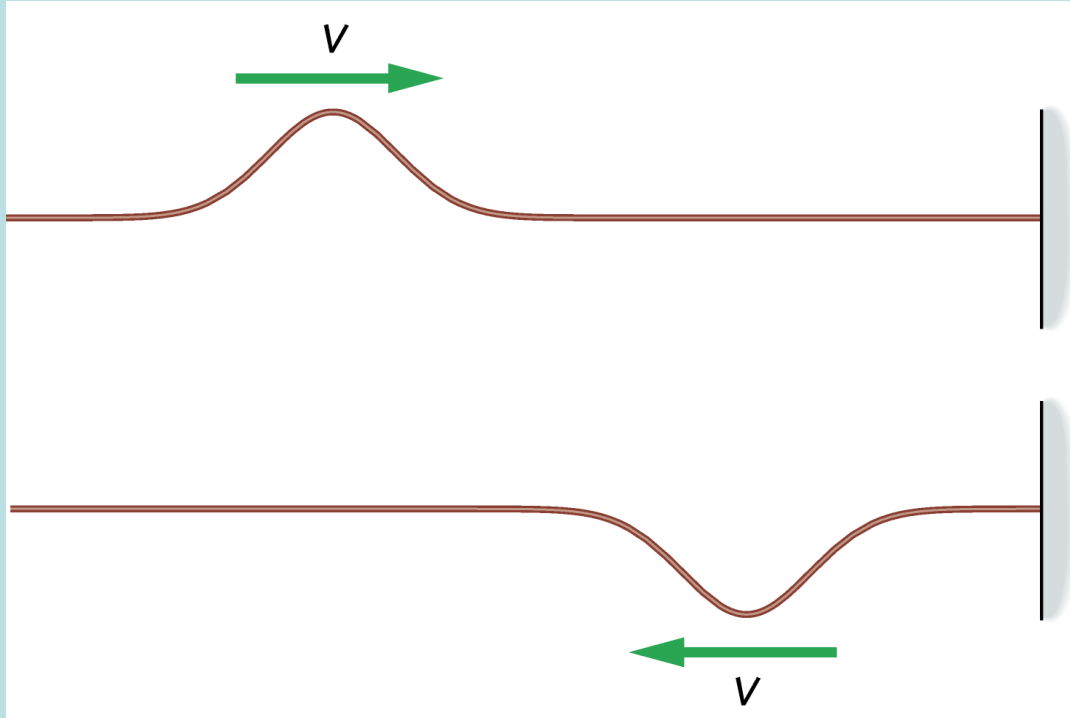
Onda trasversale

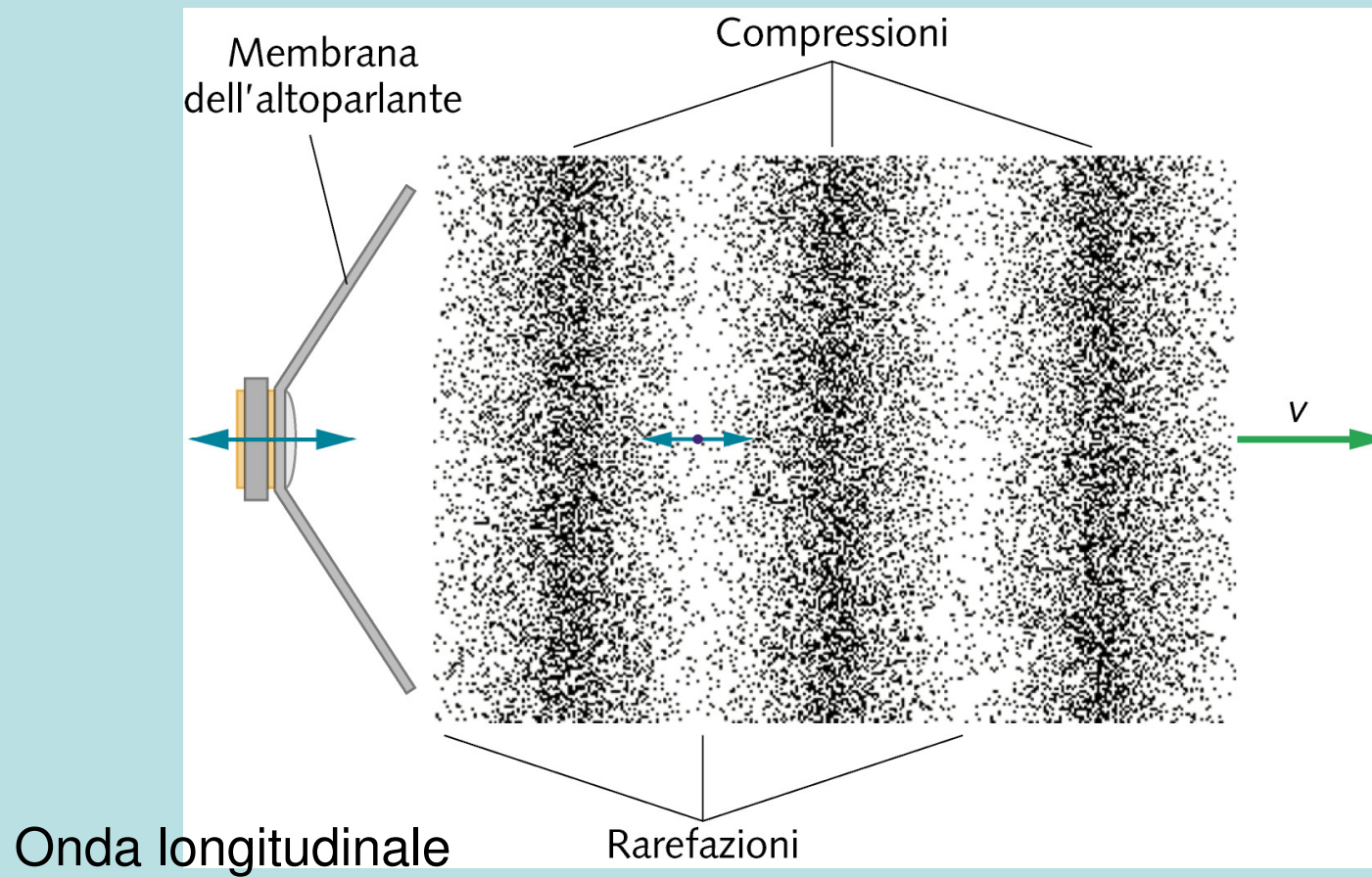
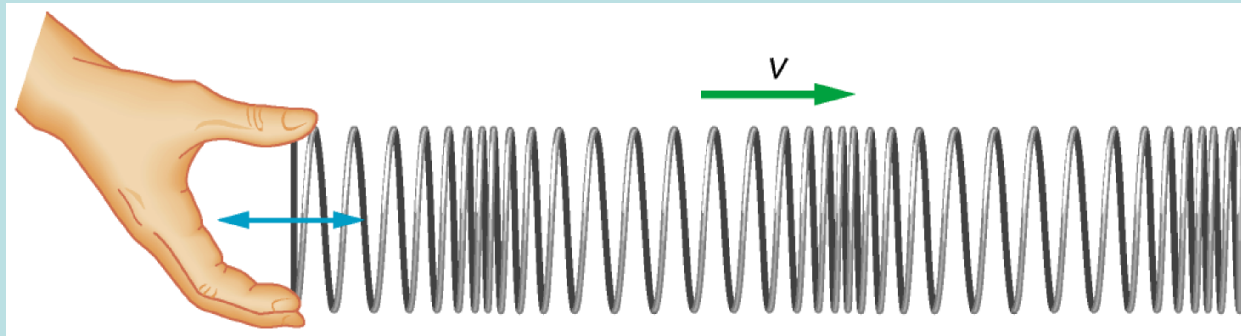


