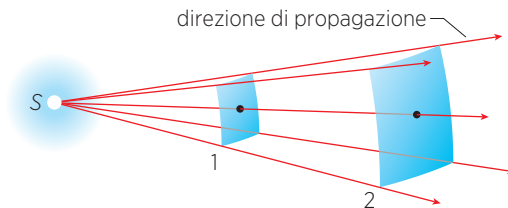


## L'INTENSITÀ DI UN'ONDA ELASTICA ED ELETTROMAGNETICA

Un'onda si propaga trasportando energia da un punto a un altro nello spazio. L'ampiezza dell'onda, cioè la massima perturbazione della grandezza considerata rispetto alla situazione di equilibrio, ci dà una misura dell'energia trasportata dall'onda nell'unità di tempo, cioè della sua intensità. Più precisamente:

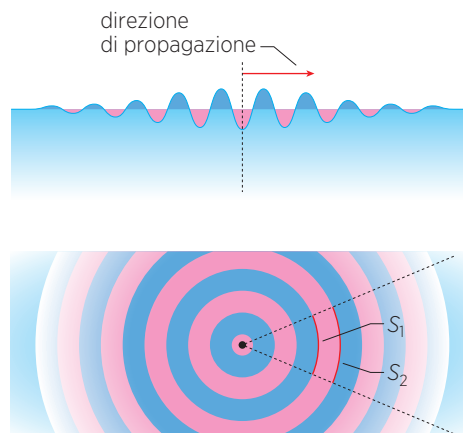
**definiamo l'intensità di un'onda come l'energia, trasportata dall'onda, che attraversa in un secondo una superficie unitaria piana perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda stessa.**

In altre parole, l'intensità di un'onda è la potenza trasmessa dalla sorgente di un'onda per unità di superficie. L'unità di misura dell'intensità di un'onda è dunque il **watt su metro quadrato ( $W/m^2$ )**. Quando l'onda, allontanandosi dalla sorgente, si propaga su fronti sempre più estesi, come nel caso delle onde sferiche (figura 1), la sua intensità tende a diminuire, perché l'energia (pur conservandosi) si distribuisce su porzioni di spazio sempre più ampie.



**Figura 1.** La superficie 2 è più estesa della superficie 1 e l'energia, che prima era concentrata su una porzione di spazio più piccola, ora è distribuita su una porzione di spazio più grande.

Come abbiamo detto, l'intensità di un'onda è legata all'ampiezza della perturbazione che si propaga. Se osserviamo, per esempio, un'onda circolare generata da un sasso sulla superficie di uno stagno, notiamo che l'ampiezza delle oscillazioni tende a diminuire via via che ci si allontana dalla sorgente (figura 2). Pur trascurando qualsiasi fenomeno dissipativo, infatti, l'energia meccanica delle porzioni di acqua vicine al punto di impatto del sasso si trasmette alle porzioni adiacenti, che iniziano anch'esse a oscillare con un'energia totale che non può essere superiore a quella ricevuta. Dato che tale quantità di energia si distribuisce su una superficie sempre più ampia, l'intensità dell'onda diminuisce e si osserva che l'ampiezza dell'onda è sempre più piccola.



**Figura 2.** Via via che ci si allontana dalla sorgente l'ampiezza dell'onda diminuisce. La stessa quantità di energia è infatti distribuita su una superficie sempre più ampia ( $S_1 < S_2$ ).

Diamo ora, senza dimostrazione, le formule che esprimono l'intensità delle onde elastiche e delle onde elettromagnetiche.

## Intensità delle onde elastiche

L'intensità  $I$  di un'onda elastica periodica, di frequenza  $\nu$ , che si propaga in un mezzo omogeneo di densità  $\rho$  con velocità  $\vec{v}$ , è data dalla formula:

$$I = \frac{1}{2} \rho v (2\pi\nu)^2 A^2$$

dove  $A$  è l'ampiezza dell'onda.

Ricordando la definizione di intensità di un'onda, verifichiamo che l'espressione a secondo membro è effettivamente un'energia per unità di tempo e unità di superficie, misurata in  $\text{W}/\text{m}^2$ . In un'onda elastica in cui la perturbazione sia una dislocazione (verticale o orizzontale) l'unità di misura dell'ampiezza dell'onda è il metro, per cui:

$$\frac{\text{W}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{1}{\text{s}^2} \cdot \text{m}^2 = \left( \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \cdot \text{m} \cdot \frac{\cancel{\text{m}}}{\text{m}^{\cancel{2}} \cdot \text{s}} = \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} = \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

## Intensità delle onde elettromagnetiche

Un'onda elettromagnetica, data dalla perturbazione dei campi elettrico  $\vec{E}$  e magnetico  $\vec{B}$ , si propaga in un mezzo di permeabilità magnetica  $\mu = \mu_0 \mu_r$ . La sua intensità è pari al modulo del cosiddetto **vettore di Poynting**:

$$\vec{I} = \frac{1}{\vec{E} \times \vec{B}}$$

Cioè, dato che  $\vec{E}$  e  $\vec{B}$  sono perpendicolari tra loro, l'intensità  $I$  dell'onda elettromagnetica è legata alle ampiezze  $E$  e  $B$  dei campi elettrico e magnetico dalla relazione:

$$I = \frac{1}{\mu \cdot E \cdot B}$$

Ricordando la definizione di intensità di un'onda, verifichiamo anche in questo caso che l'espressione a secondo membro è effettivamente un'energia per unità di tempo e unità di superficie, misurata in  $\text{W}/\text{m}^2$ :

$$\frac{\text{W}}{\text{m}^2} = \frac{1}{\frac{\text{m}}{\text{T} \cdot \text{A}}} \cdot \frac{\text{N}}{\text{C}} \cdot \text{T} = \frac{\cancel{\text{A}}}{\cancel{\text{T}} \cdot \text{m}} \cdot \frac{\text{N}}{\cancel{\text{A}} \cdot \text{s}} \cdot \cancel{\text{T}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{m} \cdot \text{m} \cdot \text{s}} = \frac{\text{J}}{\text{s} \cdot \text{m}^2} = \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$