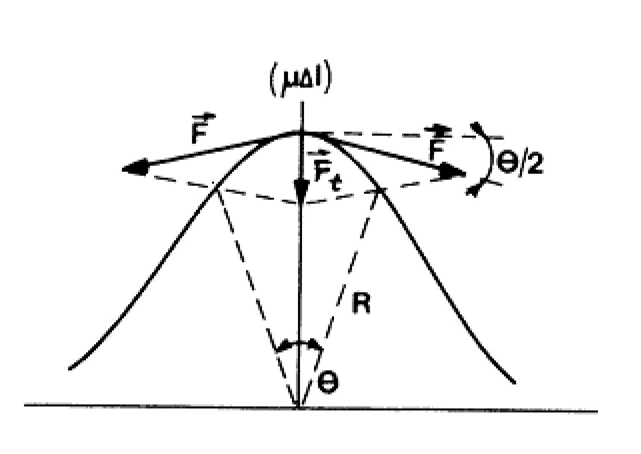
Brzina transferzalnog talasa



Slika PURIC 12.14 178

μ masa jedinice dužine žice
Δl dužina elementa žice čije se kretanje posmatra
$\mu\Delta l$ masa oscilatora (element žice) koji se posmatra

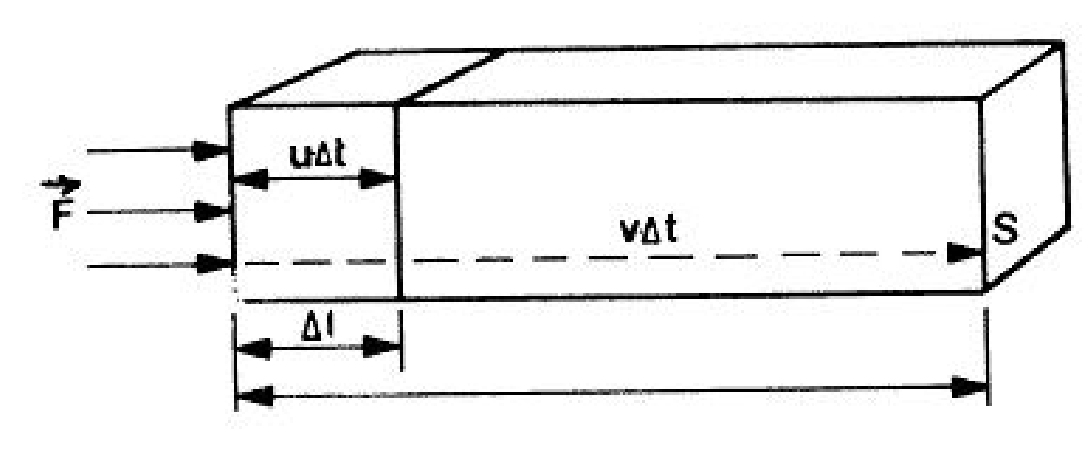
Ukupna sila koja deluje na element užeta je $F_t = 2F\sin(\theta/2)$

Za male uglove $\sin\alpha = \alpha$, tako da sledi $F_t = 2F\theta/2 = F\theta = F\Delta l/R$

$\mathbf{F_t = F_{cp}}$, tj. $F\dfrac{\Delta l}{R} = \mu\Delta l\dfrac{v^2}{R} \Longrightarrow v = \sqrt{\dfrac{F}{\mu}}$

\- KRAJ PRVOG TERMINA -

Brzina longitudinalnog talasa



Slika PURIC 12.15 179

ρ gustina
S poprečni presek
F spoljašnja sila
u brzina "elementa debljine štapa"

Za vreme Δt poremećaj pređe duž štapa rastojanje l=vΔt.
Za isto vreme štap se deformiše u dužini od Δl=uΔt