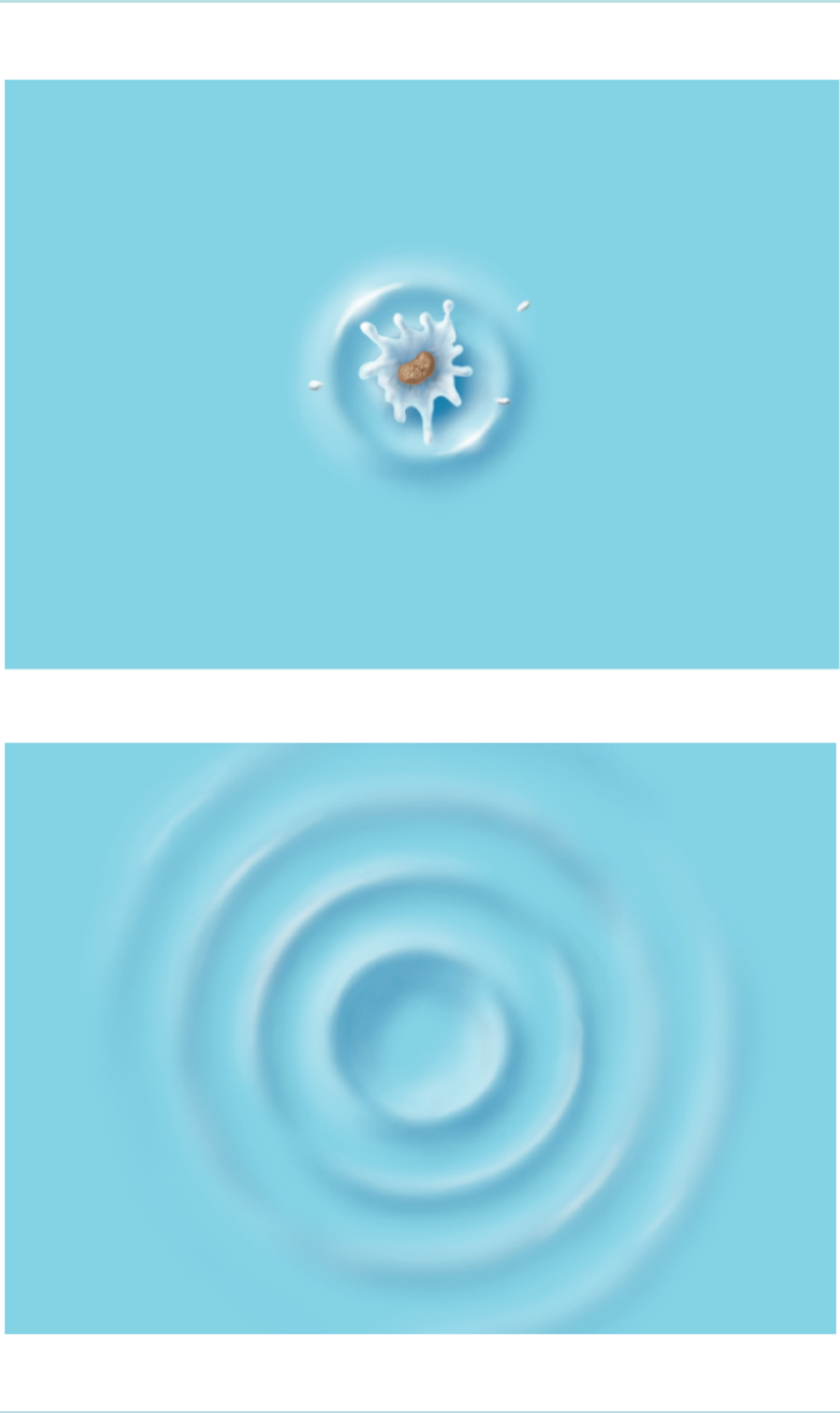
(a)

