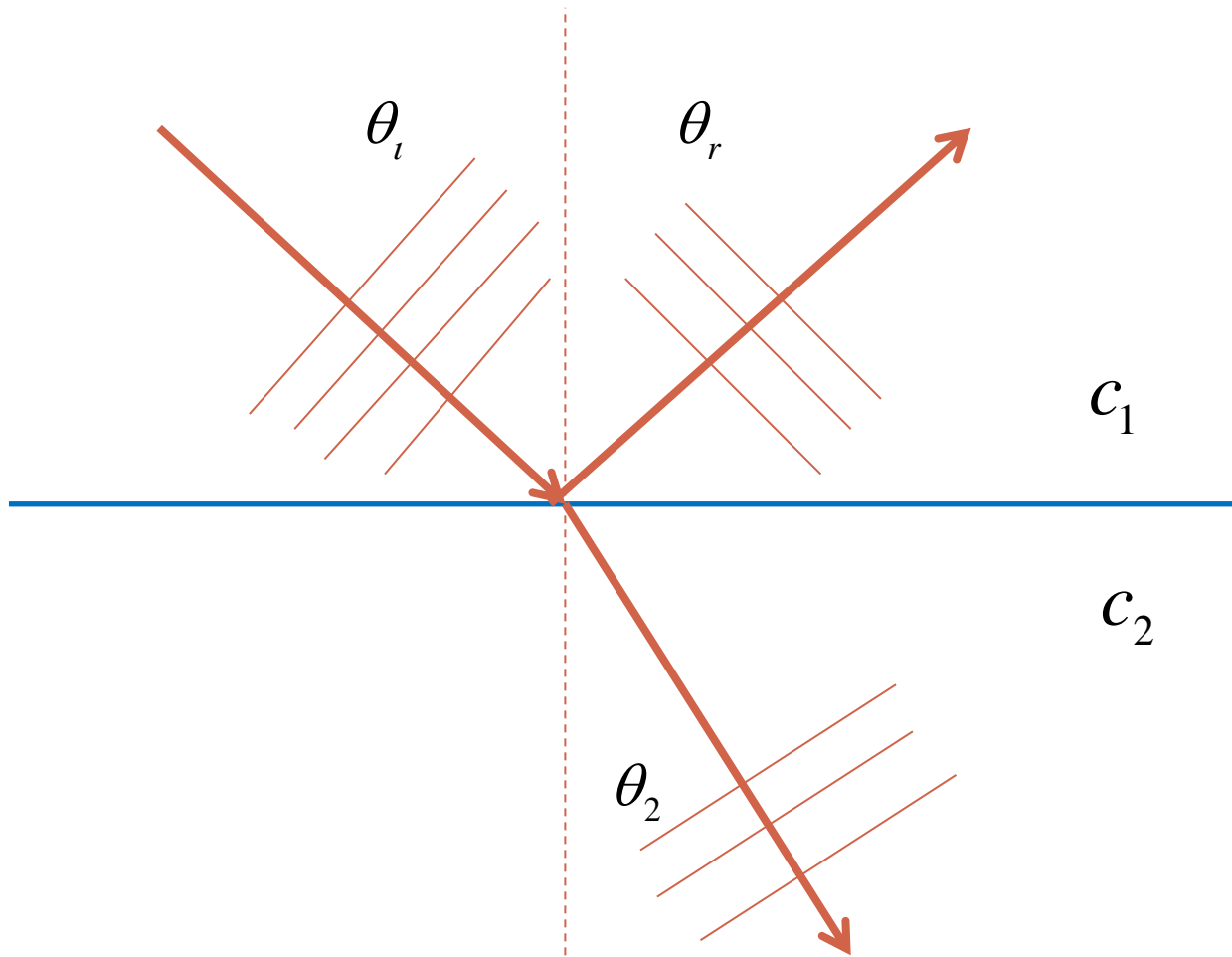


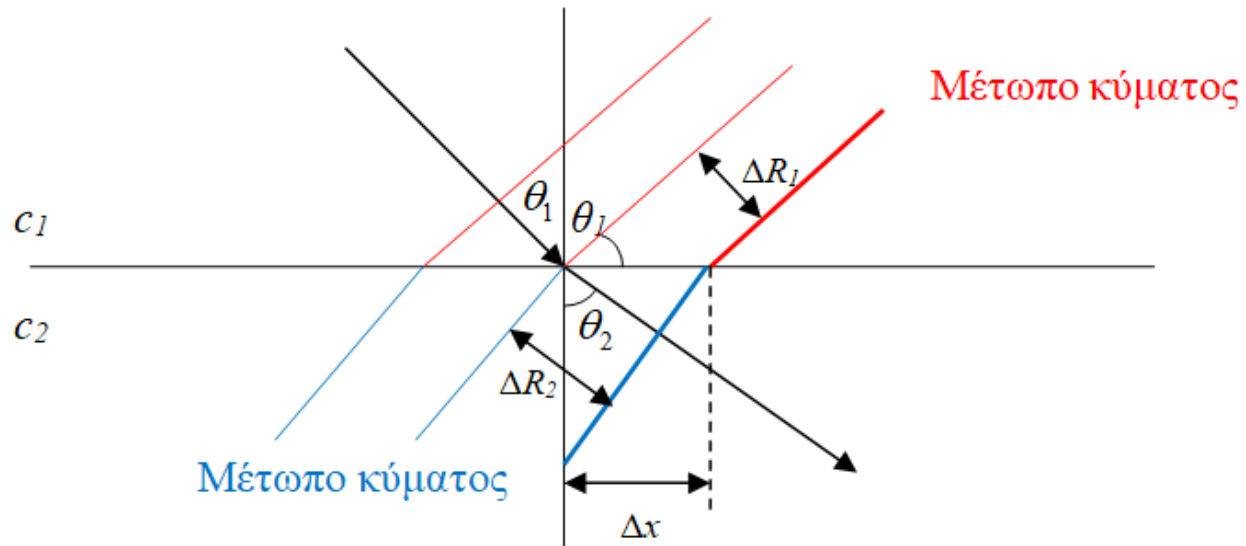
Διάδοση σε ελαστικούς
χώρους

Φαινόμενα ανάκλασης
και διάθλασης

Εισαγωγή στην Ακουστική Ωκεανογραφία

