

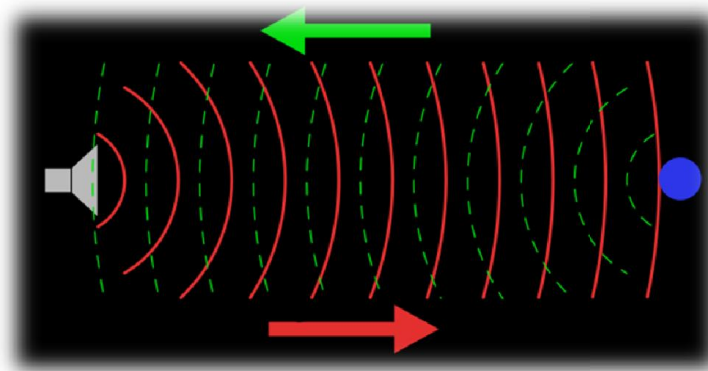
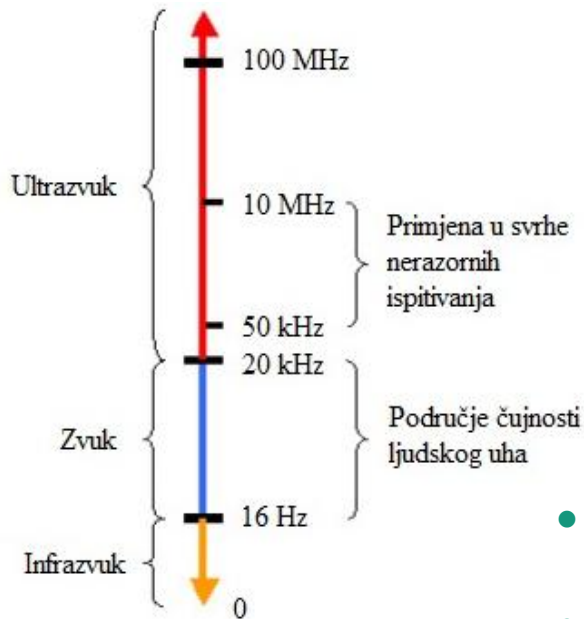
OSNOVE ULTRAZVUČNE METODE

Morana Mihaljević



1. UVOD – POVIJEST ULTRAZVUKA

- Iako je ultrazvuk otkriven prije x-ray zraka (1883. god), njegova prva praktična primjena zabilježena je tijekom Prvog svjetskog rata.
- 1915 godine, potaknuti potonućem Titanika fizičar Paul Langevin dobio je nalog da osmisli način detektiranja objekata na dnu mora.



- Zvuk sa frekvencijama:
 - 20 kHz do 10 GHz
- NDT ispitivanja:
 - 0,5 MHz – 10 MHz



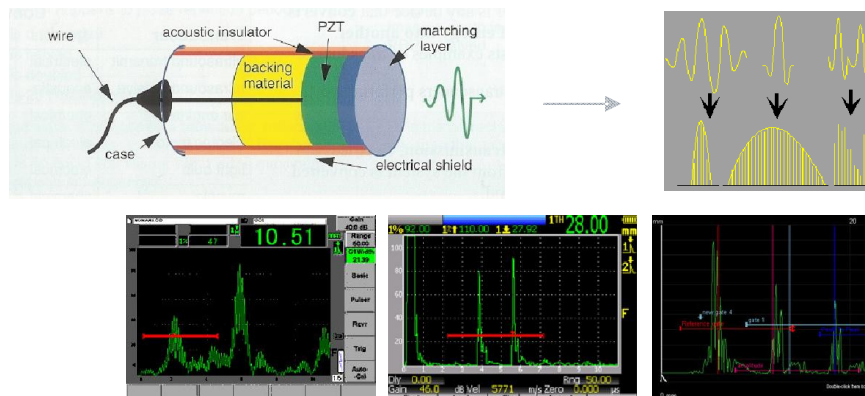
3. NAČELO POSTUPKA ULTRAZVUČNE METODE

Vrsta mehaničkih valova koji se prostiru od izvora kroz **homogene** materijale koji se ispituju.