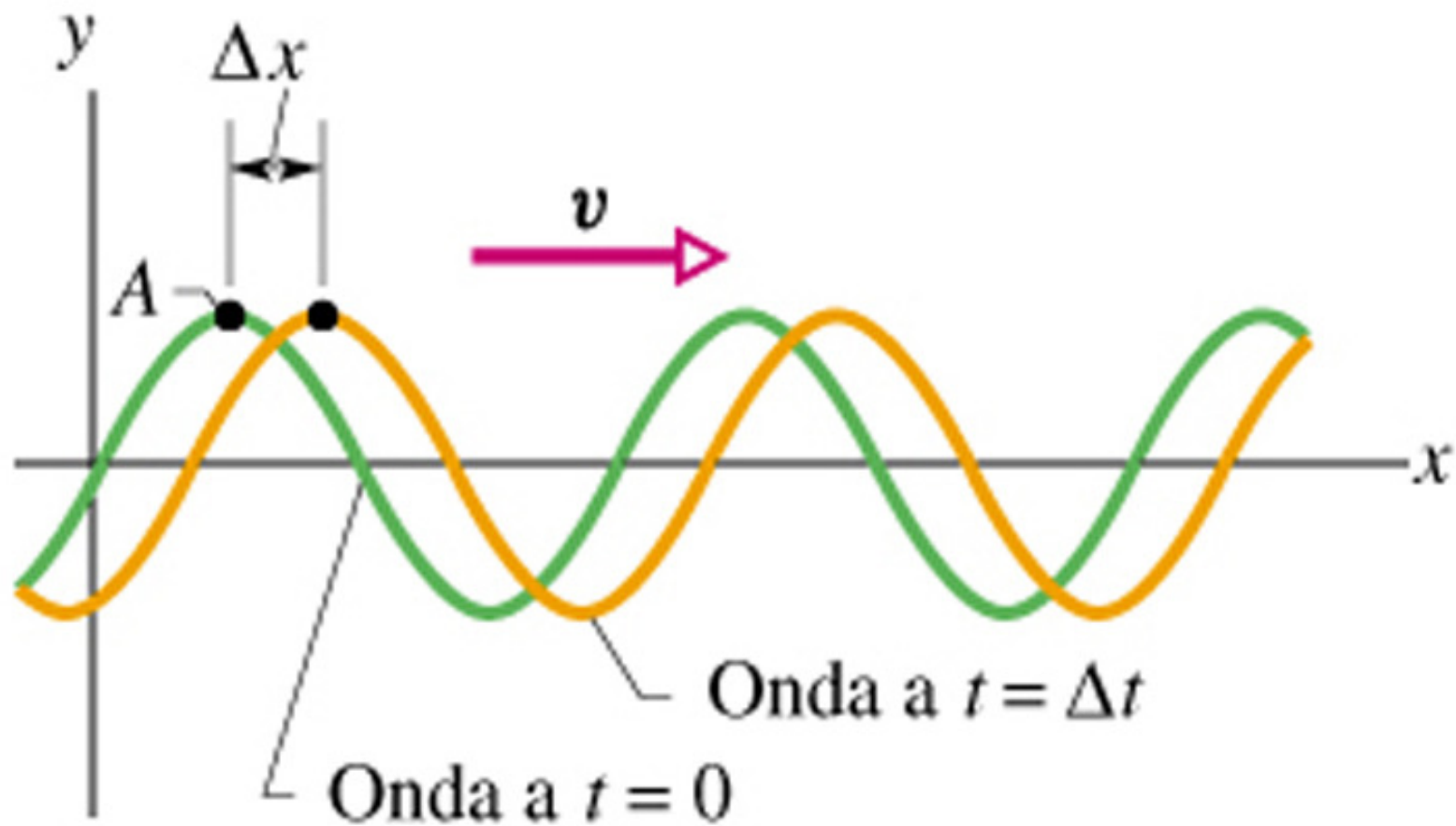


(b)