Hukov zakon $$F = ES\frac{\Delta l}{l}$$

Rad ove sile iznosi $A = F_{srednje}\Delta s$ $\quad F_{srednje} \approx \frac{F}{2}$ $\quad \Delta s = \Delta l$ ⇨ $A = E\frac{S}{2}\frac{\Delta l^2}{l}$ 1

$$A = E_{kineticko} = \frac{Mu^2}{2} = \frac{(Sl\rho)u^2}{2}$$ 2

iz 1 i 2 sledi $$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

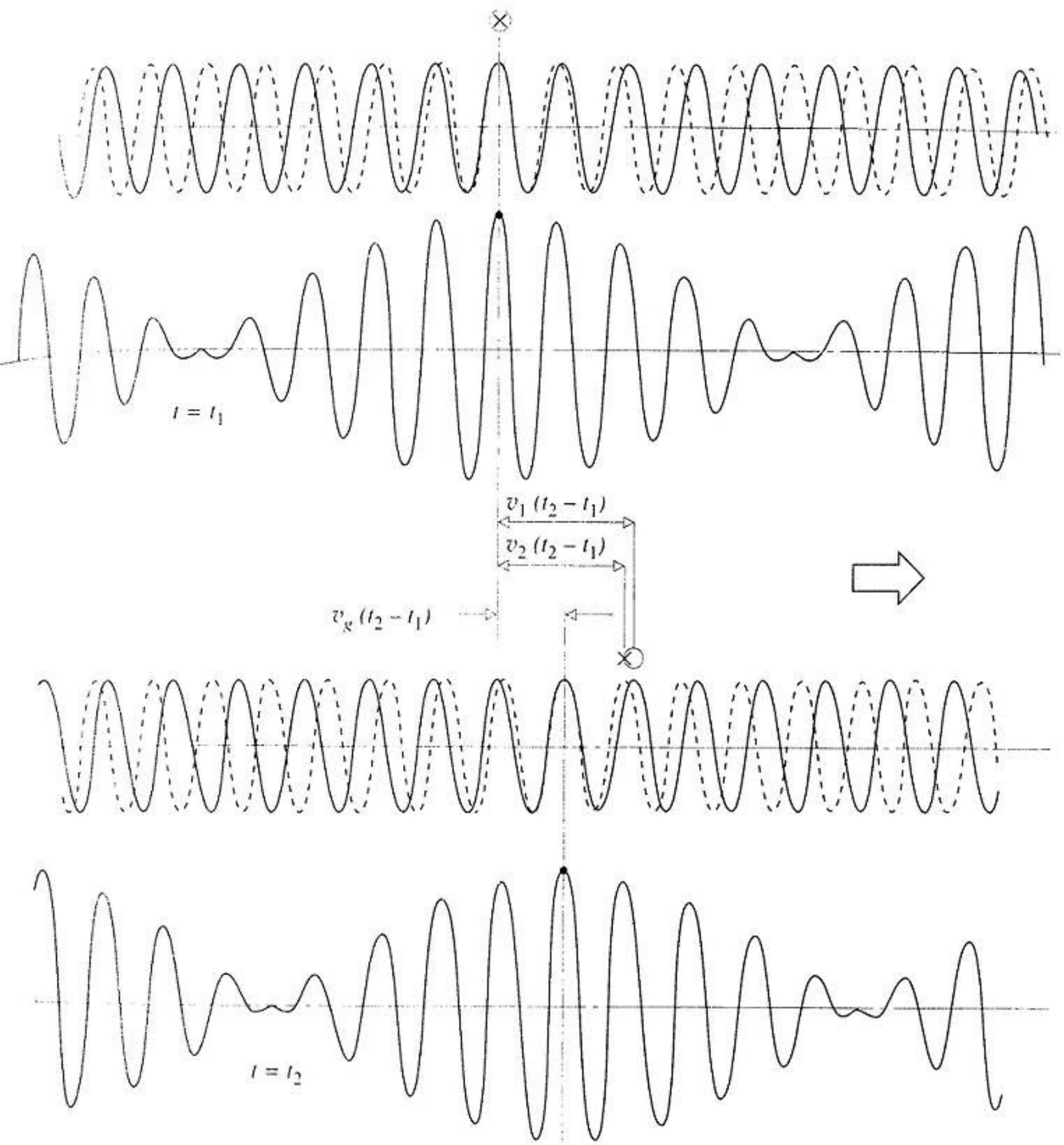
Pojam **GRUPNE BRZINE**

- VEOMA VAŽAN POJAM U FIZICI, USKO VAZAN ZA POJAM **DISPERZIJE**
- Hamilton, 1839
  Rejli
- potrebno je analizirati talas složen od dva talasa istog pravca i bliskih učestanosti – IZBIJANJE
- **analogna analiza** onoj kod oscilacija

$$x_1(t) = x_{01} \cdot \cos[(\varpi + \Delta\varpi)t]$$
$$x_2(t) = x_{02} \cdot \cos[(\varpi - \Delta\varpi)t]$$
$$x(t) = 2x_0 \cdot \cos(\Delta\omega t) = B \cdot \cos\omega t$$

$$y(x,t) = 2Y \cdot \cos(k_m x - \varpi_m t),$$
$$k_m = k_1 - k_2; \omega_m = \omega_1 - \omega_2$$

Pojam GRUPNE BRZINE 2



