



Talasno kretanje

dr Mira Vučeljić
redovni profesor

JEDNAČINA PROGRESIVNOG TALASA

Podjela talasa:

1. prema dimenziji
2. prema pravcu oscilovanja čestica sredine
3. prema periodičnosti
4. prema obliku talasnog fronta

$$\lambda = cT$$

$$y = y_0 \sin \omega t'$$

$$y = y_0 \sin \omega (t - \tau)$$

$$y = y_0 \sin \left(\omega t - \omega \frac{x}{c} \right)$$

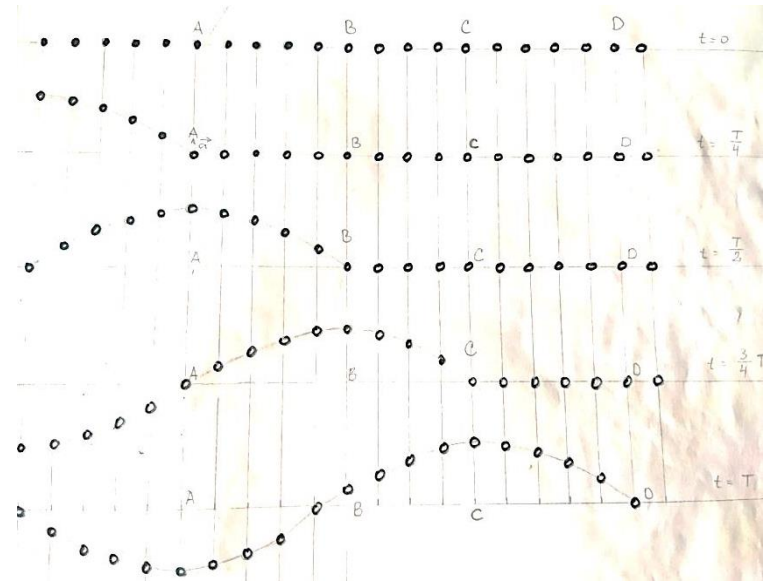
$$y = y_0 \sin \left(\omega t - \frac{2\pi x T}{T\lambda} \right)$$

$$y = y_0 \sin \left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} \right)$$

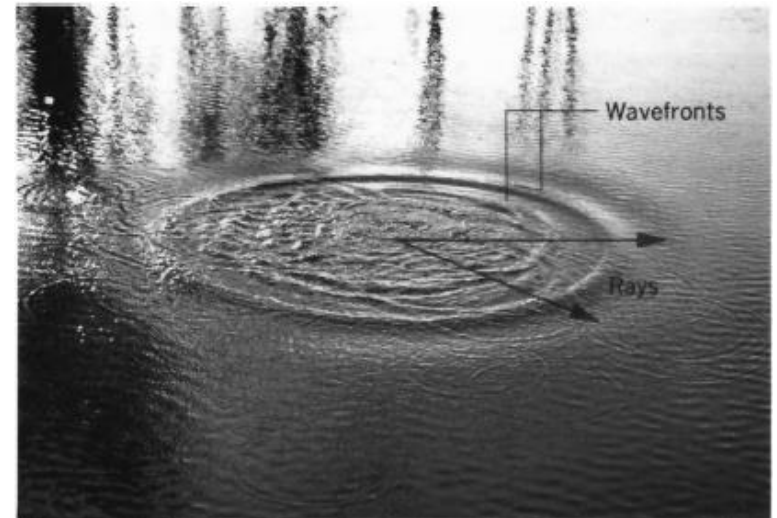
$$y = y_0 \sin(\omega t - kx)$$

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

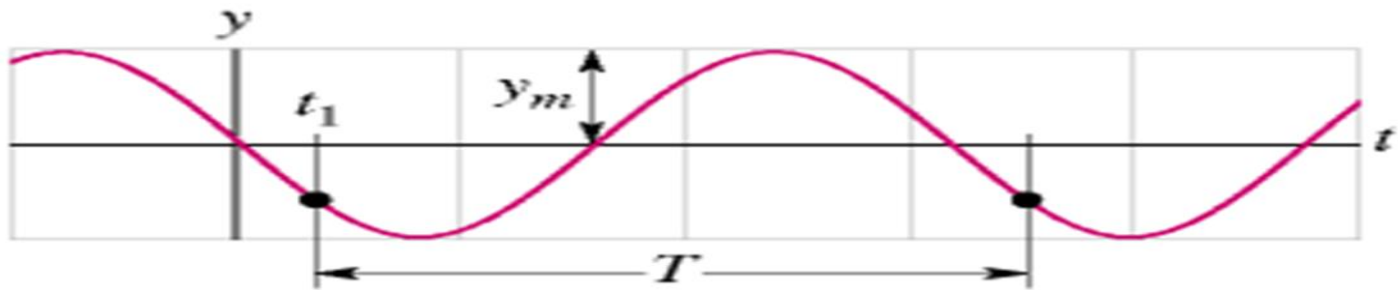
jednačina progresivnog ravnanskog talasa



Slika 1.



