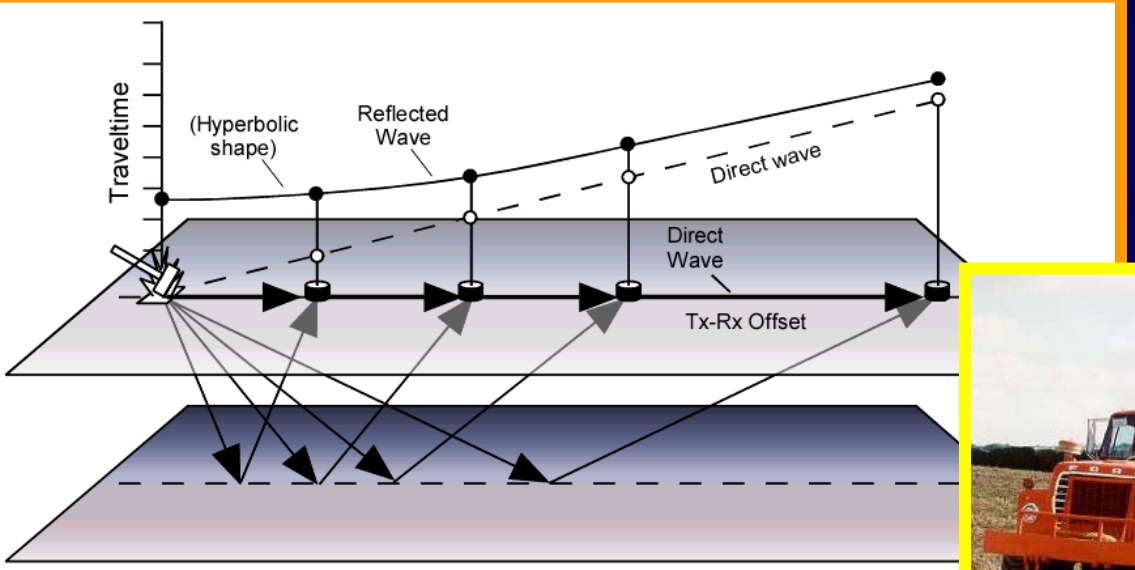
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗ



Travel time of reflected wave compared to direct wave.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ	Μελέτη της δομής των επιφανειακών στρωμάτων του φλοιού της Γης
ΣΚΟΠΟΣ	Εντοπισμός Γεωλογικών δομών οικονομικής σημασίας και ανίχνευση γεωλογικών δομών για την κατασκευή τεχνικών έργων
ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ	Χρόνοι διαδρομής τεχνητά παραγόμενων ελαστικών κυμάτων

Γεωλογικές δομές οικονομικής σημασίας

ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

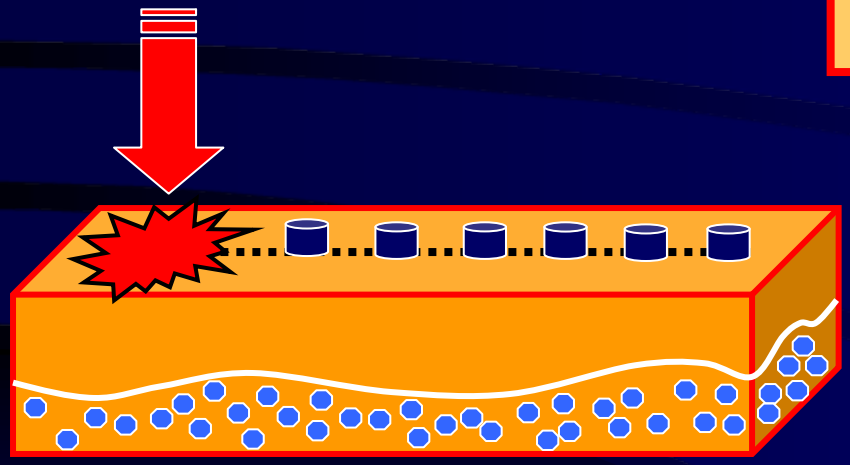
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

ΣΤΕΡΕΑ ΟΡΥΚΤΑ

ΙΣΤΟΡΙΑ

- Η μέθοδος διάθλασης προτάθηκε απο τον άγγλο R. Mallet το 1848 για τη μελέτη γεωλογικών σχηματισμών.
- 1905-1930 ... Πλατιά εφαρμογή της μεθόδου της διάθλασης για την ανίχνευση αλατούχων δόμων.
- 1914... Ο Αμερικανός R. Fessenden επινοεί τη μέθοδο της ανάκλασης για τη μελέτη γεωλογικών σχηματισμών.
- Απο το 1930 και μετά γενικεύεται η εμπορική εφαρμογή της ανάκλασης για τη μελέτη γεωλογικών σχηματισμών.
- Απο το 1951 και μετά εφαρμόζεται και το velocity logging με όλο και μεγαλύτερη συχνότητα.

ΑΡΧΕΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗΣ



Στιγμιαία τάση απο κτύπημα σφυριού, έκρηξης, πτώση βάρους κλπ.

ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ

Διάδοση της παραμόρφωσης στο υλικό μέσω ελαστικών κυμάτων

Διάδοση της παραμόρφωσης στο υλικό μέσω ελαστικών κυμάτων

ΚΥΜΑΤΑ ΧΩΡΟΥ

Ελαστικό και Ισότροπο μέσο απείρων διαστάσεων

↓

Επιμήκη κύματα

Εγκάρσια κύματα

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

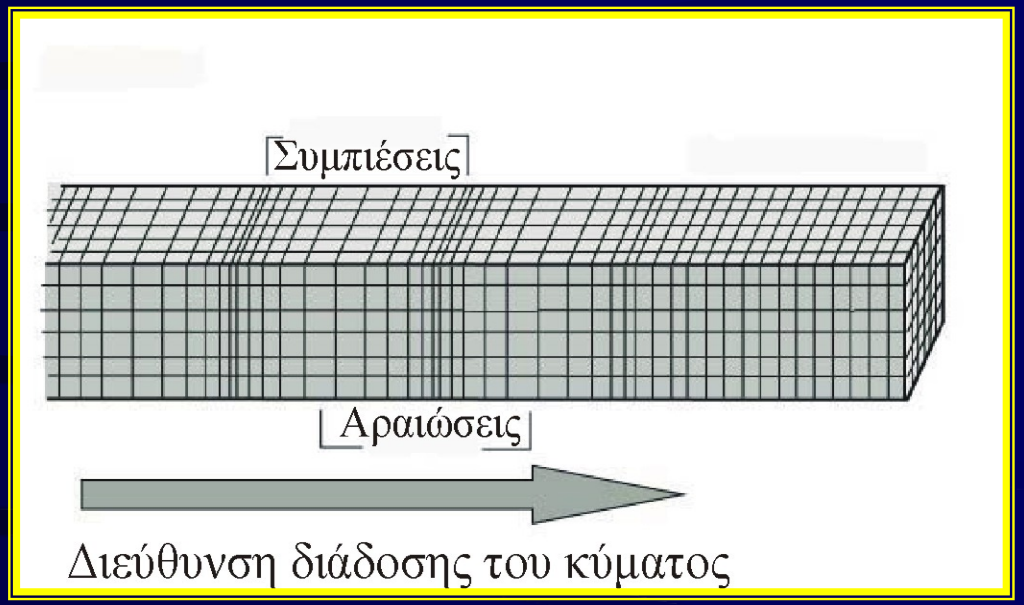
Ελαστικό μέσο περιορισμένων διαστάσεων

↓

Κύματα RAYLEIGH

Κύματα LOVE

Επιμήκη κύματα



Διαδίδονται με ταχύτητα

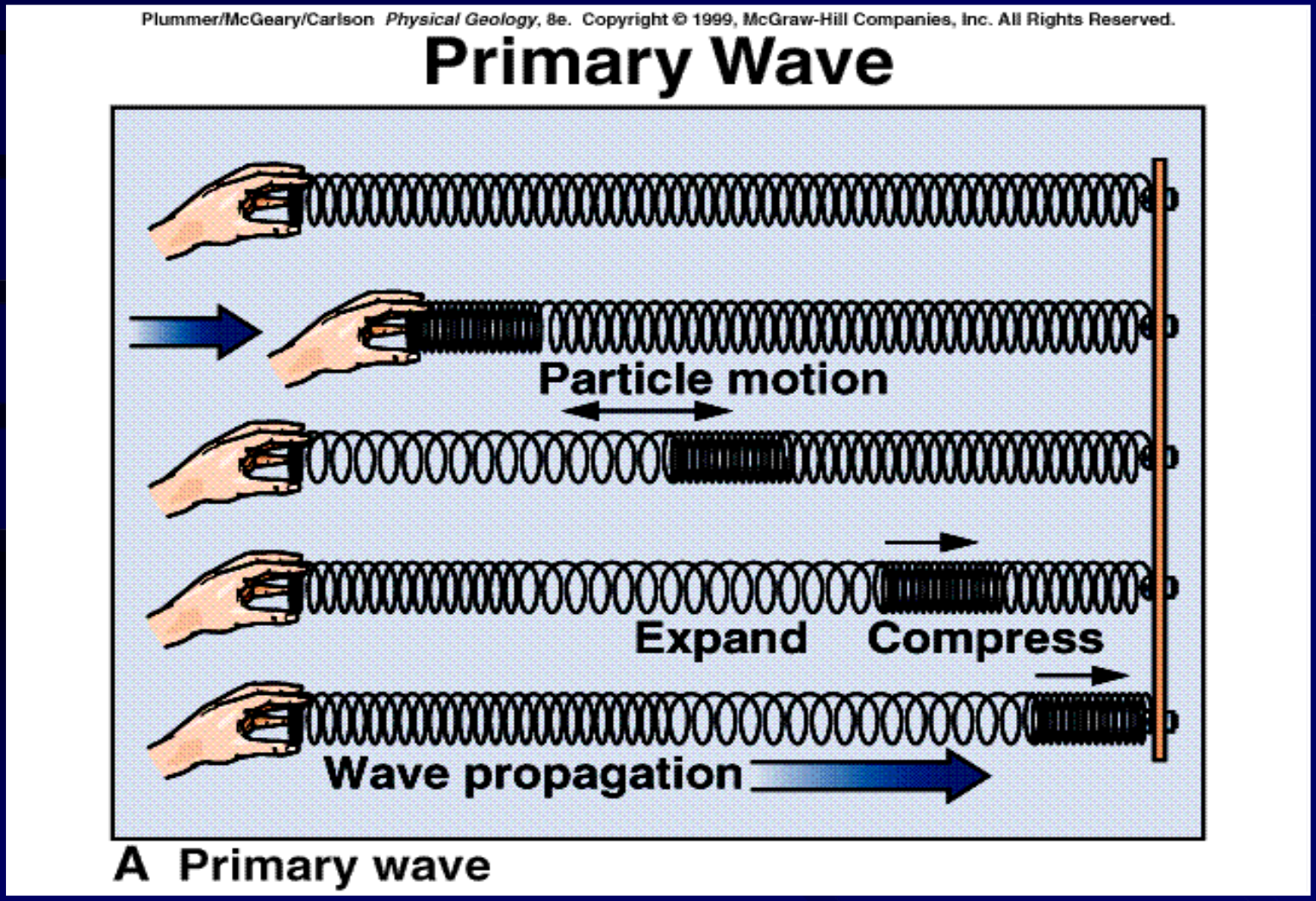
$$\alpha = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}$$