Φαινόμενα ανάκλασης σε διεπιφάνειες



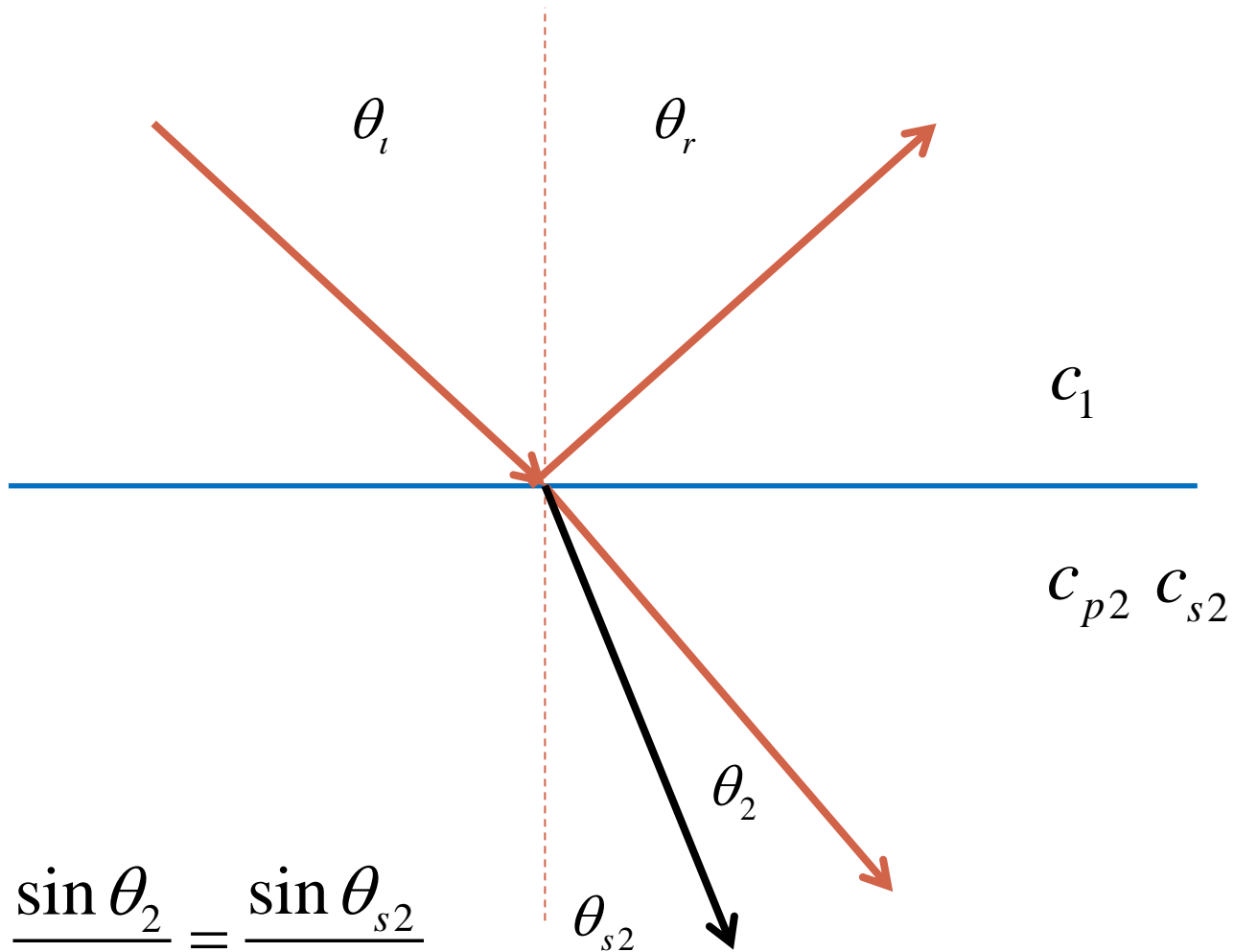


$$\Delta R_1 = \Delta x \sin \theta_1 \quad \Delta R_2 = \Delta x \sin \theta_2$$

Νόμος Snell

$$\frac{\Delta R_1}{\sin \theta_1} = \frac{\Delta R_2}{\sin \theta_2}$$

$$c_1 = \frac{\Delta R_1}{\Delta t} \quad c_2 = \frac{\Delta R_2}{\Delta t} \quad \longrightarrow \quad \frac{\sin \theta_1}{c_1} = \frac{\sin \theta_2}{c_2}$$