$$y(x,t) = 2Y \cdot \cos(k_m x - \varpi_m t)$$

$$k_m = k_1 - k_2; \omega_m = \omega_1 - \omega_2$$

Hecht slika 7.21

Pojam **GRUPNE BRZINE 3**

- Brzina ***envelope*** rezultujuceg talasa, tj. brzina prostiranja ”talasa kao celine” je grupna brzina

$$v_g = \frac{\varpi_1 - \varpi_2}{k_1 - k_2} = \frac{\Delta\varpi}{\Delta k} \qquad v_g = \frac{d\varpi}{dk}$$

- dω/dk je prvi izvod disperzione relacije $\omega=\omega(k)$

- **Podsetnik** $\omega = vk$

  $k=2\pi/\lambda$

- Ako se svi talasi koji čine složeni talas kreću ISTOM FAZNOM BRZINOM, tj. ω NE ZAVISI od talasnog vektora, GRUPNA BRZINA složenog talasa je jednaka **faznoj brzini** *

Pojam **GRUPNE BRZINE 4**

- veza između fazne i grupne brzine je

- **Podsetnik** $\omega = v\kappa$

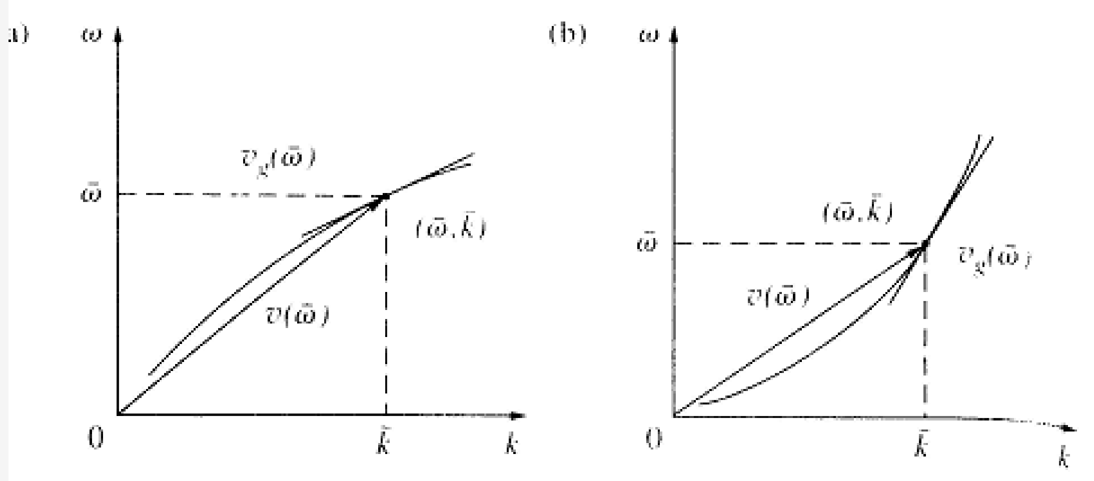
$k = 2\pi/\lambda$

$$v_g = v + \frac{dv}{dk}$$

- ako ne postoji disperzija, tj. ako se talas kreće u nedisperzionoj sredini, fazna i grupna brzina su jednake - ***isto što i * -***