Διαδίδονται σε στερεά, υγρά και αέρια

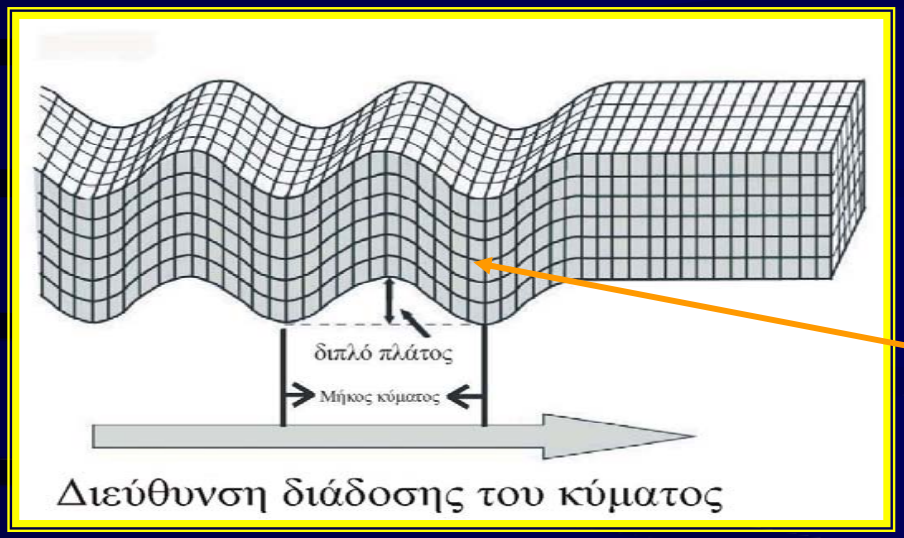
Ταλάντωση ομόρροπη → ΣΥΜΠΙΕΣΗ C

Ταλάντωση αντίρροπη → ΑΡΑΙΩΣΗ D

Επιμήκη κύματα



Εγκάρσια κύματα



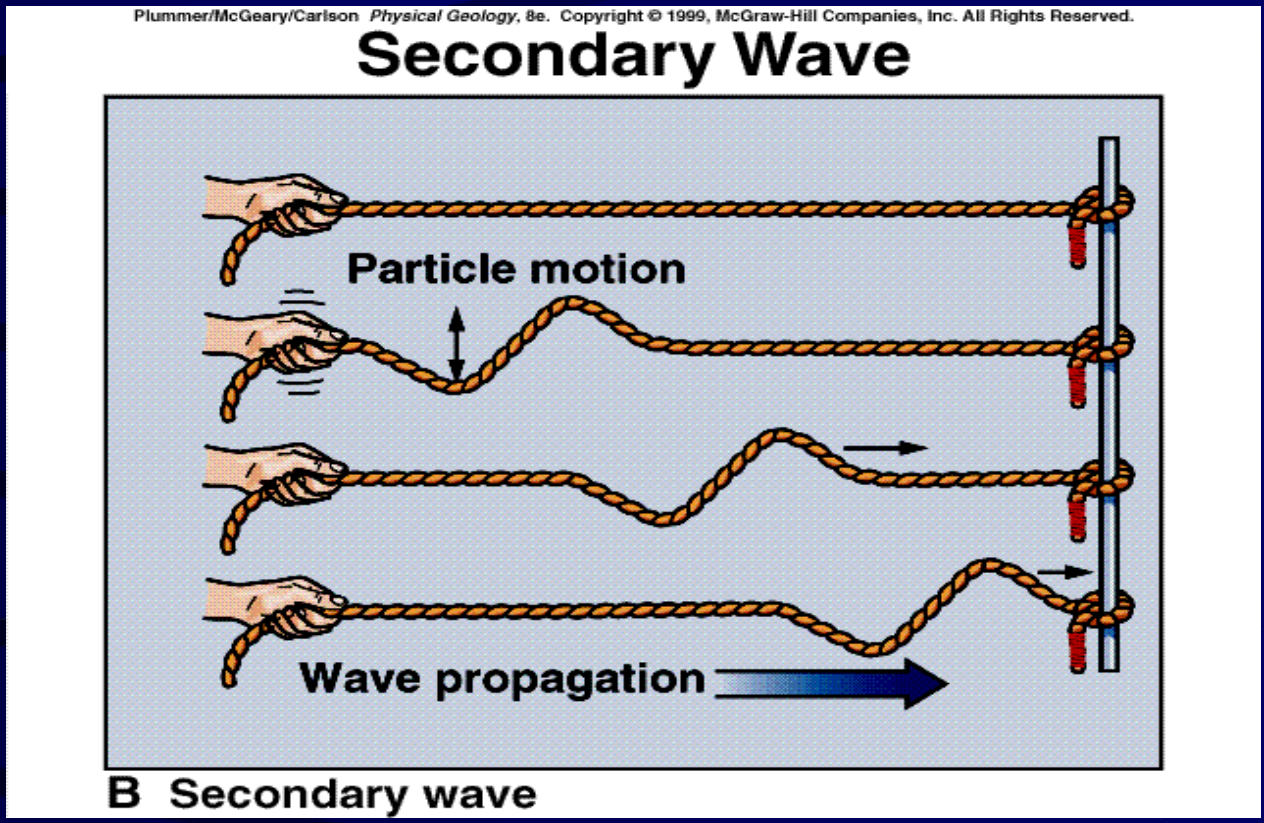
Διατμητική παραμόρφωση υλικού σημείου

Διαδίδονται με ταχύτητα

$$\beta = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

Διαδίδονται σε στερεά

μ: Μέτρο διατμητικής παραμόρφωσης του μέσου



$$\beta = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