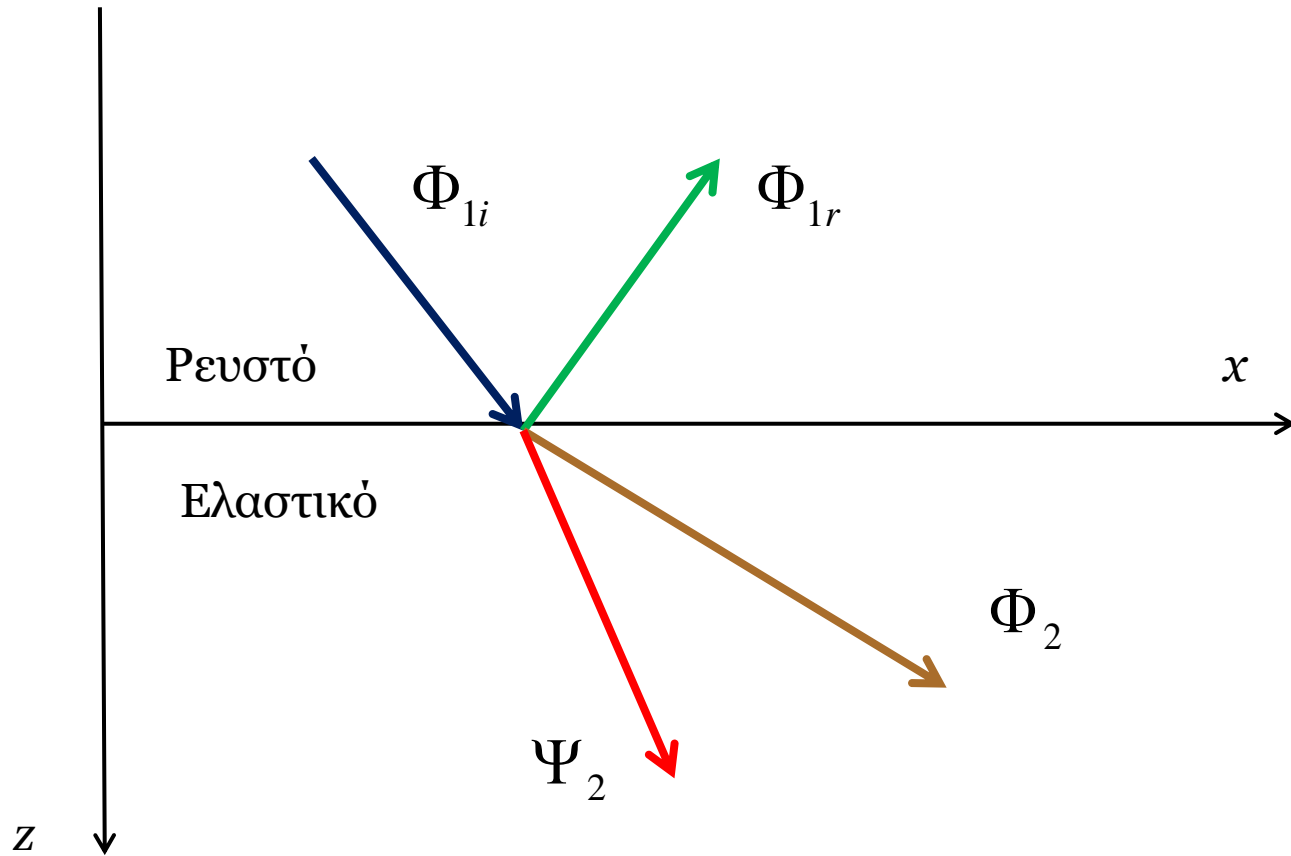


$$\frac{\sin \theta_1}{c_1} = \frac{\sin \theta_2}{c_{p2}} = \frac{\sin \theta_{s2}}{c_{s2}}$$

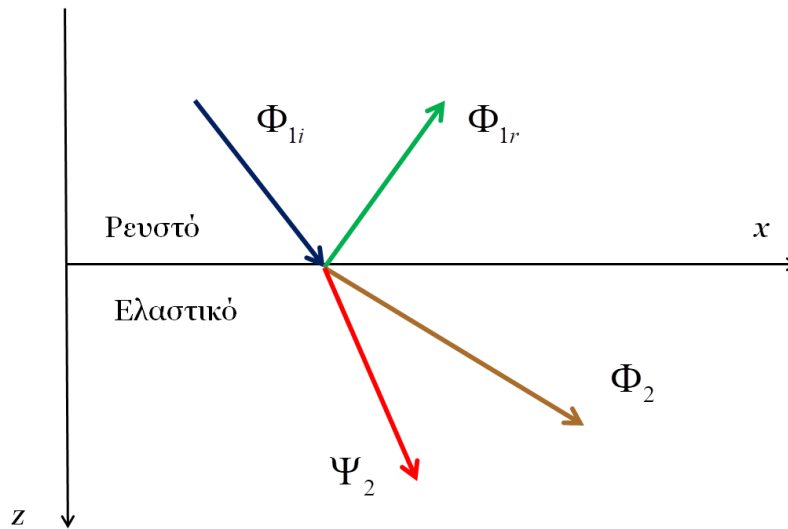
$$\sigma_{ij} = \lambda \delta_{ij} \varepsilon_{kk} + 2\mu \varepsilon_{ij} \quad \text{Νόμος Hooke}$$

$$\sigma_{zz} = \lambda \nabla^2 \Phi + 2\mu \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z \partial x} \right)$$