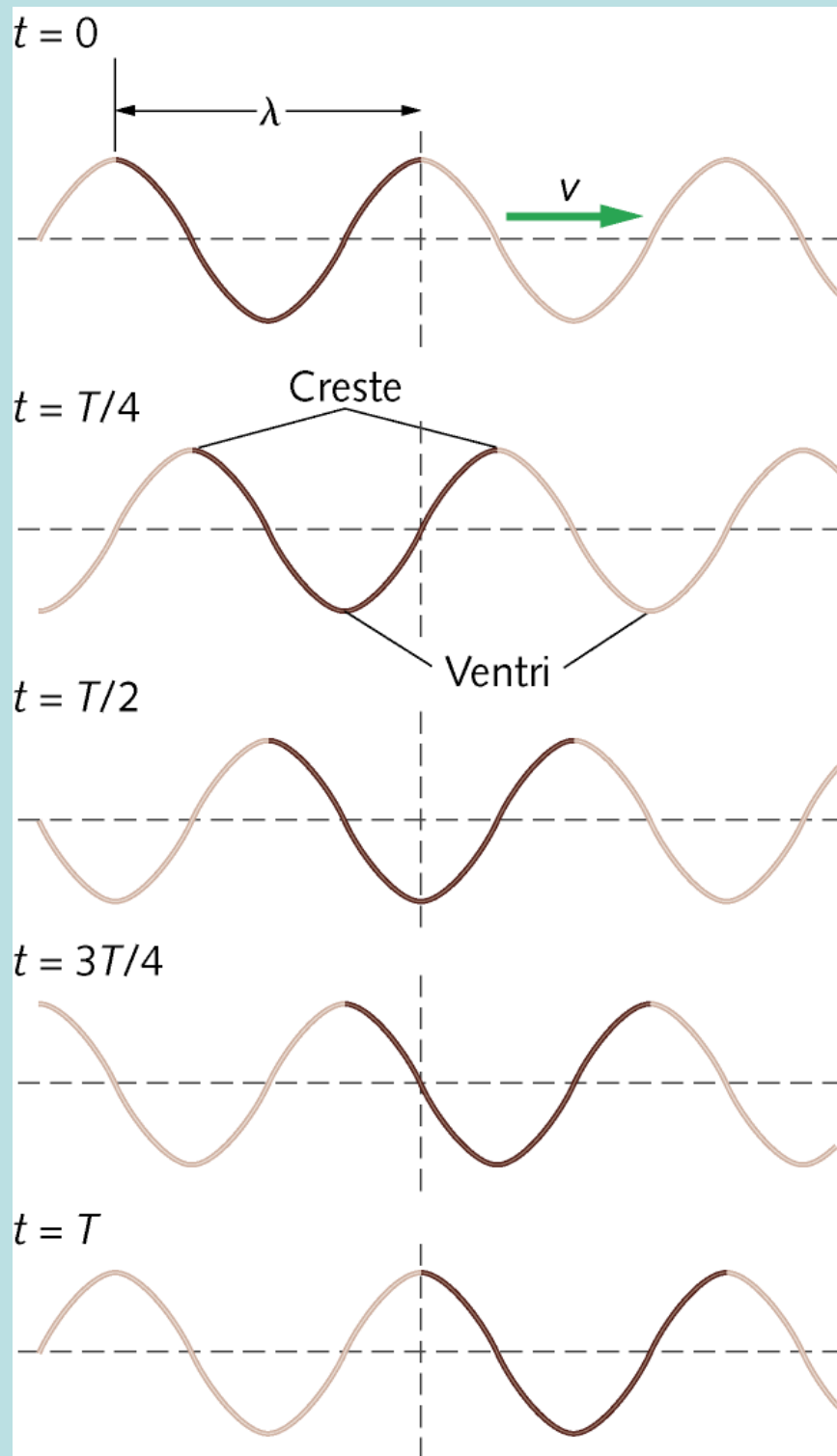








Ogni punto del mezzo replica la perturbazione prodotta dalla sorgente con un certo ritardo dipendente dalla distanza e dalla velocità di propagazione dell'onda



$$v = \lambda/T$$

Lunghezza d'onda λ : distanza dopo la quale un'onda si ripete.

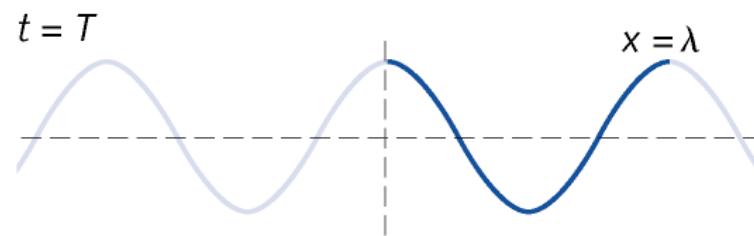
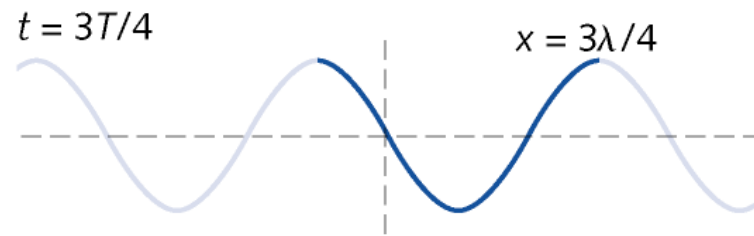
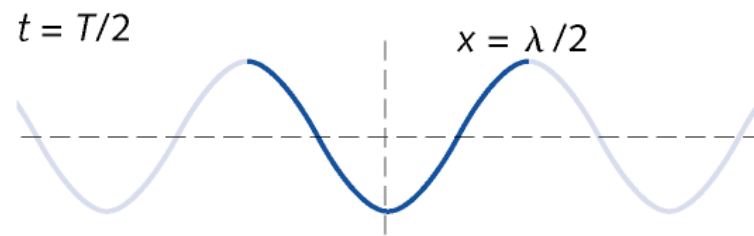
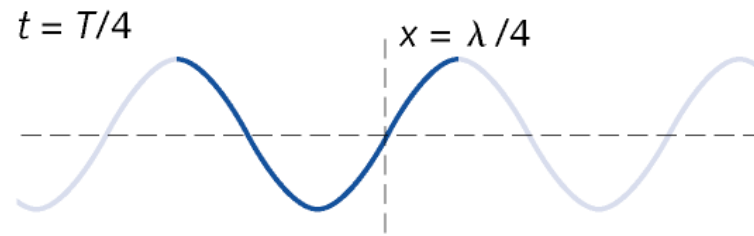
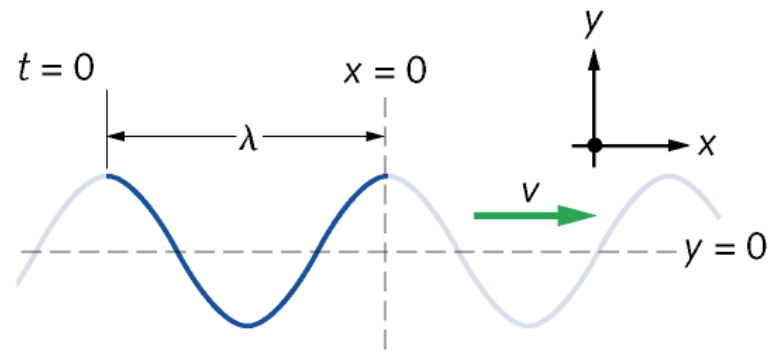
Periodo T : tempo necessario perché una lunghezza d'onda passi per un dato punto.

