

$\pm i\omega t$ kérdése

Egydimenzióban a hullám alakja:

$$\psi(x,t) = f(kx - \omega t) = f(\varphi)$$

ahol $\varphi(x,t) = kx - \omega t$ a fázis.

példa: $\psi(x,t) = e^{i(kx - \omega t)}$ síkhullám

A hullám alakja nem változik időben és térben, ha a fázis állandó, azaz

$$\varphi = \text{const.} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi(x+\Delta x, t+\Delta t) = \varphi(x,t) \Rightarrow$$

$$\cancel{\varphi(x,t)} + \underbrace{\frac{\partial \varphi}{\partial x} \Big|_t \cdot \Delta x + \frac{\partial \varphi}{\partial t} \Big|_x \cdot \Delta t}_{=0} = \cancel{\varphi(x,t)} \Rightarrow$$

A fázissebesség definíciója:

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} \Big|_{\varphi = \text{const}} \rightarrow v = \frac{\partial x}{\partial t} \Big|_{\varphi} = - \frac{\frac{\partial \varphi}{\partial t} \Big|_x}{\frac{\partial \varphi}{\partial x} \Big|_t} = - \frac{-\omega}{k} = \frac{\omega}{k} > 0$$

Mivel $v > 0$, a hullám $+x$ irányba terjed.

Ez egyébként a termodinamikában jól ismert képlet.

Hasonlóan, ha $\psi(x,t) = e^{i(kx + \omega t)} \Rightarrow$

$$\Rightarrow v < 0, \text{ a hullám } -x \text{ irányba terjed.}$$

Általában a \underline{k} hullámszámvektor irányába terjedő síkhullám alakja:

$$\psi(\underline{r}, t) = A e^{i(\underline{k} \cdot \underline{r} - \omega t)}$$

és a fázissebesség nagysága: $v = \frac{\omega}{|\underline{k}|}$, iránya: \underline{k}