normalna disperzija $v > v_g$

anomalna disperzija $v < v_g$



HECHT slika 7.20 298

Pojam **GRUPNE BRZINE 5**

- **Podsetnik** $\omega = v k$

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

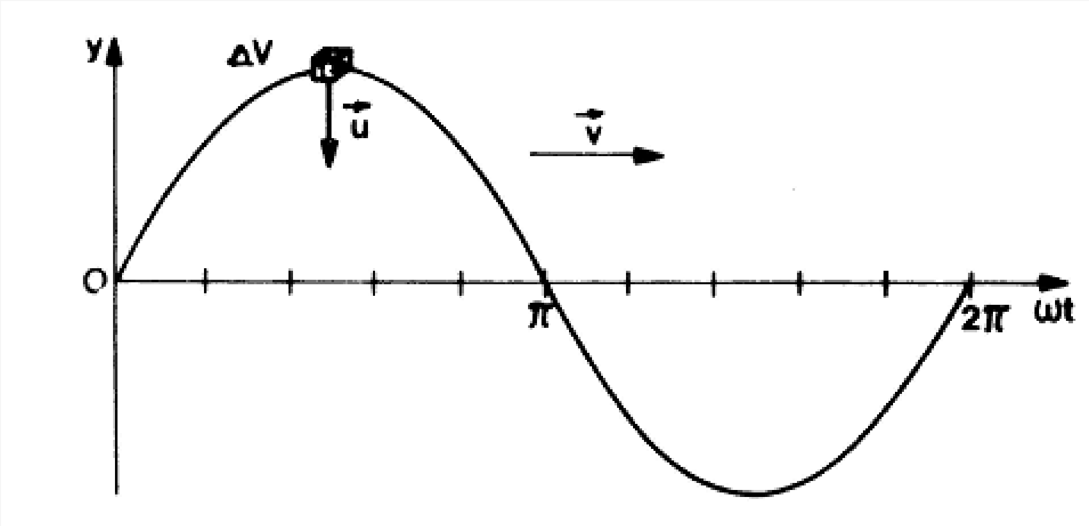
- Da li je pojam grupne brzine kod talasa složenog od prebrojivo ili neprebrojivo beskonačnog broja harmonijskih talasa POTPUNO JASAN?

  \- komentar -

- disperziona relacija i fononi – komentar

Energija talasa. Gustina energije.

- talas prenosi energiju koja je jednaka **zbiru** KINETIČKE ENERGIJE čestica sredine koje osciluju i POTENCIJALNE ENERGIJE elastične deformacije



PURIC slika 12.16 180

- **Podsetnik**

$$F = ES\frac{\Delta l}{l}$$

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

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$$E_k = \frac{mu^2}{2} = \frac{\rho \Delta V y_0^{\,2} \varpi^2 \left(\cos\left(kx - \varpi t\right)\right)^2}{2}$$

- Energija talasa. Gustina energije. 2

$$E_p = \frac{F\Delta l}{2} = \frac{E\ S\dfrac{\Delta l}{l}\Delta l}{2} = \frac{E\ S\left(\dfrac{\Delta l}{l}\right)^2 l}{2}$$

Komentar "zašto 2"

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{dy}{dx}$$

⇨ **Podsetnik**

$$F = ES\frac{\Delta l}{l}$$

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

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$$E_p = \frac{E\left(\dfrac{dy}{dx}\right)^2 \Delta V}{2}$$

$$E_p = \frac{\rho y_0{}^2 \varpi^2 \Delta V \left(\cos\left(kx - \varpi t\right)\right)^2}{2}$$