POBUDA

ODZIV

INTERPRETACIJA
INDIKACIJA



- ☐ odziv od materijala → „šum“
- ☐ nehomogenost → „SnR“

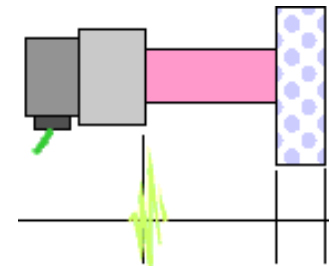
Za prostiranje mehaničkih valova potrebno je sredstvo tj. MEDIJ kroz koji će pripagirati.



3. NAČELO POSTUPKA ULTRAZVUČNE METODE

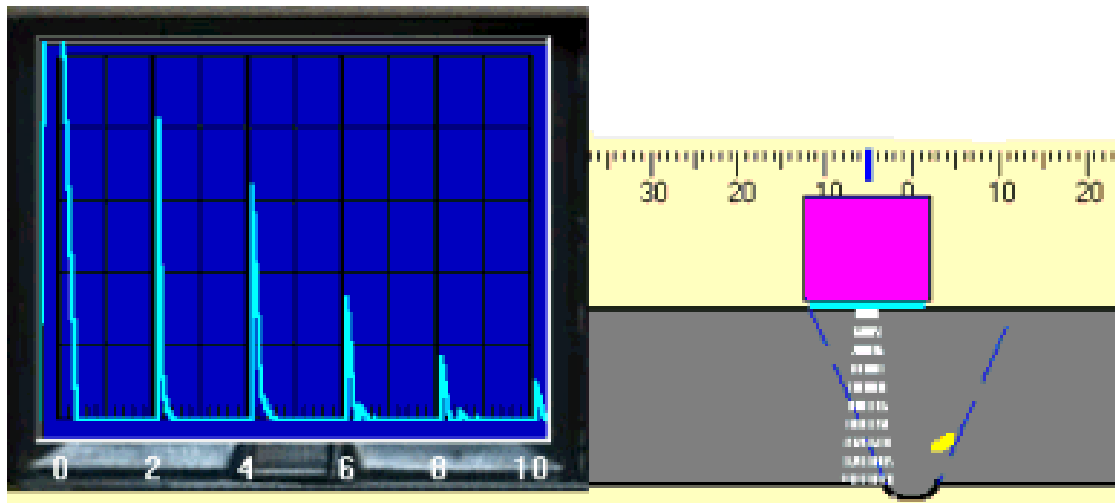
- Postupak mjerenja debljine ultrazvukom temelji se na podešavanju brzine!

TEHNIKA ODJEKA (Pulse-Echo)



$$d = \frac{v \cdot t}{n}$$

d ... debljina mjernog uzorka, m
 v ... brzina ultrazvuka, m/s
 t ... vrijeme proleta impulsa, s
 n ... broj prolaza ultrazvučnog impulsa kroz materijal komponente



“prolet” UZ impulsa ! ... ultrazvučni snop - volumen
pojave na površini reflektora ... refleksija, transmisija, geometrija (kutovi)



3. NAČELO POSTUPKA ULTRAZVUČNE METODE

Uređaji s A-prikazom, PE Metoda

IP ... pobudni impuls

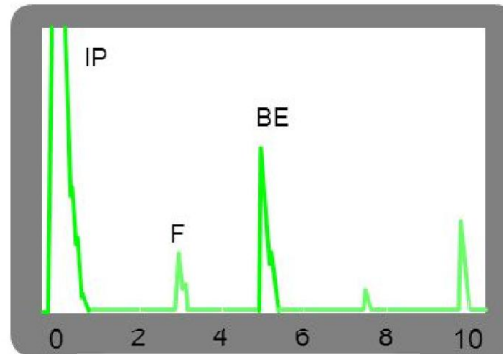
F ... pukotina

BE ... odjek od zadnje stijenke



uzorak

nehomogenost



amplituda signala
energija reflektiranog impulsa
veličina reflektora



vremenska os
“vrijeme proleta” (TOF)
udaljenost reflektora



4. FIZIKA ULTRAZVUKA - OSNOVNE FIZIKALNE VELIČINE KOJE OPISUJU VALOVE

 Što je VAL?

Akustički poremećaj koji se širi prostorom i prenosi energiju!