Frequenza $\nu = 1/T$

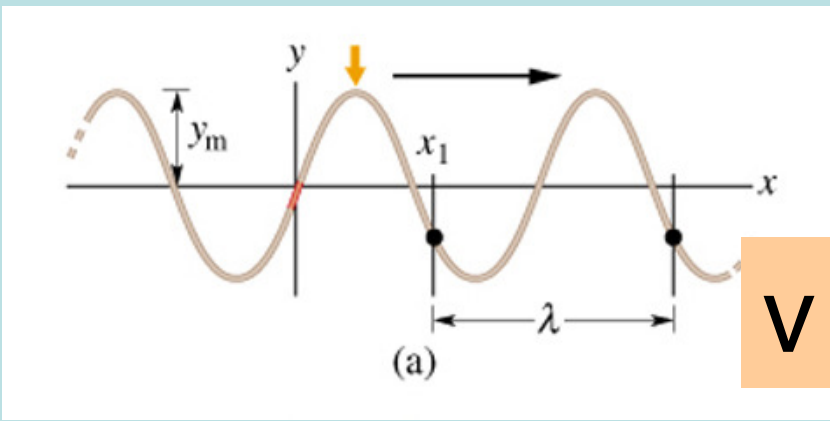
Velocità di un'onda

$$V = \frac{\text{distanza percorsa}}{\text{tempo impiegato}} = \frac{\lambda}{T} = \lambda \nu$$

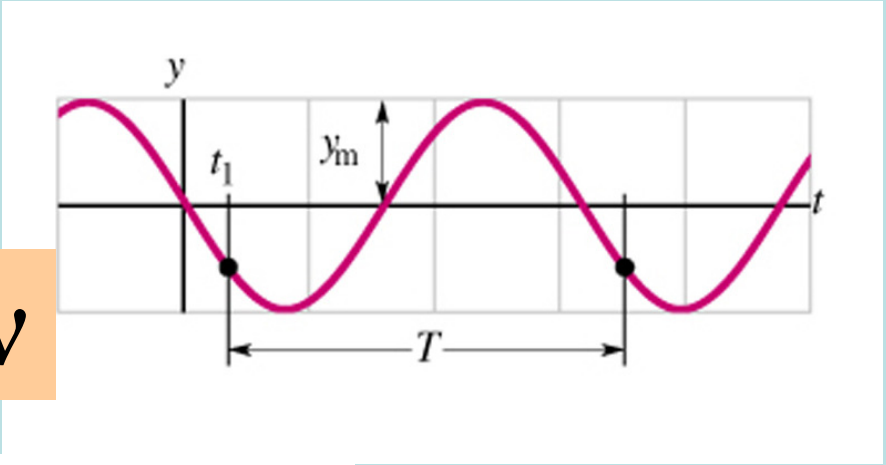
Onda armonica



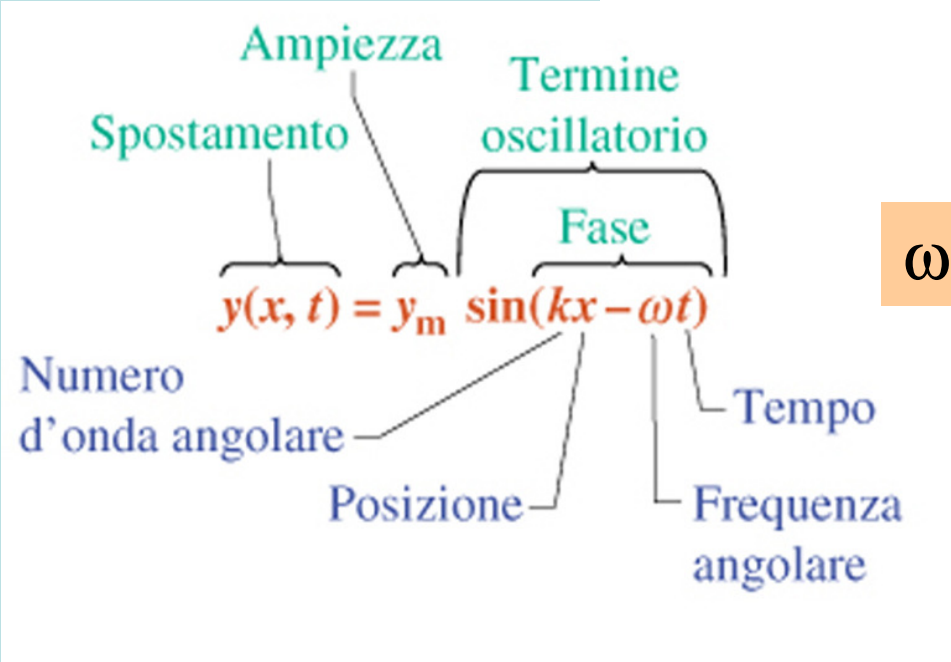
Funzione d'onda armonica



$$v = \lambda \nu$$



$$K = 2\pi / \lambda$$



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

deduzione della **Funzione d'onda armonica**

Dato che l'onda si ripete quando x è incrementata di una lunghezza d'onda λ , la dipendenza dell'onda da x deve essere del tipo

$$y(x) = A \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)$$

Con il passare del tempo, inoltre, la posizione della cresta dell'onda varia secondo la relazione