$$\mu = 0$$

$$\beta = 0$$

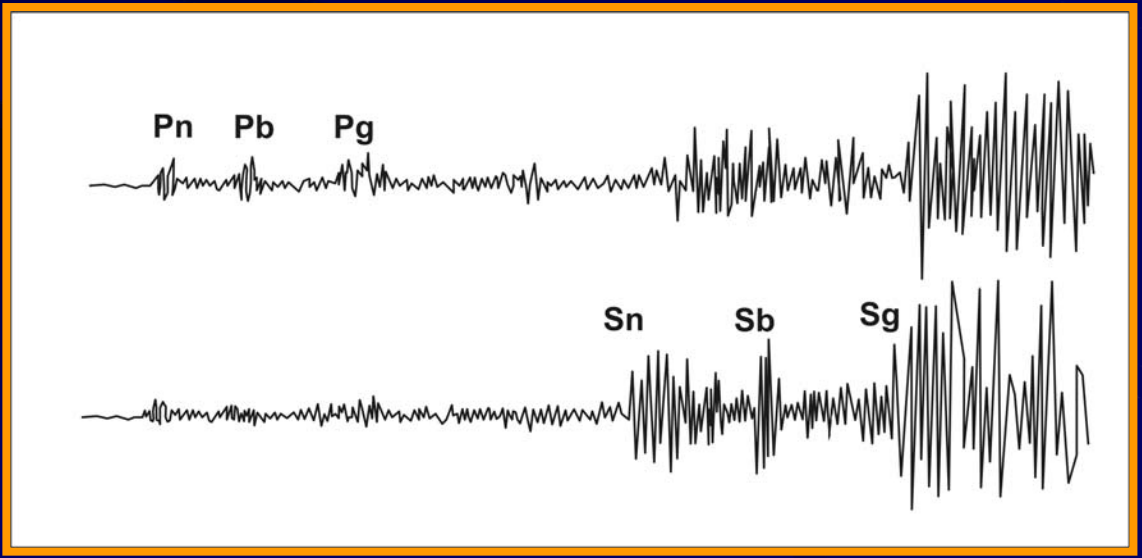
Δεν υπάρχει διάδοση εγκαρσίων κυμάτων στα ρευστά (υγρά + αέρια)

Σύγκριση ταχυτήτων – ΕΠΙΜΗΚΩΝ & ΕΓΚΑΡΣΙΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

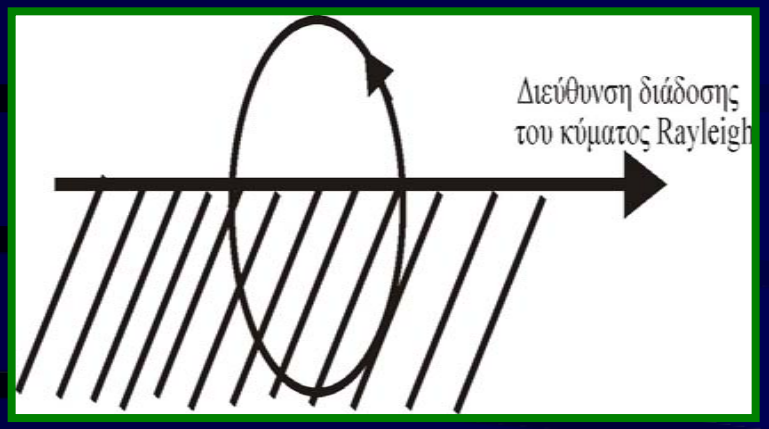
$$\alpha = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}$$

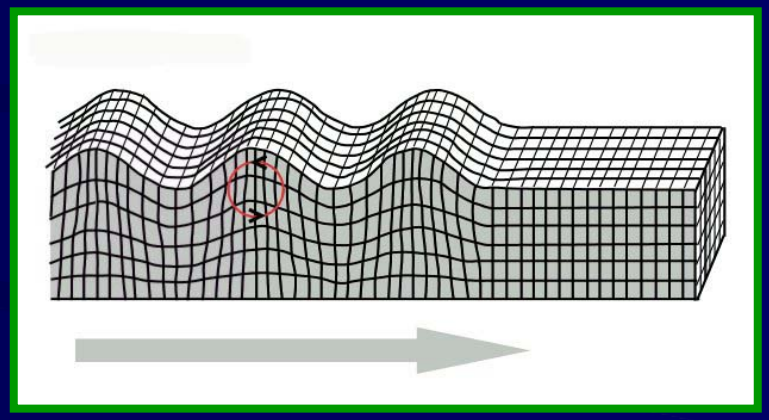
$$\beta = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