VAŽAN KOMENTAR Ep i Ek IMAJU **ISTU FAZU**,
ZA RAZLIKU OD ENERGIJE OSCILOVANJA IZOLOVANOG TELA

$$E = E_p + E_k = \rho y_0{}^2 \varpi^2 \Delta V \left(\cos\left(kx - \varpi t\right)\right)^2$$

$$\rho_{ENERGIJE} = \frac{E}{\Delta V} = \rho y_0{}^2 \varpi^2 \left(\cos\left(kx - \varpi t\right)\right)^2$$

Energija talasa. Gustina energije. 4

- usrednjavanjem gustine energije po periodu dobija se
  SREDNJA VREDNOST ENERGIJE U JEDINICI ZAPREMINE

$$\langle \rho_{ENERGIJE} \rangle = \int_0^T \rho y_0^2 \varpi^2 \Delta V \left(\cos\left(kx - \varpi t\right)\right)^2 = \frac{\rho y_0^2 \varpi^2}{2}$$

- FLUKS ili protok talasne energije i vektor gustine fluksa energije je energija preneta kroz površinu ΔS u jedinici vremena

$$\Delta\Phi = \rho_{ENERGIJE} v \Delta S$$

$$j = \rho_{ENERGIJE} v$$

- srednja vrednost gustine fluksa energije u toku perioda oscilovanja se naziva INTEZITET TALASA

$$I = \langle j \rangle = \frac{\rho y_0^2 \varpi^2 v}{2}$$

Energija talasa. Gustina energije. 5

- ako se talas prostire tako da vektor gustine fluksa nije ortogonalan na posmatranu površinu, fluks kroz nju je jednak

$$\Phi = \int jdS$$

SKALARNI PROIZVOD !

- ukupan fluks energije kroz bilo koju površinu oko izvora je konstantan

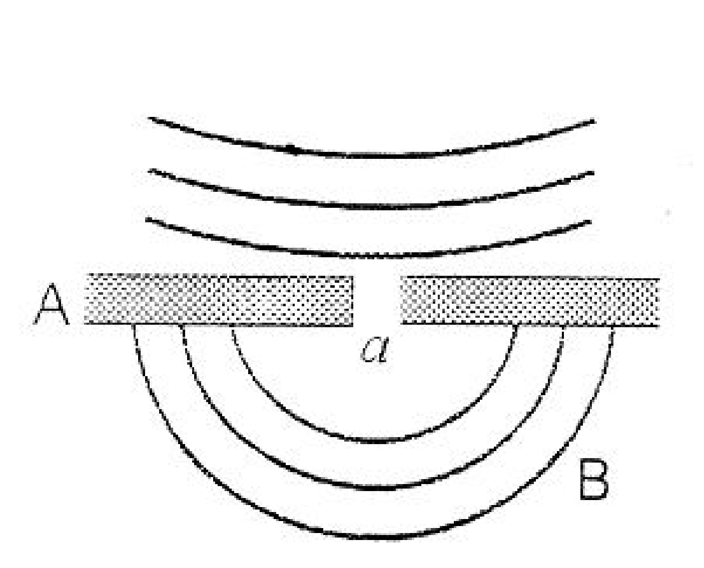
- ako je površina SFERA, važi

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

$$\frac{y_{01}}{y_{02}} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

Hajgensov princip *

- ako je izvor talasa tačkast, u neprekidnoj i homogenoj sredini talasni front je sfera