Slika 2.



$\omega t - kx$ faza talasa

Nađimo razliku faza za dvije tačke na mjestima x_1 i x_2

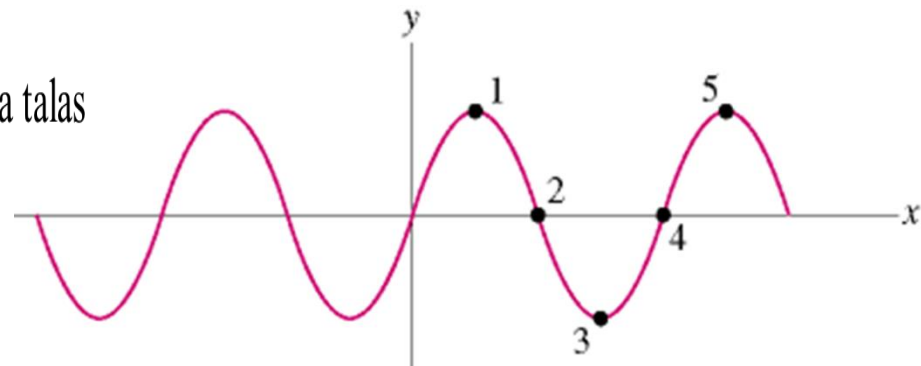
$$\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2 = \omega t - \frac{2\pi x_1}{\lambda} - \omega t + \frac{2\pi x_2}{\lambda}$$

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} (x_2 - x_1)$$

$$\Delta\phi = 2n\pi \quad \longrightarrow \quad x_2 - x_1 = n\lambda \quad \text{čestice osciluju u fazi} \quad (\text{F1})$$

$$\Delta\phi = (2n + 1)\pi \quad \longrightarrow \quad x_2 - x_1 = (2n + 1)\frac{\lambda}{2} \quad \text{čestice su u protivfazi}$$

Naci faznu razliku izmedju tacke 1 i tacaka 2, 3, 4,5 za talas prikazan na slici





BRZINA TRANSVERZALNOG TALASA

Brzinu talasa dobijamo iz uslova da je promjena impulsa čestica koje se nalaze do tačke P jednaka impulsu sile.

Poduzna masa $\mu = \frac{m}{l}$

$F \sin \theta \cdot t = F \frac{v}{c} t$ impuls sile

$v \cdot c \cdot t \cdot \mu$ promjena količine kretanja

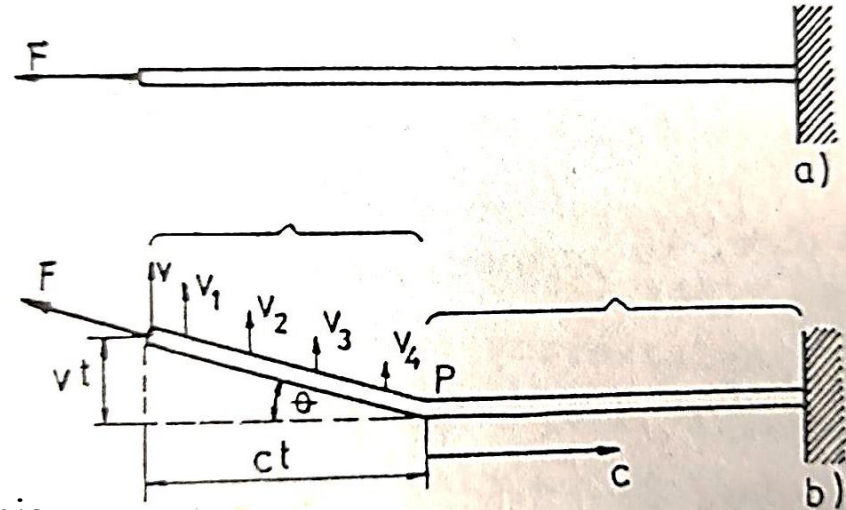
$v \cdot c \cdot t \cdot \mu = F \frac{v}{c} t$

$c^2 = \frac{F}{\mu}$

$c = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

brzina transferzalnog talasa

Brzina zavisi od F i μ tj. od elastičnih osobina sredine što znači da se svi mehanički talasi kroz istu sredinu prostiru istom brzinom. Ovo se odnosi samo na čvrstu sredinu.