Karakteristične veličine vala su:



4. FIZIKA ULTRAZVUKA - OSNOVNE FIZIKALNE VELIČINE KOJE OPISUJU VALOVE

Što je VAL?

Akustički poremećaj koji se širi prostorom i prenosi energiju!

Karakteristične veličine vala su:

FREKVENCIJA ... f [Hz]



Za određivanje frekvencije događanja broj događaja koji promatramo u određenom vremenskom intervalu se podijeli s trajanjem tog vremenskog intervala.



4. FIZIKA ULTRAZVUKA - OSNOVNE FIZIKALNE VELIČINE KOJE OPISUJU VALOVE

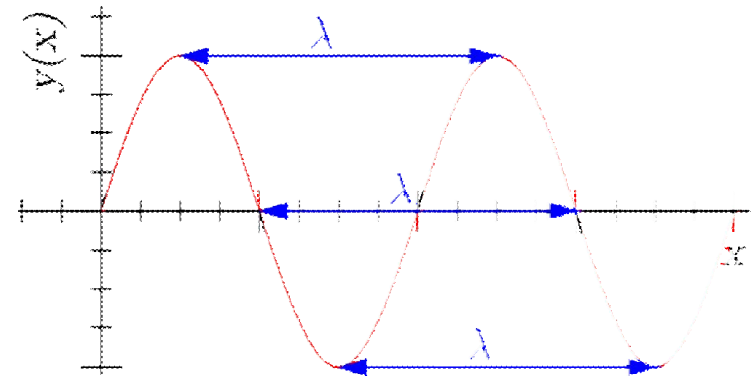
Što je VAL?

Akustički poremećaj koji se širi prostorom i prenosi energiju!

Karakteristične veličine vala su:

FREKVENCIJA ... f [Hz]

VALNA DULJINA ... λ [m]



Udaljenost dviju najbližih točaka vala koje titraju u istoj fazi.



4. FIZIKA ULTRAZVUKA - OSNOVNE FIZIKALNE VELIČINE KOJE OPISUJU VALOVE

Što je VAL?

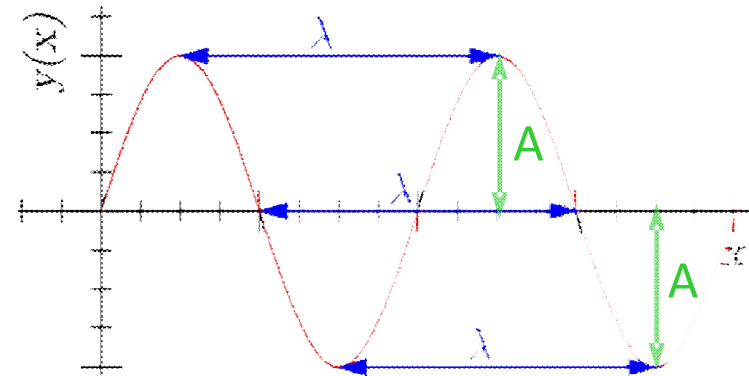
Akustički poremećaj koji se širi prostorom i prenosi energiju!

Karakteristične veličine vala su:

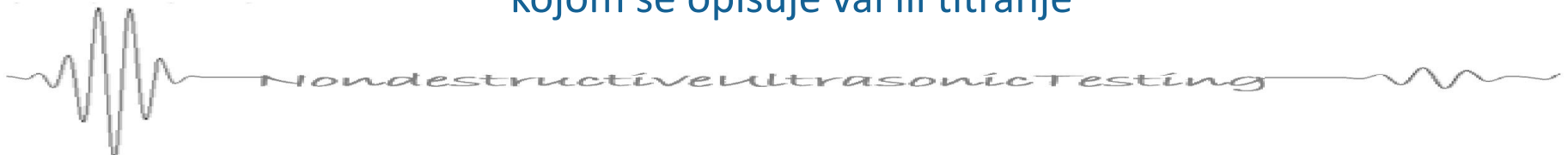
FREKVENCIJA ... f [Hz]

VALNA DULJINA ... λ [m]

AMPLITUDA ... A



Amplituda je u fizici najveći otklon (elongacija) od srednje vrijednosti veličine kojom se opisuje val ili titranje



4. FIZIKA ULTRAZVUKA - OSNOVNE FIZIKALNE VELIČINE KOJE OPISUJU VALOVE

 Što je VAL?