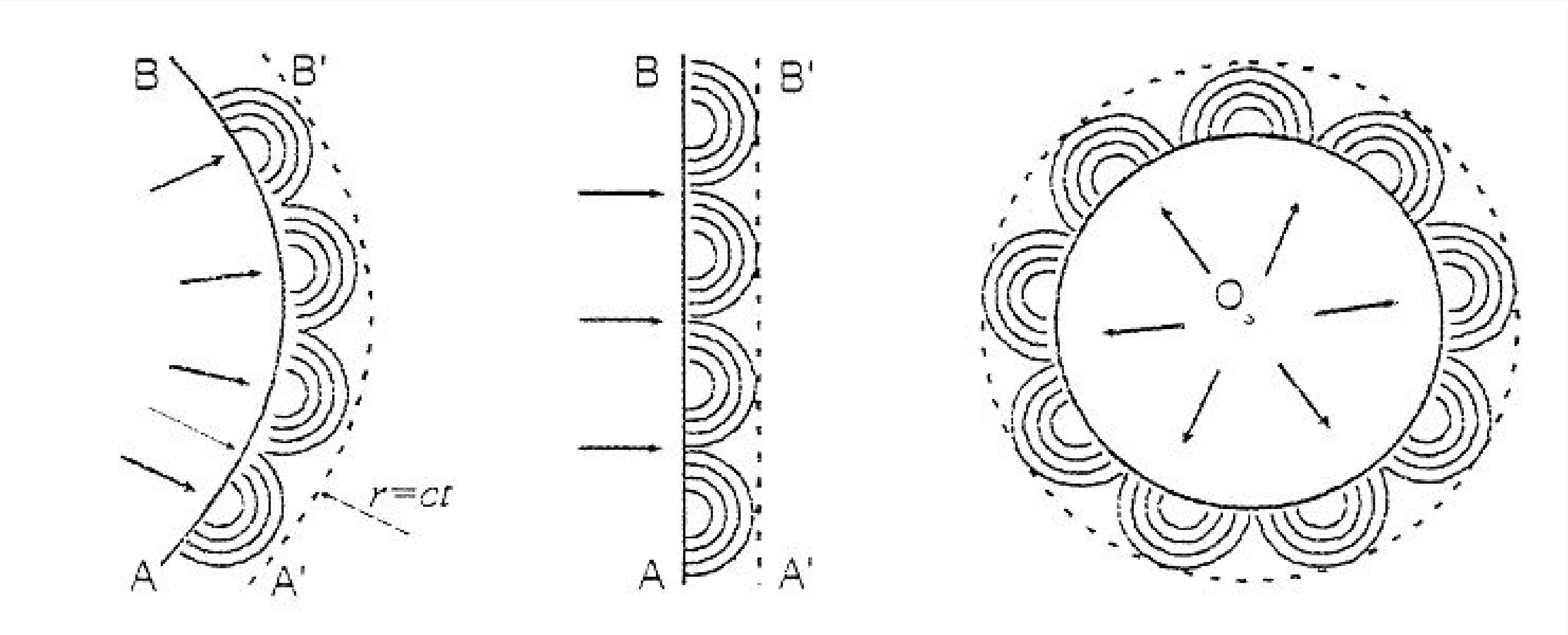
- Otvor je mali u poređenju sa talasnom dužinom talasa

BELIC slika 11.6 157

- **HAJGENSOV PRINCIP** formulisan 1690. godine

Svaka tačka sredine do koje stigne talas postaje novi izvor talasa.