$$a \succ b$$



Κύματα **RAYLEIGH**





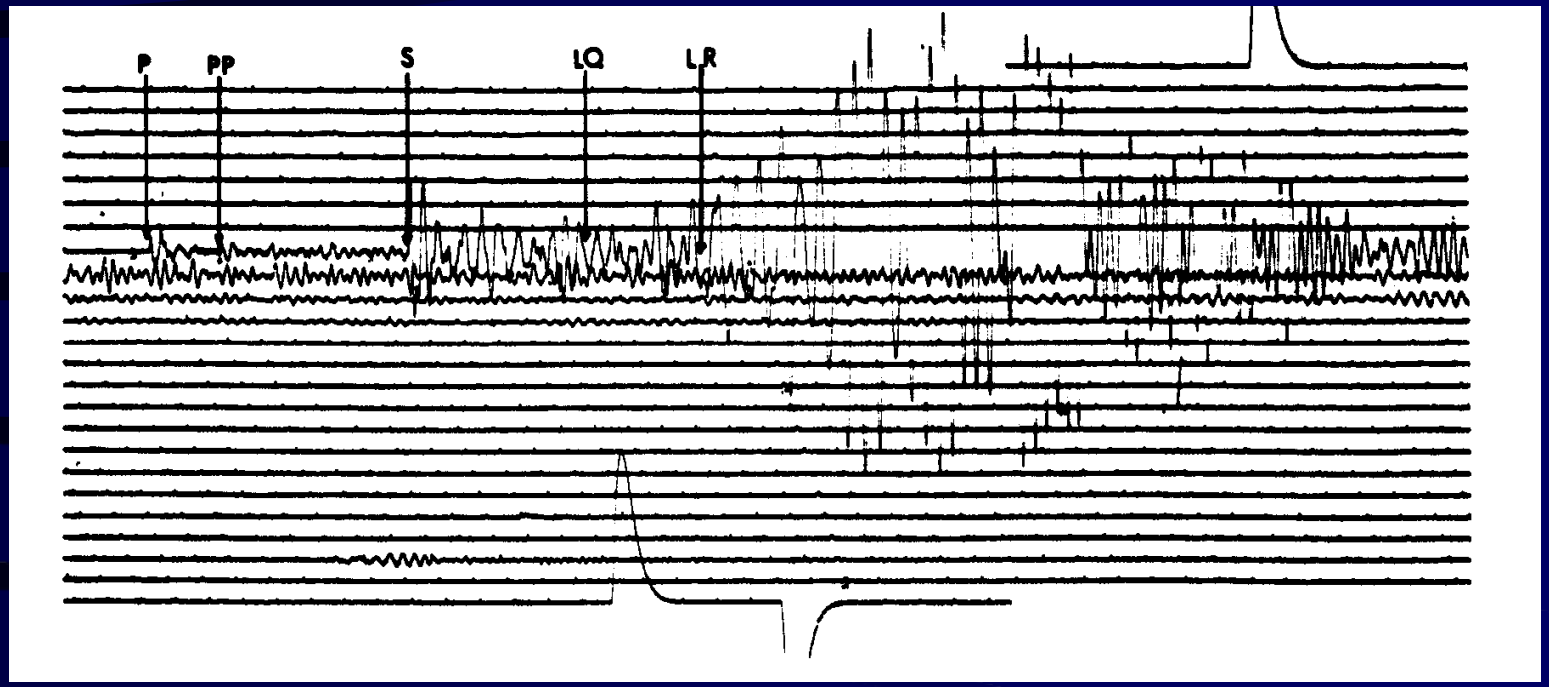
Σε βάθος h=λ το πλάτος μηδενίζεται

Σε βάθος h=λ/4 η φορά κίνησης αντιστρέφεται

Ελαστικό & Ισότροπο μέσο
Ελαστικές Σταθερές λ=μ

} Ταχύτητα διάδοσης **c=0.92 β**

Καταγράφονται σε κατακόρυφα και οριζόντια σεισμόμετρα
ΠΑΝΤΑ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ



Το βάθος διείσδυσης, P_d εξαρτάται απο το μήκος κύματος η την περίοδο του κύματος