$$x = \lambda \frac{t}{T} = v t$$

**e la cresta che era originariamente in $x = \lambda$,
all'istante $t = 0$ all'istante generico t si trova in**

$$\mathbf{x = \lambda + \lambda (t/T)}$$

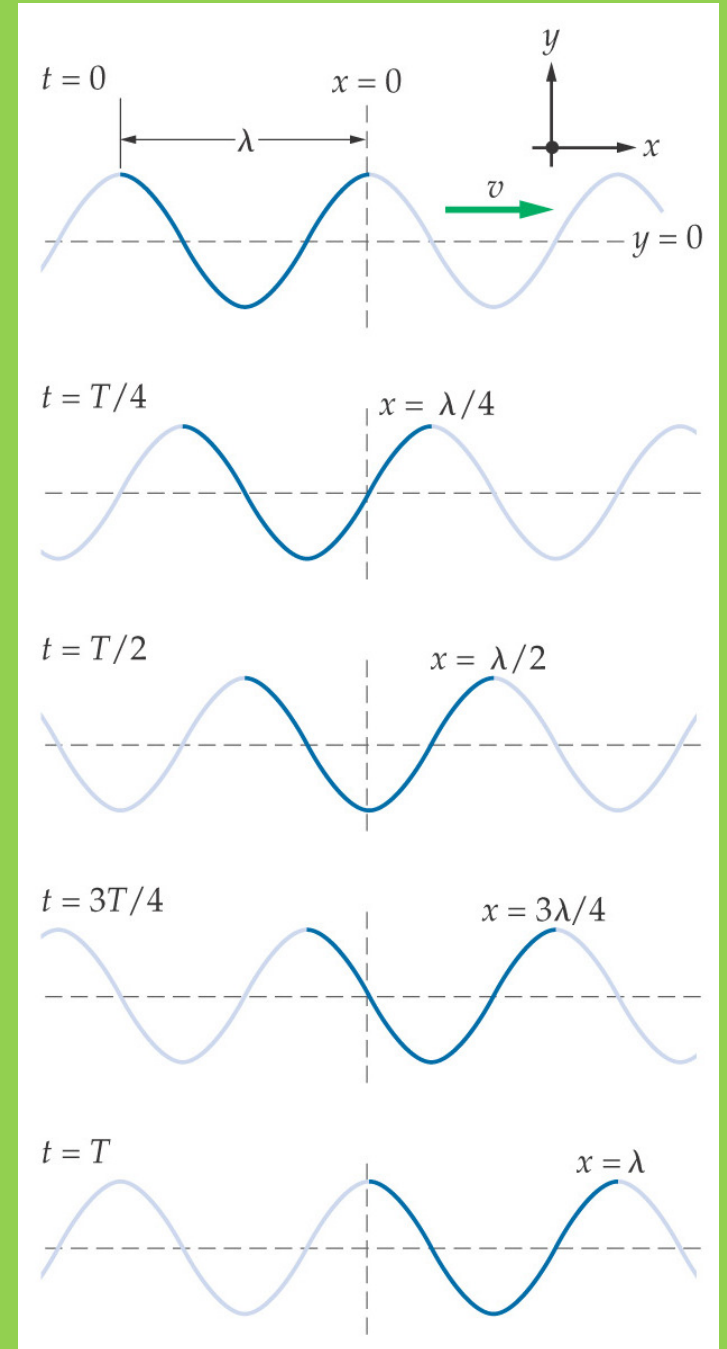
**Quindi per tener conto del tempo sostituiamo in
 $y(x)$ ad x**

$$\mathbf{x - \lambda (t/T)}$$

otteniamo così l'espressione completa della funzione d'onda

$$y(x, t) = A \cos \left[\frac{2\pi}{\lambda} \left(x - \lambda \frac{t}{T} \right) \right]$$

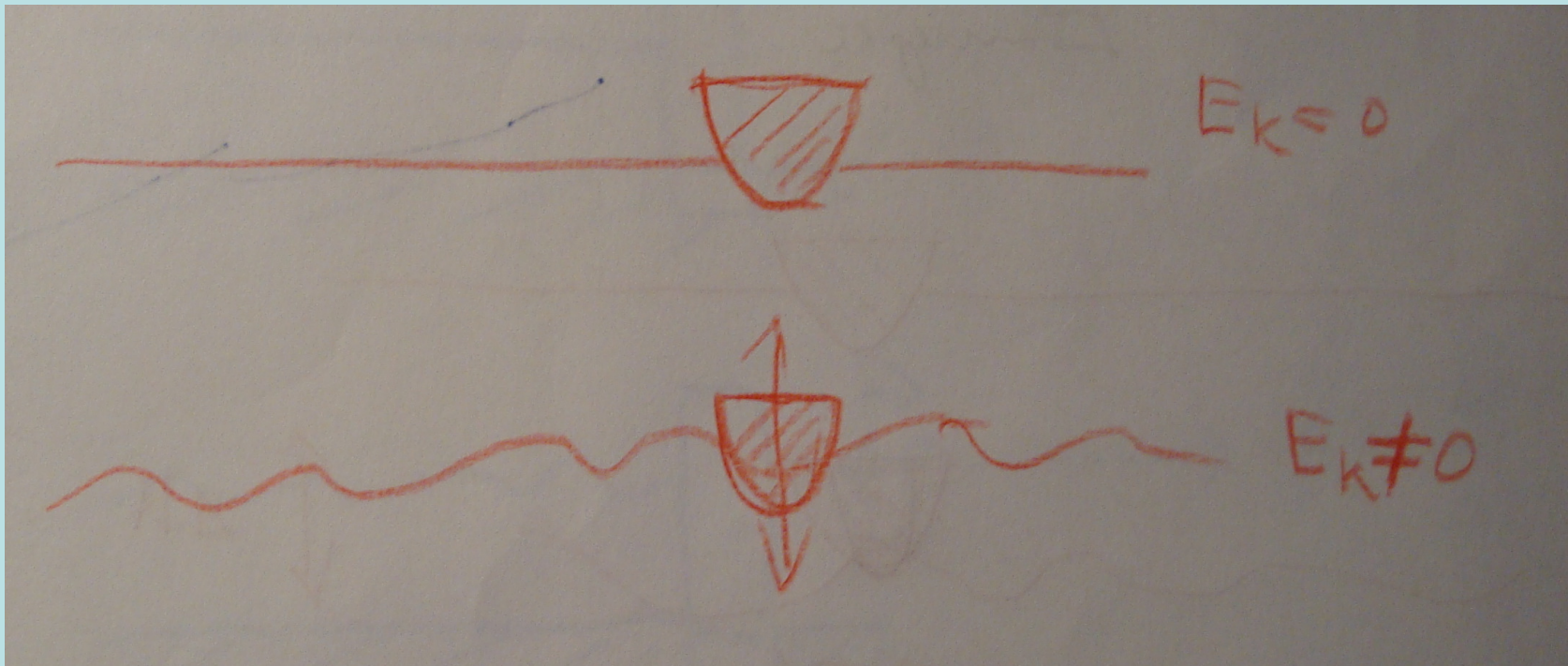
$$= A \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} x - \frac{2\pi}{T} t \right)$$