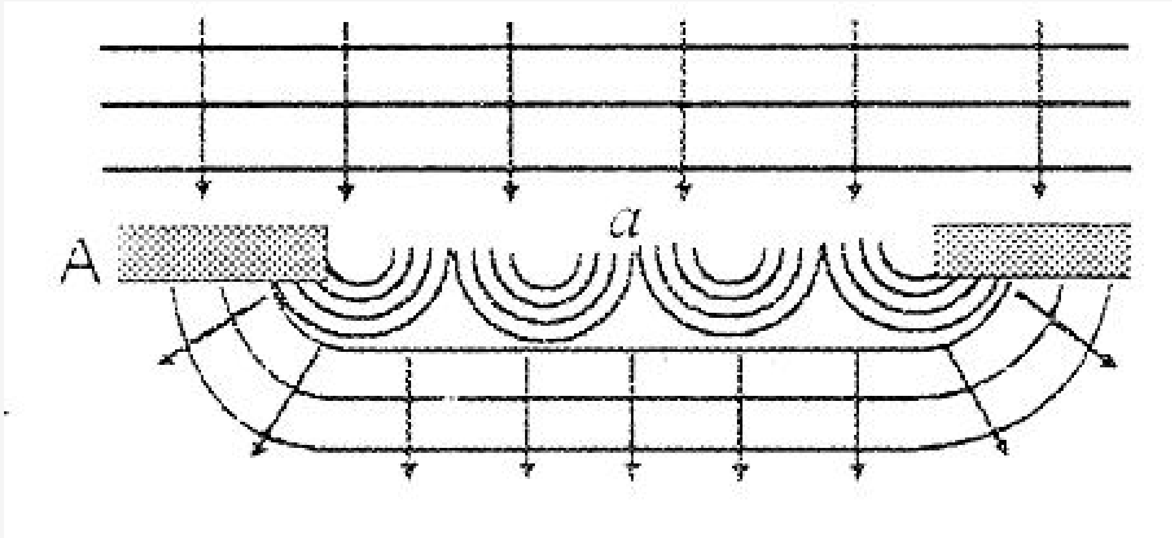
Hajgensov princip 2



- komentar -

BELIC slika 11.7 158

Difrakcija *



BELIC slika 11.8
158

novi talasni front - komentar -

⇨ pojam **KOHERENTNIH TALASA** *

imaju

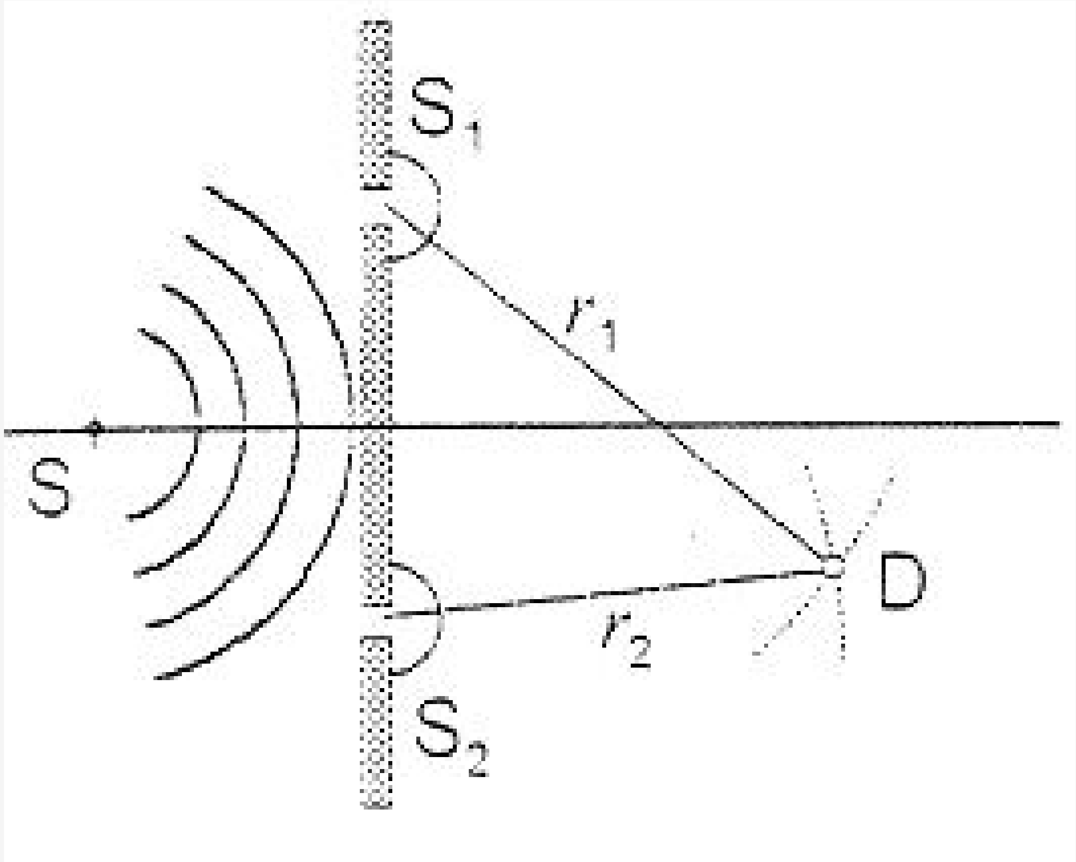
istu frekvencu

isti pravac ****

istu fazu ili stalnu faznu razliku

KOHERENTNI TALASI !