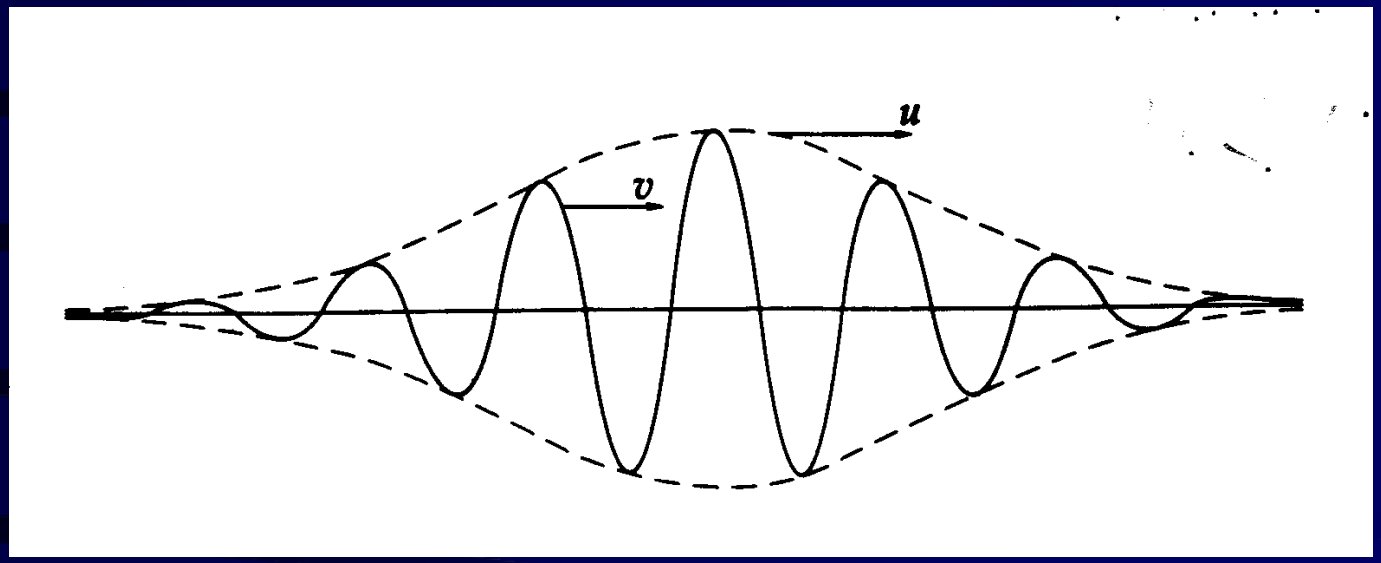
$$p_d = 0{,}4\lambda = 0{,}4UxT$$

$\Rightarrow$

T ~5sec, λ~ 7km, p_d ~ 5km

T ~10sec, λ~ 30km, p_d ~ 10km

T ~35sec, λ~ 140km, p_d ~ 45km

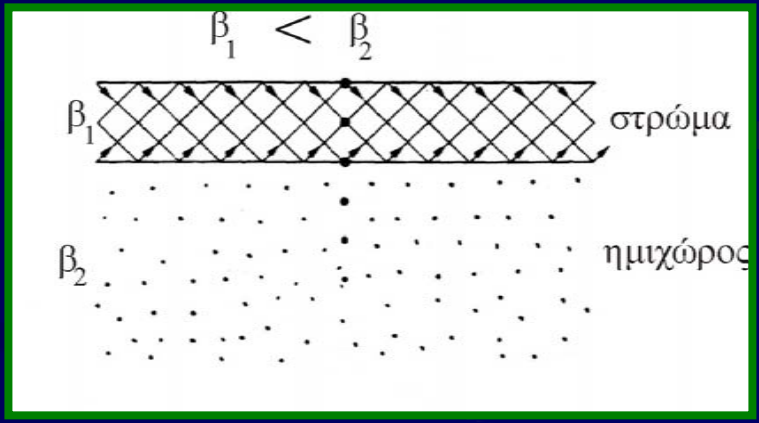


Φαινόμενο Σκέδασης

Λόγω ανομοιογένειας υλικού στο μέσο διάδοσης μεταβάλλεται η ταχύτητα του κύματος όταν μεταβάλλεται η περίοδός του