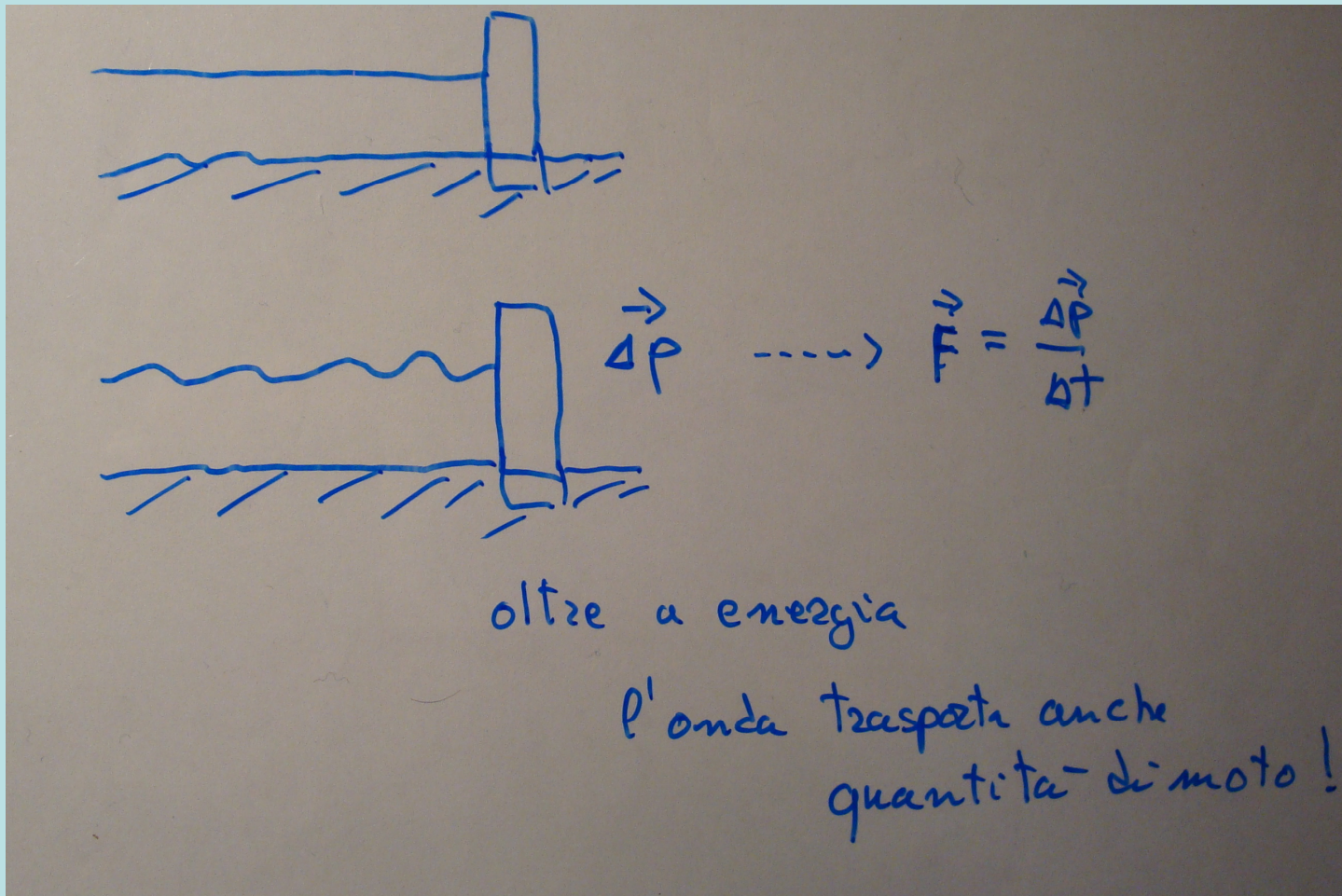
L'onda trasporta energia e quantità di moto

L'energia è proporzionale al quadrato dell'ampiezza...