Akustički poremećaj koji se širi prostorom i prenosi energiju!

Karakteristične veličine vala su:

FREKVENCIJA ... f [Hz]

VALNA DULJINA ... λ [m]

AMPLITUDA ... A

BRZINA PROPAGACIJE ... v [m/s]

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

Brzina vala ovisi o mediju kroz koji se prostire i opisuje brzinu prostiranja vala.

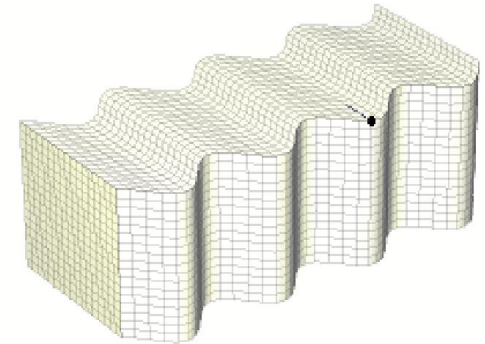
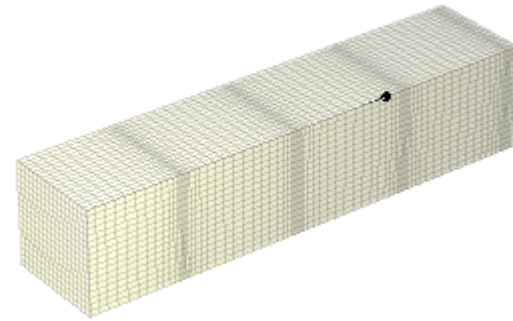


4. FIZIKA ULTRAZVUKA – OSNOVNE VRSTE VALOVA

LONGITUDINALNI VAL - čestice titraju u smjeru propagiranja vala

Čvrsta tijela
Tekućine
Plinovi

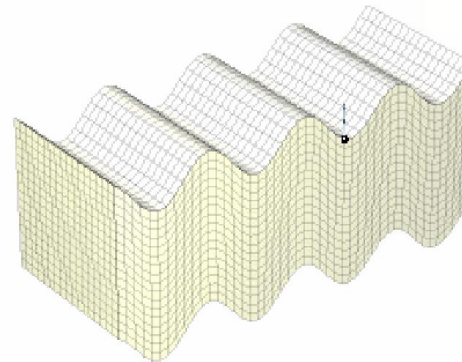
Medicinska dijagnostika
NDT ispitivanja



TRANSVERZALNI VAL - čestice titraju okomito na smjer propagiranja vala:

Čvrsta tijela

Medicinska ~~dijagnostika~~
NDT ispitivanja



4. FIZIKA ULTRAZVUKA – POJAVE NA GRANICI DVAJU SREDSTAVA

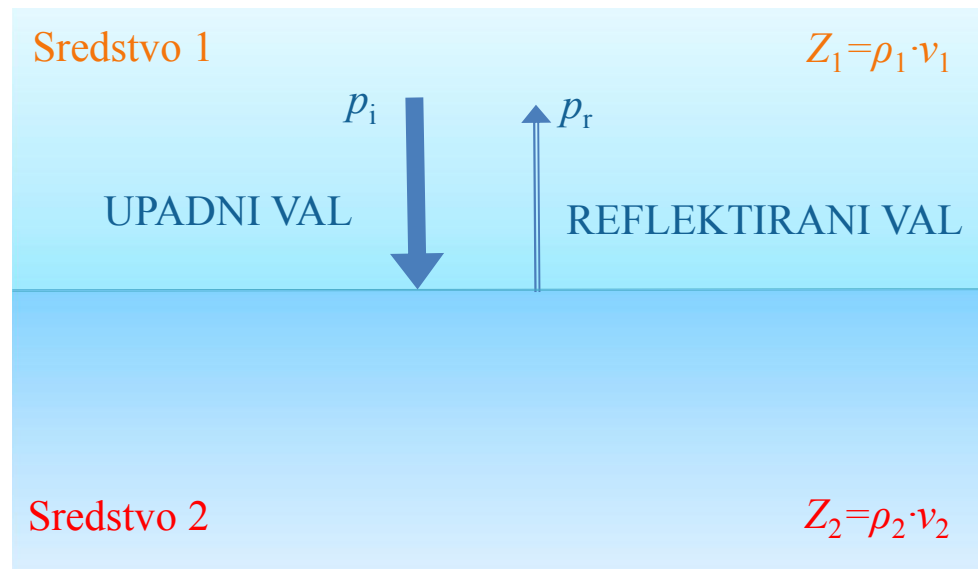
Nailaskom ultrazvučnih valova na granicu dvaju sredstava općenito dolazi do pojave:



4. FIZIKA ULTRAZVUKA – POJAVE NA GRANICI DVAJU SREDSTAVA

Nailaskom ultrazvučnih valova na granicu dvaju sredstava općenito dolazi do pojave:

- REFLEKSIJE



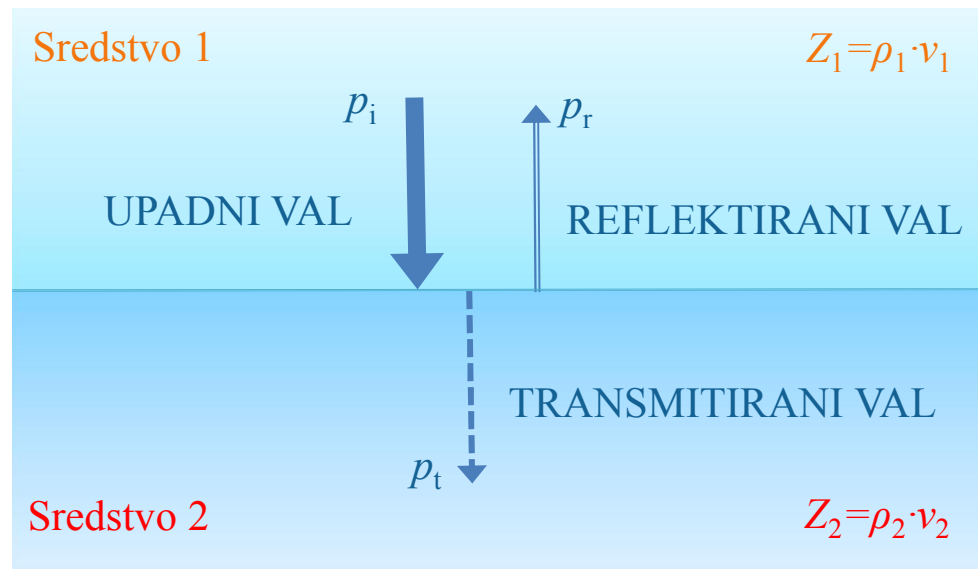
Ultrazvučni impulsi se reflektiraju od granice dvaju sredstva različitih AKUSTIČKIH IMPEDANCI



4. FIZIKA ULTRAZVUKA – POJAVE NA GRANICI DVAJU SREDSTAVA

Nailaskom ultrazvučnih valova na granicu dvaju sredstava općenito dolazi do pojave:

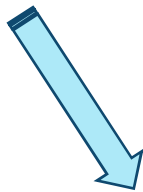
- REFLEKSIJE
- TRANSMISIJE



4. FIZIKA ULTRAZVUKA – POJAVE NA GRANICI DVAJU SREDSTAVA

Nailaskom ultrazvučnih valova na granicu dvaju sredstava općenito dolazi do pojave:

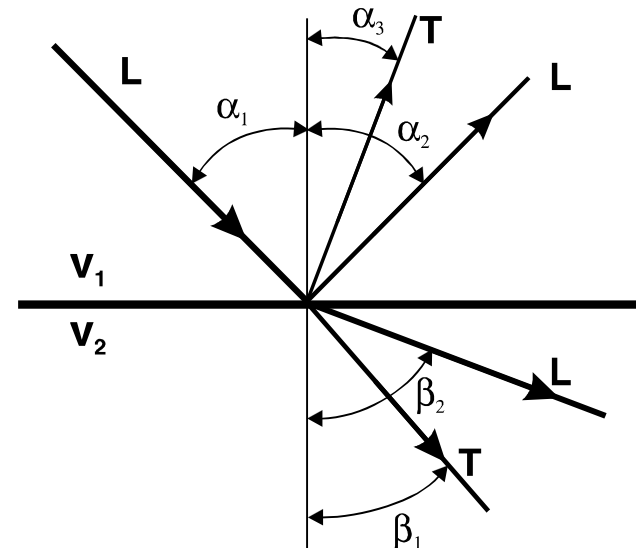
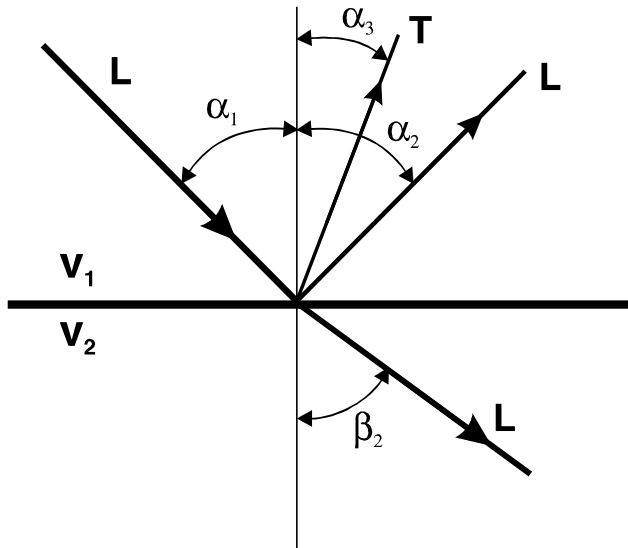
- REFLEKSIJE
- TRANSMISIJE
- KONVERZIJE
- REFRAKCIJA



Snell-ov zakon loma i refleksije



5. SNELL-ov ZAKON LOMA I REFLEKSIJE



$$\frac{\sin \alpha_1}{v_{1L}} = \frac{\sin \alpha_2}{v_{1L}} = \frac{\sin \alpha_3}{v_{1T}} = \frac{\sin \beta_1}{v_{2T}} = \frac{\sin \beta_2}{v_{2L}}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_{1L,T}}{v_{2L,T}}$$

↪ pri čemu je $v_1 \neq v_2$

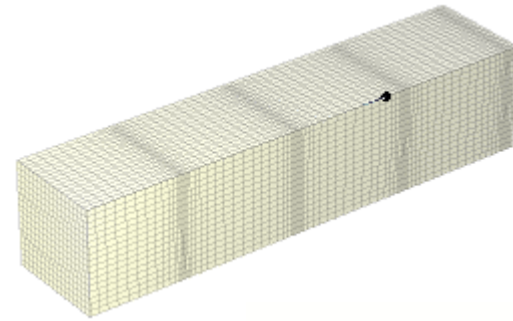


4. FIZIKA ULTRAZVUKA – OSNOVNE VRSTE VALOVA

LONGITUDINALNI VAL - čestice titraju u smjeru propagiranja vala

Čvrsta tijela
Tekućine
Plinovi

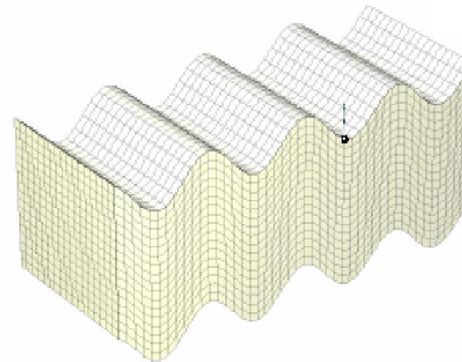
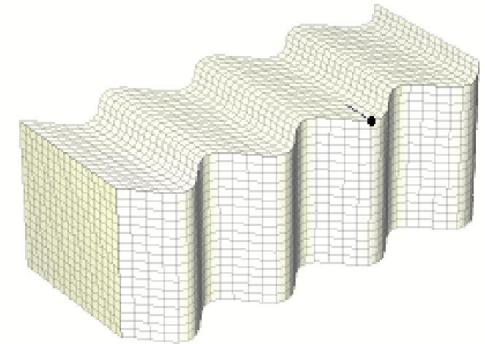
Medicinska dijagnostika
NDT ispitivanja



TRANSVERZALNI VAL - čestice titraju okomito na smjer propagiranja vala:

Čvrsta tijela

Medicinska ~~dijagnostika~~
NDT ispitivanja



HVALA NA PAŽNJI!