Slika 3.

BRZINA LONGITUDINALNOG TALASA

Brzinu talasa dobijamo iz uslova da je promjena impulsa molekula gasa koji se nalaze do tačke P jednaka impulsu sile.

$\rho c t S$ masa molekula gasa koji osciluju

$\rho c t S \cdot v$ promjena količine kretanja molekula gasa

$\Delta p \cdot s \cdot t$ impuls rezultujuće sile

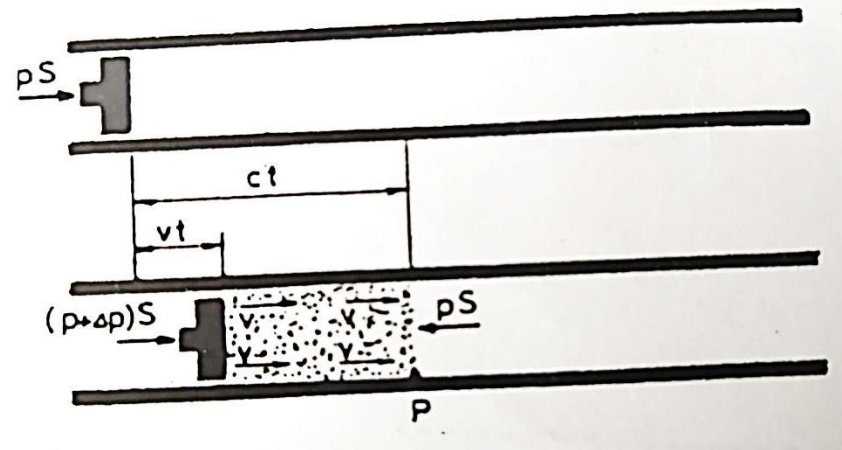
Kako izraziti Δp ?

$$k = \frac{1}{\Delta p} \frac{\Delta V}{V} = \frac{1}{\Delta p} \frac{S v t}{S c t} ; \Delta p = \frac{v}{k c}$$

$$\Delta p \cdot S \cdot t = \frac{v}{k c} \cdot t \cdot S \longrightarrow c = \sqrt{\frac{1}{k \rho}}$$

$$\frac{1}{k} = B \longrightarrow c = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \text{ brzina long. talasa u čvrstoj sredini; } B - \text{ moduo eleastičnosti}$$

$$c = \sqrt{\frac{\kappa p}{\rho}} \text{ brzina longitudinalnog talasa u gasu; } \kappa - \text{ koeficjent adijabate}$$



Slika 4.

Impuls sile jednak je promjeni količine kretanja

$$\Delta p \cdot S \cdot t = \rho \cdot c \cdot t \cdot S \cdot v$$

$$\Delta p = \rho \cdot c \cdot v$$

Stojeći talasi

Interferencija (slaganje talasa) nastaje u tacki susreta dva talasa, cesto se desava da na nekim mjestima djelici sredine osciluju jace a na nekim slabije. Interferencija -mogucasamo kod kohetrentnih talasa
Koherentni talasi-fazna razlika se ne mijenja tokom vremena.

$$y_1(x, t) = y_m \sin(kx - \omega t - \phi_1)$$

$$y_2(x, t) = y_m \sin(kx - \omega t - \phi_2).$$

$$y(x, t) = y_1(x, t) + y_2(x, t)$$

$$= y_m[\sin(kx - \omega t - \phi_1)$$

$$+ \sin(kx - \omega t - \phi_2)].$$

$$y(x, t) = [2y_m \cos(\Delta\phi/2)] \sin(kx - \omega t - \phi'),$$

$\phi' = (\phi_1 + \phi_2)/2$. The quantity $\Delta\phi = (\phi_2 - \phi_1)$ is called the *phase difference* between the two waves.

$$\sin B + \sin C = 2 \sin \frac{1}{2}(B + C) \cos \frac{1}{2}(B - C),$$

amplitude $2y_m |\cos(\Delta\phi/2)|$.

zakljucujemo da ce se novi talas prostirati duz istog pravca I analogno sa FI, oscilovati sa maksimalnom aplitudom ako je razlika puteva cio broj tal.duzine,odnosno sa min amplitudom ako je razlika puteva neparan broj polovina tal.duzine