$$U \propto Y_{\max}^2$$



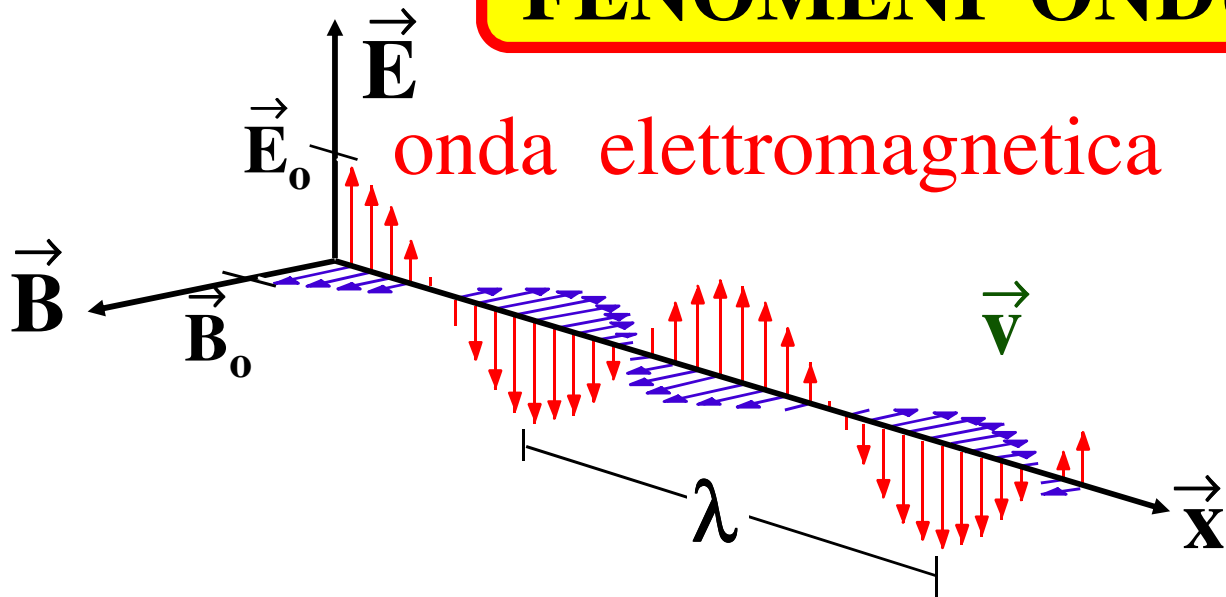
L'onda trasporta energia e quantità di moto



riassumendo...

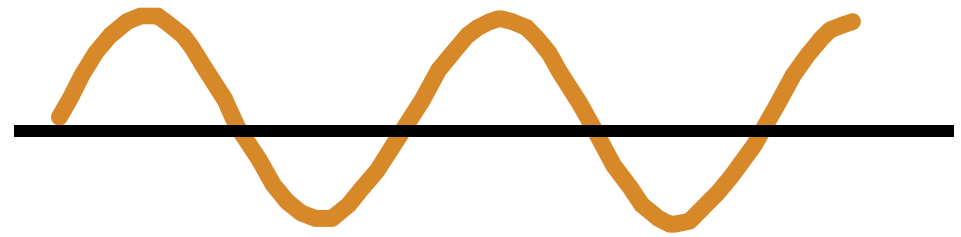
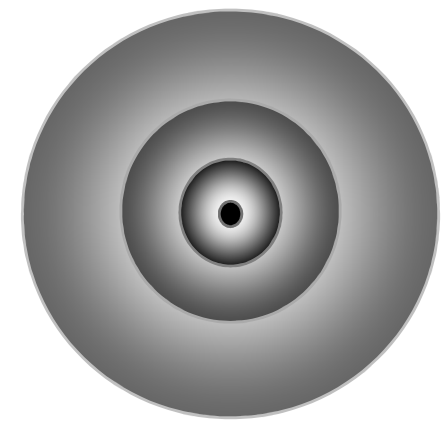


FENOMENI ONDULATORI



onda elettromagnetica

onda meccanica (suono)

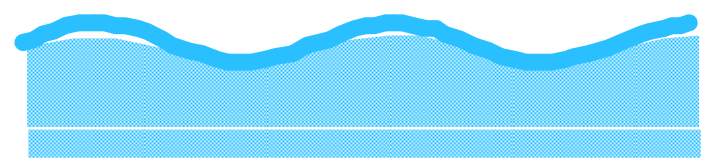


onda meccanica lungo una fune

onda meccanica (superficie gas-liquido)



onda meccanica lungo una molla



FENOMENI ONDULATORI

2

Eq. caratteristica della sorgente di una perturbazione periodica

$$f(t) = f(t + T) \quad T = \text{periodo caratteristico}$$

- $f(t)$ può essere una funzione periodica **qualsiasi**
- la funzione periodica **più semplice** è:

$$f(t) = A \operatorname{sen}(\omega t + \phi)$$

- $\omega = 2\pi \nu = \frac{2\pi}{T}$
- $\nu = \frac{1}{T}$

- dimensioni: $[v] = [t]^{-1}$
- unità di misura nel S.I.:
 $s^{-1} \equiv \text{hertz (Hz)}$

$$f(t) = A \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi}{T} t + \phi\right)$$

FENOMENI ONDULATORI

■ onde trasversali:

la vibrazione è perpendicolare alla propagazione

esempio :

onda lungo una corda



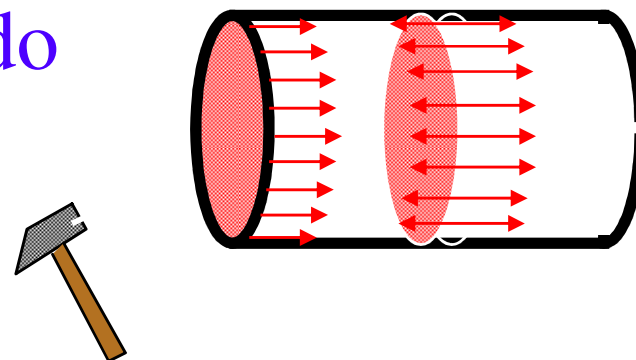
■ onde longitudinali:

la vibrazione ha la stessa direzione della propagazione

esempio :

onda di percussione in un solido

(idem in aria)



Le onde

- Def. funzione **periodica**: $f(t)=f(t+T)$, dove T è il periodo (che nel S.I. si misura in s); la più semplice è $f(t)=A\sin(\omega t+\phi)$, dove A è l'ampiezza e $\omega=2\pi\nu=2\pi/T$ (ν è la frequenza, che nel S.I. si misura in $s^{-1} = \text{Hz}$) e' la "pulsazione"
- Def. onde **trasversali**: se la vibrazione è **perpendicolare** alla direzione di propagazione (es.: onda lungo una corda)
- Def. onde **longitudinali**: se la vibrazione ha la **stessa direzione** della propagazione (es.: suono)

$$v = \lambda \nu$$

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