$$\sigma_{zx} = \mu \left(\frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z \partial x} \right)$$



$$\Phi_1 = \Phi_{1i} + \Phi_{1r}$$



- Φ_{1i} Δυναμικό προσπίπτοντος ακουστικού κύματος
 - Φ_{1r} Δυναμικό ανακλώμενου ακουστικού κύματος
 - Φ_2 Δυναμικό διαδιδόμενου ακουστικού κύματος
 - Ψ_2 Δυναμικό διαδιδόμενου διατμητικού κύματος
- } Φ_1

$$\nabla^2 \Phi_* = \frac{1}{c_*^2} \frac{\partial^2 \Phi_*}{\partial t^2}, \quad * = 1, 2$$

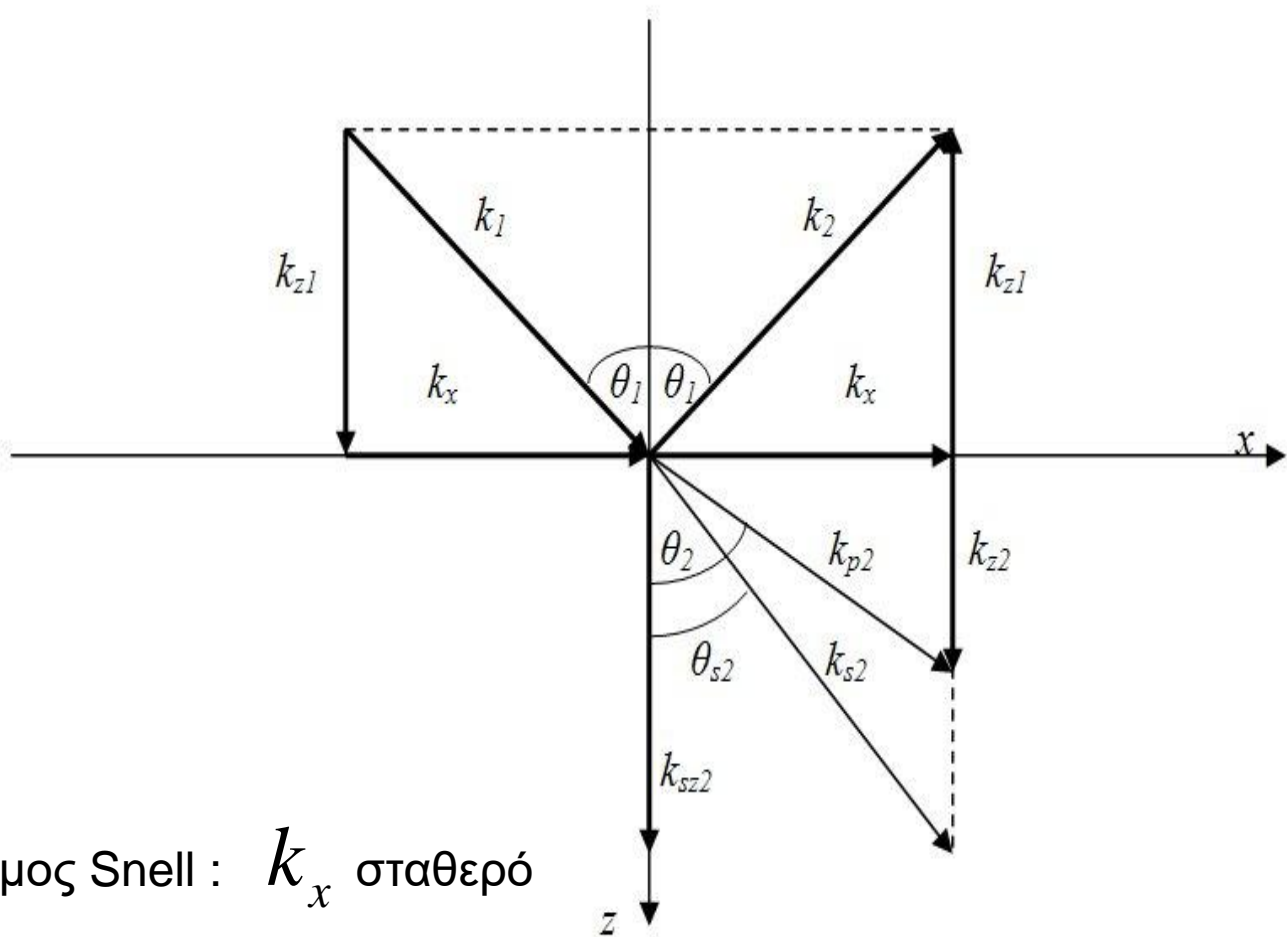
$$c_2 = c_{p2}$$

Με διαχωρισμό
προσλίπτοντος-
ανακλώμενου

$$\nabla^2 \Phi_* = \frac{1}{c_*^2} \frac{\partial^2 \Phi_*}{\partial t^2}, \quad * = 1t, 1r, 2$$