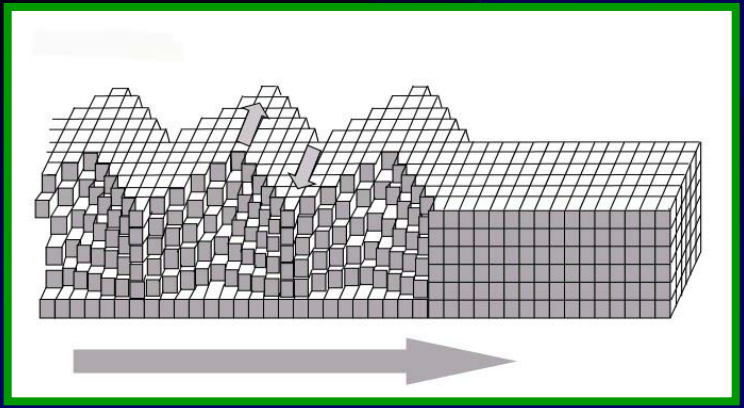
Κύματα **LOVE**

Δημιουργούνται σε μοντέλο δομής στρώματος-ημιχώρου



Γραμμικώς πολωμένα ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΚΥΜΑΤΑ

Προκαλούν μόνο εγκάρσια κίνηση αλλά πάντα σε οριζόντιο επίπεδο



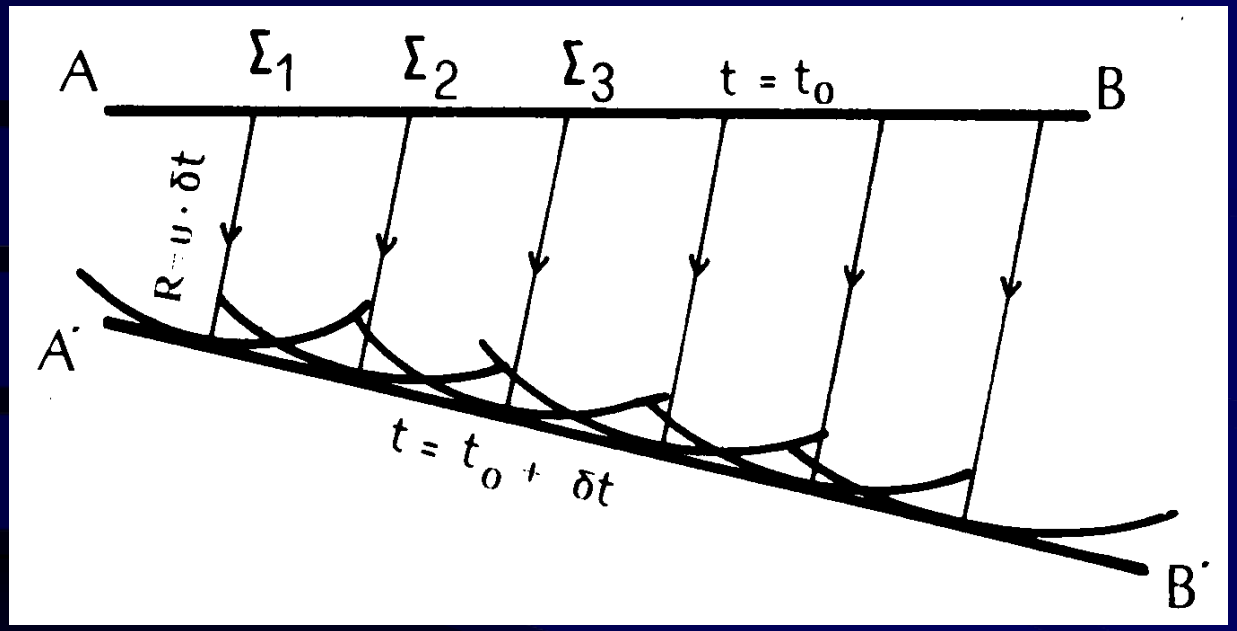
Άρα

Καταγράφονται μόνο από τα οριζόντια σεισμόμετρα

ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

(A)

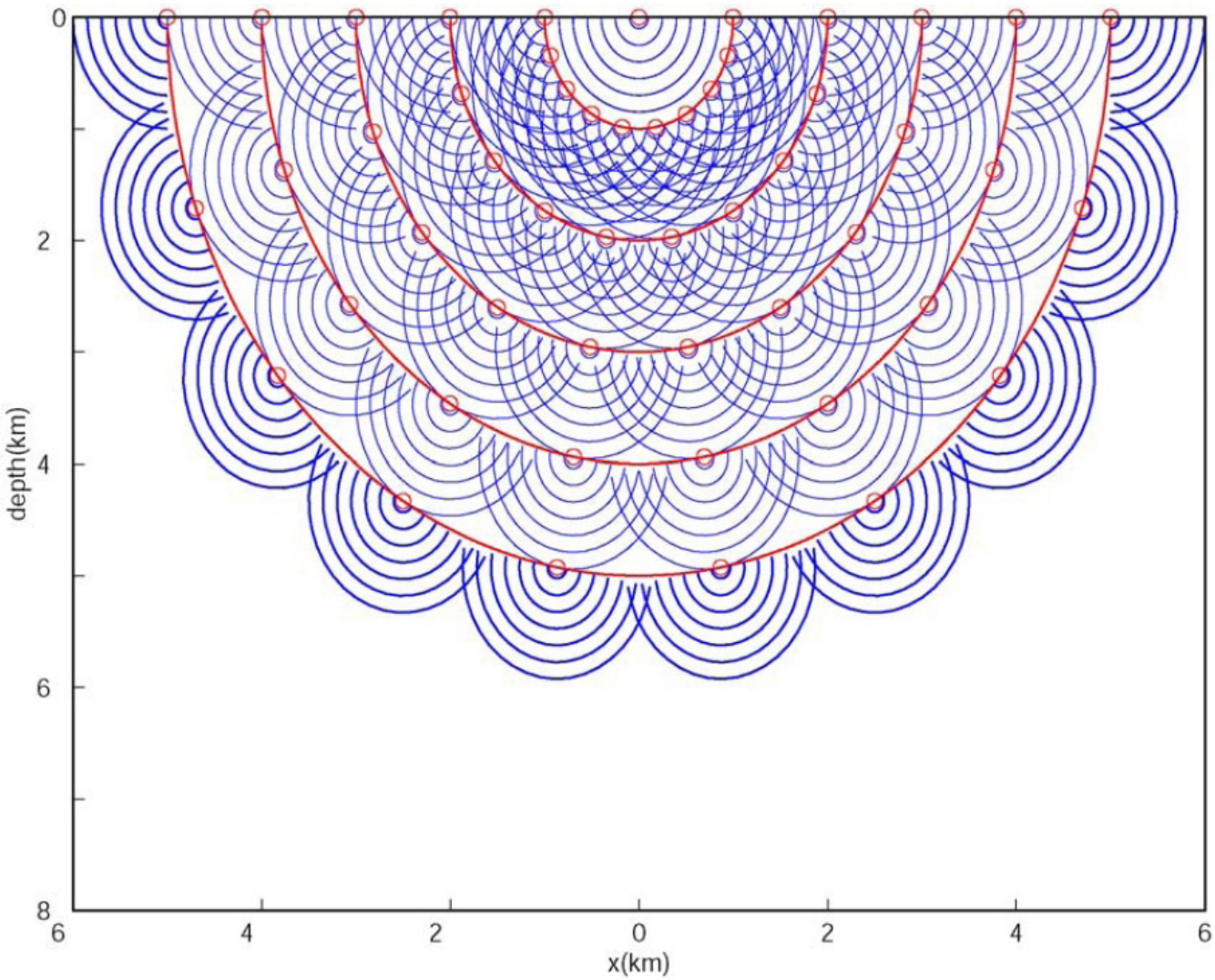
Αρχή HUYGENS



Η επιφάνεια A'B' περιβάλλει τα δευτερογενή μέτωπα των κυμάτων και αποτελεί το νέο μέτωπο σε χρόνο (t_0+δt)

«Κάθε σημείο ενός μετώπου κύματος μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελεί πηγή ενός νέου δευτερογενούς κύματος»

Εφαρμογή της αρχή HUYGENS στη διάδοση



Πηγή: http://www-geo.phys.ualberta.ca

ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

(Β) **Αρχή FERMAT**

«Το σεισμικό κύμα από ορισμένη πηγή που φτάνει σε ορισμένο σημείο ακολουθεί τον συντομότερο δρόμο, δηλαδή αυτόν που απαιτεί τον ελάχιστο χρόνο»