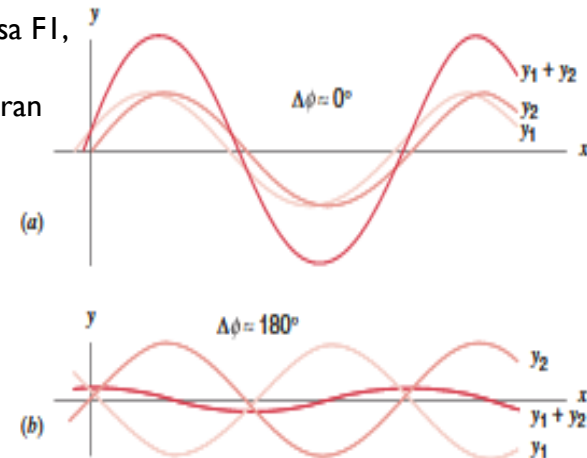
Razmatrana je interferencija dva talasa istih frekfencija (tal duzina),sinusnog oblika koji se prostiru u istom smjeru. Sta se desava kada se takva dva talasa prostiru u suprotnim smjerovima?

Ovo se najcesce desava u slucajevima odbijanja talsaa od prepreke njegovom interferencijom sa upadnim talasom. Nastaje stojeci talas!

Pri odbijanju od gusce sredine faza talasa se mijenja za π , obrnuto pri odbijanju od redje faza talasa se ne mijenja



FIGURE 16-14. Two wave trains, in this case circular ripples from two different disturbances, interfere where they overlap at particular points. The displacement at any point is the superposition of the individual displacements due to each of the two waves.



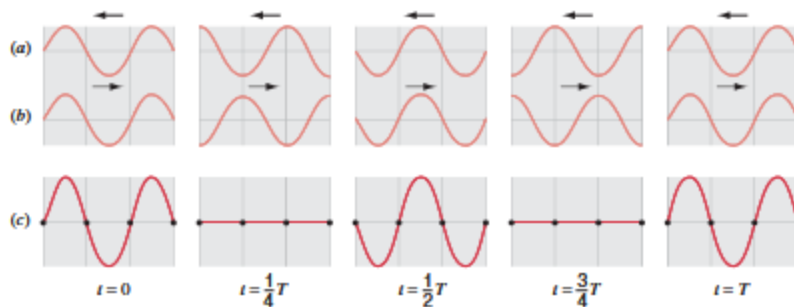


FIGURE 18-17. (a, b) Two traveling waves of the same wavelength and amplitude, moving in opposite directions. (c) The superposition of the two waves at different instants of time. The nodes in the standing wave pattern are indicated by dots. Note that the traveling waves have no nodes.

$$y_1(x, t) = y_m \sin(kx - \omega t),$$

$$y_2(x, t) = y_m \sin(kx + \omega t).$$

$$y(x, t) = y_1(x, t) + y_2(x, t)$$

$$= y_m \sin(kx - \omega t) + y_m \sin(kx + \omega t)$$

$$y(x, t) = [2y_m \sin kx] \cos \omega t.$$

$$kx = \left(n + \frac{1}{2}\right) \pi \quad n = 0, 1, 2,$$

$$k = 2\pi/\lambda,$$

$$x = \left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2} \quad n = 0, 1, 2,$$

$$kx = n\pi \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

$$x = n \frac{\lambda}{2} \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Dobijeni talas ne putuje kroz prostor(stojeci) a amplituda sa kojom osciluju cesticke sredine nije konstantna vec se mijenja u prostoru.

Uslov za maximum, nastaje na mjestima udaljena za neparan broj $\lambda/4$ -trbusi
 Minimum na mjestima duz x koja su udaljena paran broj $\lambda/4$ -cvorovi
 Rastojanje izmedju dva trbuha ili dva cvora je $\lambda/2$, a izmedju cvora i trbuha je $\lambda/4$.

ZVUK

Mehanicki talasi frekvencija u intervalu od 16-20000 Hz

Infrazvuk – manja od 16 Hz

Ultrazvuk-veca od 20000Hz

Akustika

Sum i ton

Ton se razlikuje po visini, boji i intenzitetu

$$I_{\min} = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

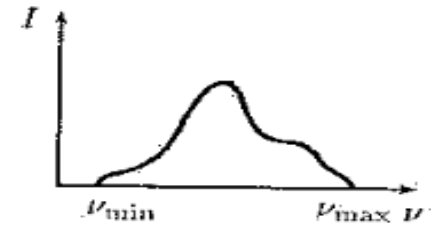
Prag cujnosti

$$I_{\max} = (1-10) \text{ W/m}^2$$

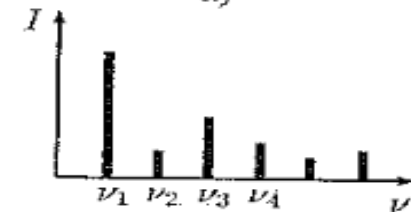
Granica bola

$$L = 10 \log \frac{I}{I_{\min}}$$

Subjektivna jacina tona



a)



b)

Oscilovanje žice

Pri refleksiji talasa od gusce sredine mijenja se faza I na tom mjestu se formira cvor stojećeg talasa. Pri refleksiji od opticki redje ne mijenja se faza I na tom mjestu se formira trbuh stojećeg talasa.