$$c_{1i} = c_{1r} = c_1, \quad c_2 = c_{p2}$$

$$\nabla^2 \Psi_2 = \frac{1}{c_{s2}^2} \frac{\partial^2 \Psi_2}{\partial t^2}$$



Νόμος Snell : k_x σταθερό

$$\nabla^2 \Phi_1 = \frac{1}{c_1^2} \frac{\partial^2 \Phi_1}{\partial t^2}$$

$$\Phi_1 = e^{i(k_x x + k_{z1} z - \omega t)} + R_{12} e^{i(k_x x - k_{z1} z - \omega t)}$$

Φ_{1t}

Φ_{1r}

$$\nabla^2 \Phi_2 = \frac{1}{c_{p2}^2} \frac{\partial^2 \Phi_2}{\partial t^2} \longrightarrow \Phi_2 = T_p e^{i(k_x x + k_{z2} z - \omega t)}$$

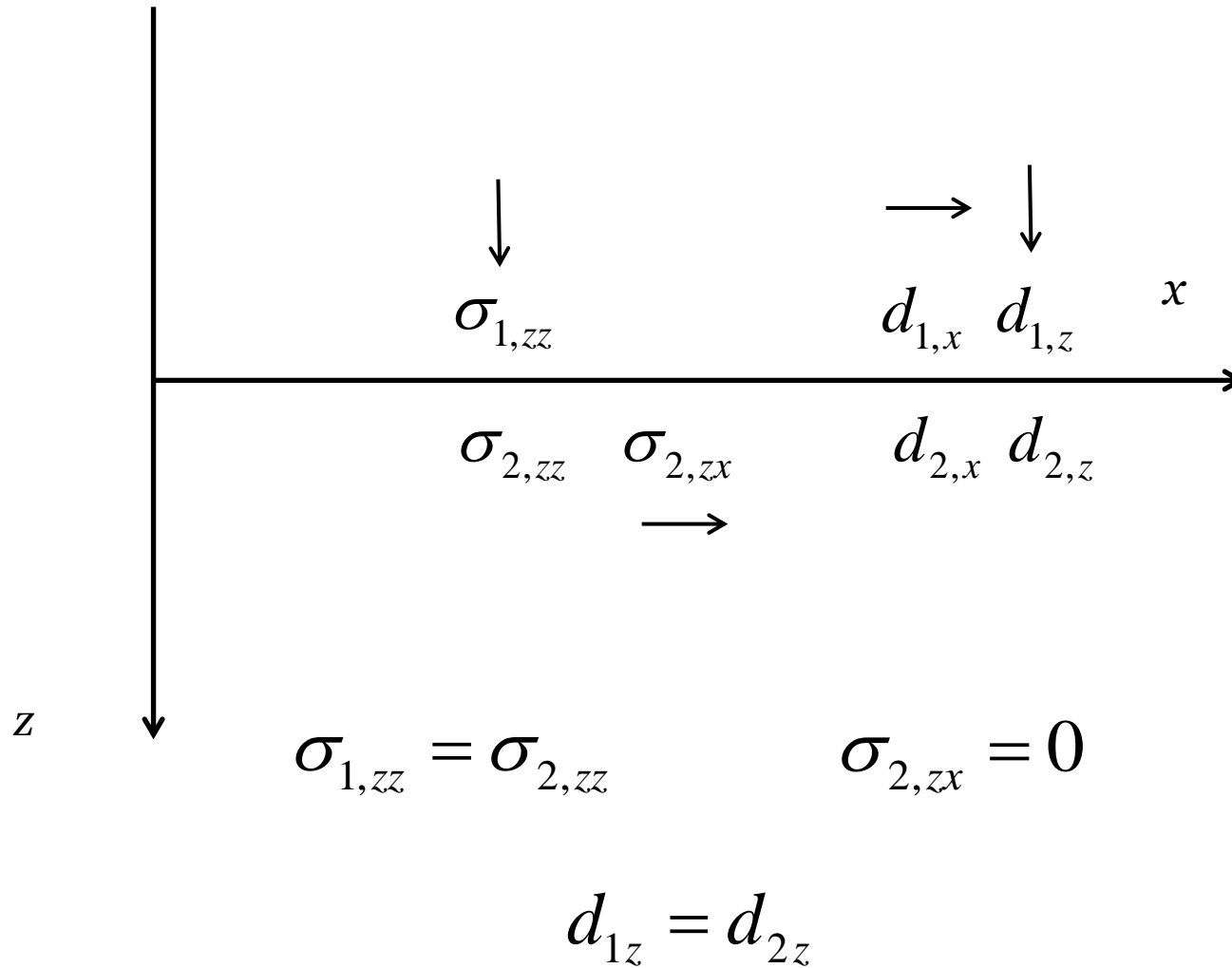
$$\nabla^2 \Psi_2 = \frac{1}{c_{s2}^2} \frac{\partial^2 \Psi_2}{\partial t^2} \longrightarrow \Psi_2 = T_s e^{i(k_x x + k_{sz2} z - \omega t)}$$

