3. Vlnění

Cvičení 1 ***(monochromatická vlna na přímce)***

Pro zadaná monochromatická vlnění na ose x určete jejich vlnovou délku, frekvenci a fázovou rychlost

a) $u(x,t) = u_0 \cos\left(5\pi x - \pi t + \pi/2\right)$,

b) $u(x,t) = u_0 \sin\left(6\pi x + 6\pi t - 10\pi\right)$,

c) $u(x,t) = C \exp\left[i\left(x - t\right)\right]$.

Cvičení 2 ***(monochromatická vlna na přímce)***

Pro monochromatické vlny z cvičení 1 určete nutnou změnu polohy počátku souřadnic na ose x tak, aby se jejich fázová posunutí stala nulovými.

Jak by se v jednotlivých případech musely změnit počátky odečtu času (okamžik spuštění časomíry), aby se fázová posunutí anulovala při zachování polohy počátku souřadnic?

Můžeme tak v obou případech učinit "beztrestně" (beze změny fyzikálních podmínek problé- mu)?

Cvičení 3 ***(rovinná monochromatická vlna v prostoru)***

Pro zadané rovinné monochromatické vlny v prostoru určete jejich vlnovou délku, frekvenci, fázovou rychlost a směr šíření (ten charakterizujte jednotkovým vektorem do něj ukazujícím)

a) $u(\vec{r},t) = u_0 \cos\left(3\pi x + \pi y - \sqrt{6}\pi z - 8\pi t + \pi/3\right)$,

b) $u(\vec{r},t) = u_0 \sin\left(\pi x + \pi y - \sqrt{2}\pi z - \tfrac{1}{2}\pi t - 4\right)$,

c) $u(\vec{r},t) = C \exp\left[i\left(x + y - z + 2t\right)\right]$.

Cvičení 4 ***(polarizace)***

Určete polarizaci zadané rovinné monochromatické vlny (vyšetření proveďte v počátku sou- řadnicové soustavy)

a) $\vec{u}(\vec{r},t) = \vec{u}_0 \cos\left(x - t + 1\right)$, kde $\vec{u}_0 = \left[0,1,2\right]$,

b) $\vec{u}(\vec{r},t) = \vec{u}_0 \cos\left(3z + 2t - 1\right)$, kde $\vec{u}_0 = \left[1,1,0\right]$,

c) $\vec{u}(\vec{r},t) = \left[u_x(\vec{r},t), u_y(\vec{r},t), u_z(\vec{r},t)\right]$, kde $u_x(\vec{r},t) = 0$, $u_y(\vec{r},t) = 2\cos\left(x - 2t\right)$, $u_z(\vec{r},t) = 2\sin\left(x - 2t\right)$,

d) $\vec{u}(\vec{r},t) = \left[u_x(\vec{r},t), u_y(\vec{r},t), u_z(\vec{r},t)\right]$, kde $u_x(\vec{r},t) = 0$, $u_y(\vec{r},t) = \sin\left(2x - t\right)$, $u_z(\vec{r},t) = 2\cos\left(2x - t\right)$.

Cvičení 5 *(grupová rychlost)*

Určete grupovou rychlost (hypotetického) nemonochromatického vlnění na přímce, jehož monochromatické složky mají hodnoty

a) vlnového čísla blízké $k_0 = 10$ m^{-1} a pro které platí $\omega(k) = \alpha k^2$ ($\alpha = 0{,}5$ m^2/s),

b) vlnové délky blízké $\lambda_0 = 0{,}01$ cm a pro které platí $\omega(k) = \alpha\sqrt{|k|}$ ($\alpha = 0{,}1$ m$^{1/2}$/s),

c) frekvence blízké $f_0 = 10^3$ s^{-1} a pro které platí $\lambda = \gamma / f^3$ ($\gamma = 2{,}5\,\mathrm{m.s}^3$),

d) úhlové frekvence blízké konstantní hodnotě ω_0 a pro které platí $\upsilon_f = c + A\sqrt{\omega}$ (*c* a *A* jsou kladné konstanty).

Cvičení 6 *(Huygensův princip)*

Pomocí Huygensova principu určete pro vlnění v rovině graficky tvar "vlnoplochy"* v čase $t + \Delta t$, kde $\Delta t = 0{,}1$ s, víte-li, že rovnice této vlnoplochy v čase *t* zní

$$(x-2)^2 + (y-1)^2 = 4\,.$$

Dále víte, že se vlnění šíří ve všech směrech konstantní fázovou rychlostí $\upsilon_f = 2$ m/s a směr jeho šíření je v bodě [2,3] v čase *t* zadán vektorem [0,1].

Umíte napsat rovnici této vlnoplochy v čase $t + \Delta t$?

Jak by vypadalo řešení této úlohy v případě, že by směr šíření vlnění v čase *t* zadával vektor [0,-1]?

Doporučená literatura

J. KVANSICA A KOL., *Mechanika*, Academia, Praha 1988 (kapitola 11)

---

* Proč uvozovky?