Inteferencija *



$y_1 = y_0 \cos\omega t$

$y_2 = y_0 \cos\omega t$

u tački D

$y_1 = y_{01} \cos 2\pi(\nu t - r_1/\lambda)$

$y_2 = y_{02} \cos \pi(\nu t - r_2/\lambda)$

amplitude se razlikuju !

BELIC slika 11.10 159

$\Delta\varphi=\varphi_2-\varphi_1$

FAZNA RAZLIKA

$y=y_1^2+y_2^2+2\,y_1y_2\cos(\varphi_1-\varphi_2)$

$$\Delta\varphi=2\pi\frac{r_2-r_1}{\lambda}=\pm 2k\pi,\ k=0,1,2,...$$

uslov za pojavu maksimalne amplitude

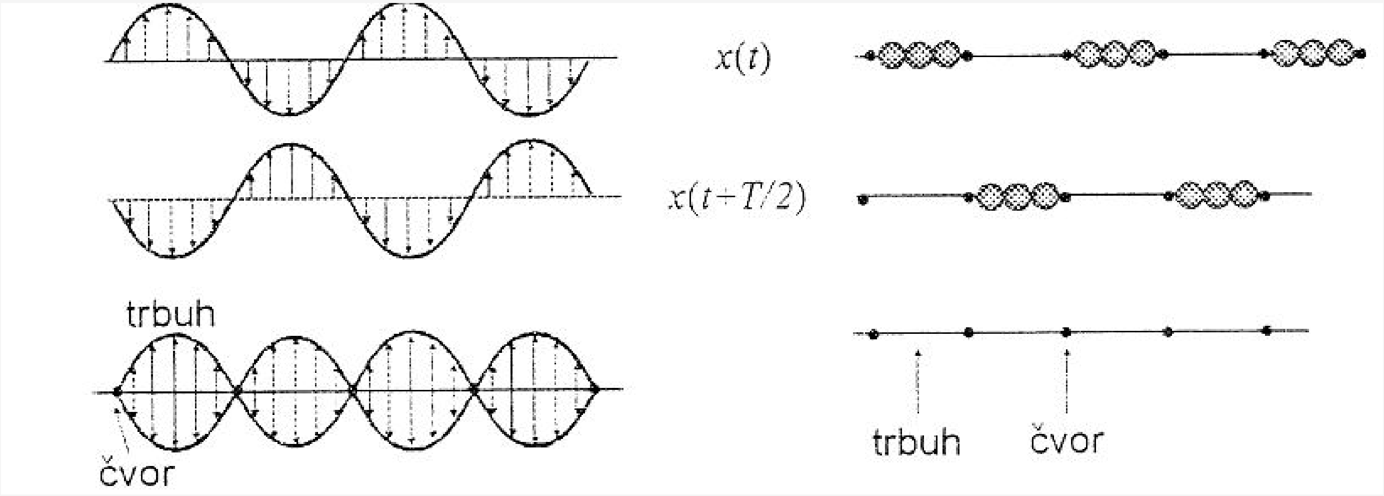
$$\Delta\varphi=2\pi\frac{r_2-r_1}{\lambda}=\pm(2k+1)\pi,\ k=0,1,2,...$$

uslov za pojavu minimalne amplitude

- kraj drugog termina -

Stojeći talasi

ODBIJANJE I PRELAMANJE TALASA



BELIC slika11.13 161

⇨ PRIMER oscilacije zategnute zice

$$L = \pm 2k\frac{\lambda}{4}$$

$$L = \pm(2k+1)\frac{\lambda}{4}$$