Δεδομένης δομής ταχυτήτων → Χάραξη σεισμικών ακτίνων

ΟΜΟΓΕΝΕΣ μέσο διάδοσης → σεισμικές ακτίνες: ευθείες γραμμές

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

Διάδοση κύματος

Μηχανική ενέργεια στο μέσο διάδοσης

ΤΑΛΑΝΤΩΣΗ:
Κινητική ενέργεια

ΤΑΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ:
Δυναμική ενέργεια

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η **πυκνότητα ενέργειας** «Ε» στη γειτονιά ενός σημείου και όχι η ολική ενέργεια

$$E = \frac{\delta W}{\delta V} = \frac{\text{ΜΗΧ.} - \text{ΕΝΕΡΓΕΙΑ}}{\text{ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗΣ} - \text{ΟΓΚΟΣ}}$$

ΣΦΑΙΡΙΚΟ ΑΡΜΟΝΙΚΟ ΚΥΜΑ

Ακτινική μετάθεση $u = A\,\sigma\upsilon\nu(\omega t + \phi)$

Α: πλάτος

φ: Φάση

Κινητική ενέργεια στοιχείου του υλικού μέσου

$$\delta W_k = \frac{1}{2}\rho\,\delta V\,\dot{u}^2$$

ρ: πυκνότητα

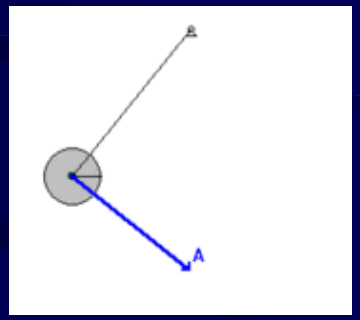
$\dot{u} = \frac{\partial u}{\partial t}$ Ταχ. Ταλάντωσης

πυκνότητα κινητικής ενέργειας «Ε»

$$\frac{\delta W_k}{\delta V} = \frac{1}{2}\rho\omega^2 \mathrm{A}^2 \eta\mu^2(\omega t + \phi)$$

$$\min = 0$$

$$\max = \frac{1}{2}\rho\omega^2 \mathrm{A}^2$$



Δυναμική ενέργεια

Κινητική ενέργεια

Μετατροπή στη ταλάντωση

Δυναμική ενέργεια ⟷ **Κινητική ενέργεια**

Δυναμική ενέργεια = 0 → **Κινητική ενέργεια = max**

$$\delta W = \frac{1}{2}\rho \delta V \omega^2 A^2$$

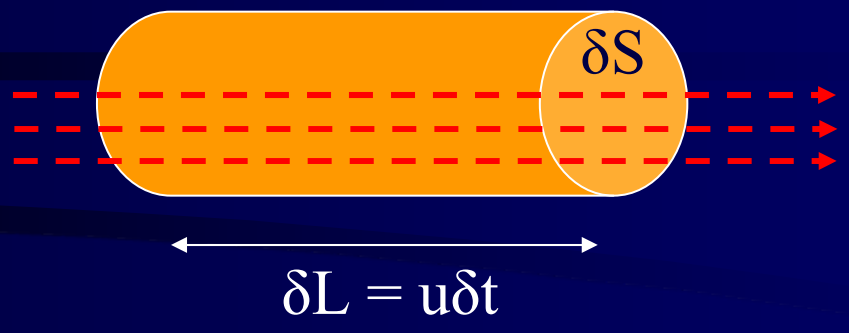
Πυκνότητα Ενέργειας

$$E = \frac{\delta W}{\delta V}$$

Ολική Μηχανική Ενέργεια (δW)

$$E = \frac{1}{2}\rho \omega^2 A^2$$

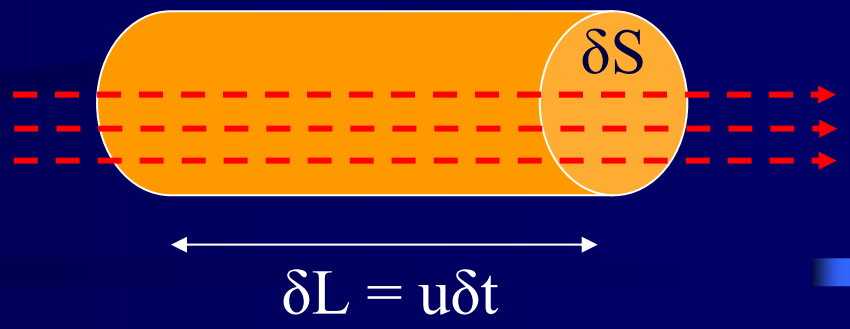
Πρακτικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η **ΡΟΗ** ενέργειας στο μέσο διάδοσης



ΡΟΗ ενέργειας → ΕΝΤΑΣΗ: I

$$I = \frac{\delta W}{\delta S \cdot \delta t}$$

Ενέργεια που περικλείεται στον κύλινδρο σε χρονική στιγμή δt



$$\delta W = E \cdot \delta V = E \cdot \delta L \cdot \delta S$$

$$\delta W = E \cdot u \cdot \delta t \cdot \delta S$$

$$I = \frac{\delta W}{\delta S \cdot \delta t}$$

$$I = E \cdot u$$

ΕΝΤΑΣΗ

$$I = E \cdot u$$

$$E = \frac{1}{2}\rho\omega^2 \mathrm{A}^2$$

$$I = \frac{1}{2}\rho\omega^2 \mathrm{A}^2 u$$

$$I = f\left(\rho, u, \omega^2, \mathrm{A}^2\right)$$