

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Užití fázového rozdílu vlnění v úlohách

Tematická oblast	FYZIKA - Kmitání, vlnění a elektřina
Datum vytvoření	24. 9. 2012
Ročník	2. ročník čtyřletého a 6. ročník osmiletého studia gymnázia
Stručný obsah	Řešení fyzikálních úloh využívajících vztah pro fázový rozdíl vlnění
Způsob využití	Postupným procházením stránek řešíme s žáky úlohy, společně rozebíráme řešení nebo žáci řeší sami.
Autor	Mgr. Petr Zezulka
Kód	VY_32_INOVACE_28_FZEZ19

Fázový rozdíl vlnění $\Delta\varphi$ rozhoduje o výsledku interference dvou vlnění.

Uvažujme dvě vlnění se stejnou vlnovou délkou a amplitudou výchylky popsaná rovnicemi:

$$y_1 = y_m \sin 2 \pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda} \right)$$

$$y_2 = y_m \sin 2 \pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_2}{\lambda} \right)$$

Pro **fázový rozdíl vlnění** platí:

$$\Delta\varphi = 2 \pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_2}{\lambda} \right) - 2 \pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda} \right) = \frac{2 \pi}{\lambda} (x_1 - x_2) = \frac{2 \pi}{\lambda} d,$$

kde $d = x_1 - x_2$ nazýváme **drahový rozdíl vlnění**. Vyjadřuje vzdálenost dvou bodů, ve kterých mají obě vlnění stejnou fázi.

Pružným vláknem se šíří postupné vlnění o frekvenci 2,5 Hz. Jakou rychlostí se šíří vlnění, jestliže body vlákna, které jsou navzájem vzdálené 20 cm, kmitají s fázovým rozdílem $\frac{\pi}{2}$.

Vyjdeme ze vztahu pro fázový rozdíl vlnění:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} d$$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\frac{v}{f}} d$$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d f}{v}$$

$$v = \frac{2\pi d f}{\Delta\varphi} = \frac{2\pi \cdot 0,2 \cdot 2,5}{\frac{\pi}{2}} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\underline{v = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

Určete fázový rozdíl kmitání dvou bodů, které leží na přímce rovnoběžné se směrem šíření vlnění, je-li vzájemná vzdálenost bodů 3 cm a frekvence vlnění je 0,1 kHz. Rychlost šíření vlnění je 15 dm . s⁻¹.

Pro fázový rozdíl $\Delta\varphi$ platí: $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} d$

Použijeme vztah $\lambda = \frac{v}{f}$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\frac{v}{f}} d$$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d f}{v}$$

Po dosazení číselných údajů dostaneme:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi \cdot 0,03 \cdot 100}{1,5} = 4\pi$$

Postupné vlnění vzbuzuje ve dvou bodech navzájem vzdálených 4 cm harmonické kmitání. Rozdíl počátečních fází obou kmitání je $\frac{\pi}{4}$. Vypočítejte vlnovou délku vlnění.

Ze vztahu pro fázový rozdíl vlnění vyjádříme obecně vlnovou délku:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} d$$

Po dosazení číselných údajů získáme:

$$\lambda = \frac{2\pi d}{\Delta\varphi}$$

$$\lambda = \frac{2\pi \cdot 0,04}{\frac{\pi}{4}} \text{ m} = 0,32 \text{ m} = 32 \text{ cm}$$

Vlnění o frekvenci 125 Hz se šíří ve směru přímky fázovou rychlostí $4 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$. Jakou nejmenší vzájemnou vzdálenost mohou mít dva body, které kmitají:

a) se stejnými fázemi b) s opačnými fázemi?

a) Dva body kmitají se stejnými fázemi, právě když je fázový rozdíl vlnění $\Delta\varphi = 2k\pi$, kde $k \in \mathbb{Z}$. Abychom určili nejmenší možnou vzdálenost, položíme $k = 1$.

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} d$$

$$2\pi = \frac{2\pi}{\lambda} d$$

$$\lambda = d$$

$$d = \frac{v}{f}$$

$$d = \frac{4000}{125} \text{ m} = \underline{\underline{32 \text{ m}}}$$

b) Dva body kmitají s opačnými fázemi, právě když je fázový rozdíl vlnění $\Delta\varphi = (2k - 1) \pi$, kde $k \in \mathbb{Z}$. Abychom určili nejmenší možnou vzdálenost, položíme $k = 1$.

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} d$$

$$\pi = \frac{2\pi}{\lambda} d$$

$$\lambda = 2d$$

$$2d = \frac{v}{f}$$

$$d = \frac{v}{2f}$$

$$d = \frac{4000}{2 \cdot 125} \text{ m} = \underline{\underline{16 \text{ m}}}$$