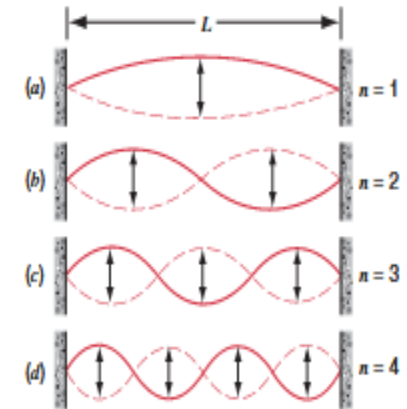
$$L = n \frac{\lambda}{2} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

Uslov za nastajanje stojećeg talasa u zici zategnutoj na oba kraja.

$n=1$, osnovni ton, $n=2,3\dots$ su visi harmonici

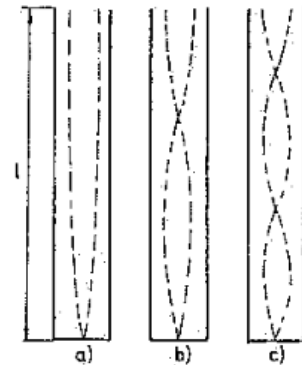
$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \quad (n = 1, 2, 3, \dots),$$

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = n \frac{v}{2L} \quad (n = 1, 2, 3, \dots).$$



Oscilovanje vazdusnog stuba

$$L = (2k - 1) \frac{\lambda}{4} \quad (k = 1, 2, \dots)$$



Doplerov efekat

Do sada smo smatrali da je frekvencija oscilovanja cestica sredine jednaka frekvenciji zvučnog izvora. To je tačno ako izvor i prijemnik miruju.

Šta se desava kada se oni kreću?

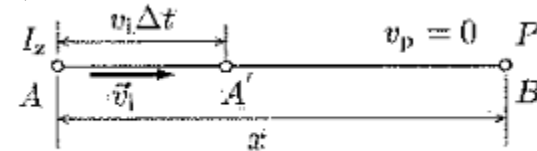
Izvor ide prema prijemniku

$$t_1^* = t_1 + \frac{x}{v},$$

$$t_2 = t_1 + \Delta t,$$

$$t_2^* = t_2 + \frac{x - v_1 \Delta t}{v}$$

Zvuk koji je emitovao izvor za vrijeme $\Delta t = t_2 - t_1$ prijemnik je registrovao za vrijeme $\Delta t^* = t_2^* - t_1^*$.



$$N = \nu_0 \Delta t$$

N broj talasa koje emituje izvor za Δt , isto toliko ce primiti prijemnik ali za vrijeme Δt^* ,

$$\nu = \frac{N}{\Delta t^*} = \frac{\nu_0}{1 - \frac{v_1}{v}} = \nu_0 \frac{v}{v - v_1}.$$

$$\nu = \nu_0 \frac{v}{v \mp v_1}.$$

Formula za frekvenciju ukoliko se izvor približava ili udaljava

Prijemnik se približava



$$t_1^* = t_1 + \frac{x}{v + v_p}$$

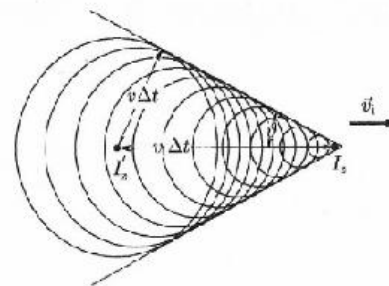
$$t_2^* = t_2 + \frac{x - v_p \Delta t}{v + v_p}$$

$$\Delta t^* = \Delta t \frac{v}{v \pm v_p}$$

$$N = \nu_0 \Delta t \quad \nu = \frac{N}{\Delta t^*}$$

$$\nu = \nu_0 \frac{v \pm v_p}{v}$$

$$\nu = \nu_0 \frac{v \pm v_p}{v \mp v_i}$$



Izraz za Doplerov efekat