$$k_1 = \frac{\omega}{c_1}$$

$$k_{p2} = \frac{\omega}{c_{p2}}$$

$$k_{s2} = \frac{\omega}{c_{s2}}$$

Οριακές συνθήκες στη διεπιφάνεια $z=0$



$$\vec{d} = \nabla\Phi + \nabla \times \Psi$$

$$\sigma_{zz} = \lambda \nabla^2 \Phi + 2\mu \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z \partial x} \right)$$

$$\sigma_{zx} = \mu \left(\frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z \partial x} \right)$$

$$\sigma_{1,zz} = \sigma_{2,zz}$$

$$\rho_1 \frac{\partial^2 \Phi_1}{\partial t^2} = \frac{\lambda}{c_{p2}^2} \frac{\partial^2 \Phi_2}{\partial t^2} + 2\mu \left(\frac{\partial^2 \Phi_2}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \Psi_2}{\partial z \partial x} \right)$$

$$\sigma_{2,zx} = 0$$

$$\mu \left(\frac{\partial^2 \Psi_2}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \Psi_2}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 \Phi_2}{\partial z \partial x} \right) = 0$$

$$d_{1z} = d_{2z}$$

$$\frac{\partial \Phi_1}{\partial z} = \frac{\partial \Phi_2}{\partial z} - \frac{\partial \Psi_2}{\partial x}$$

$$\Phi_1 = \Phi_{1i} + \Phi_{1r}$$

Γραμμικό σύστημα εξισώσεων με αγνώστους

$$R_{12}, T_p, T_s$$

$$R_{12} = \frac{4k_{z2}k_{sz2}k_x^2 + (k_{sz2}^2 - k_x^2)^2 - (\rho_1/\rho_2)(k_{z2}/k_{z1})(\omega^4/c_{s2}^4)}{4k_{z2}k_{sz2}k_x^2 + (k_{sz2}^2 - k_x^2)^2 + (\rho_1/\rho_2)(k_{z2}/k_{z1})(\omega^4/c_{s2}^4)}$$

Συντελεστής ανάκλασης επίπεδου ακουστικού κύματος στη διαχωριστική επιφάνεια ανάμεσα σε ένα ρευστό και ένα ελαστικό στρώμα ημιάπειρου πάχους