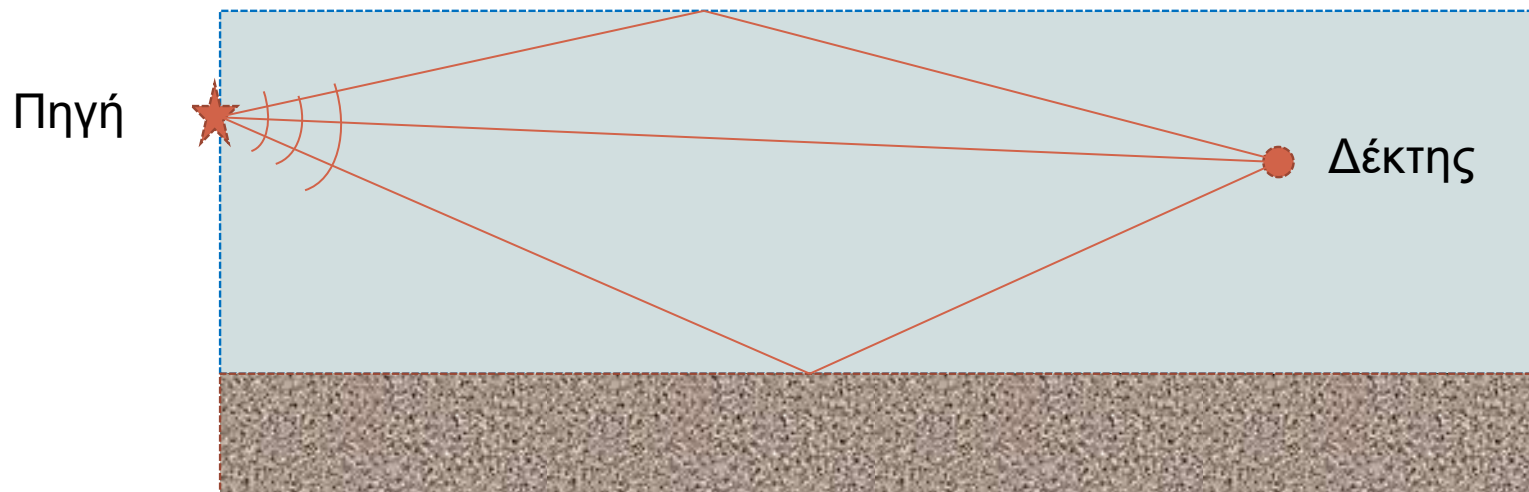


Γεωμετρική Ακουστική
Ακουστικές Ακτίνες

Εισαγωγή στην Ακουστική Ωκεανογραφία

Πρόβλημα : Να υπολογιστεί το ακουστικό πεδίο (ένταση και χαρακτηριστικά) σε δεδομένη θέση μέσα σε ένα χωρίο, όταν είναι γνωστές οι παράμετροι του περιβάλλοντος, η θέση και το είδος της πηγής

Στη θάλασσα :

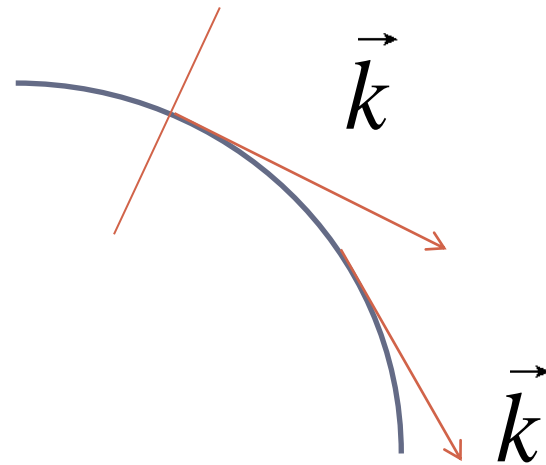


Θεωρία Ακτίνων (Ray Theory)

Κυματική Θεωρία (Wave Theory)

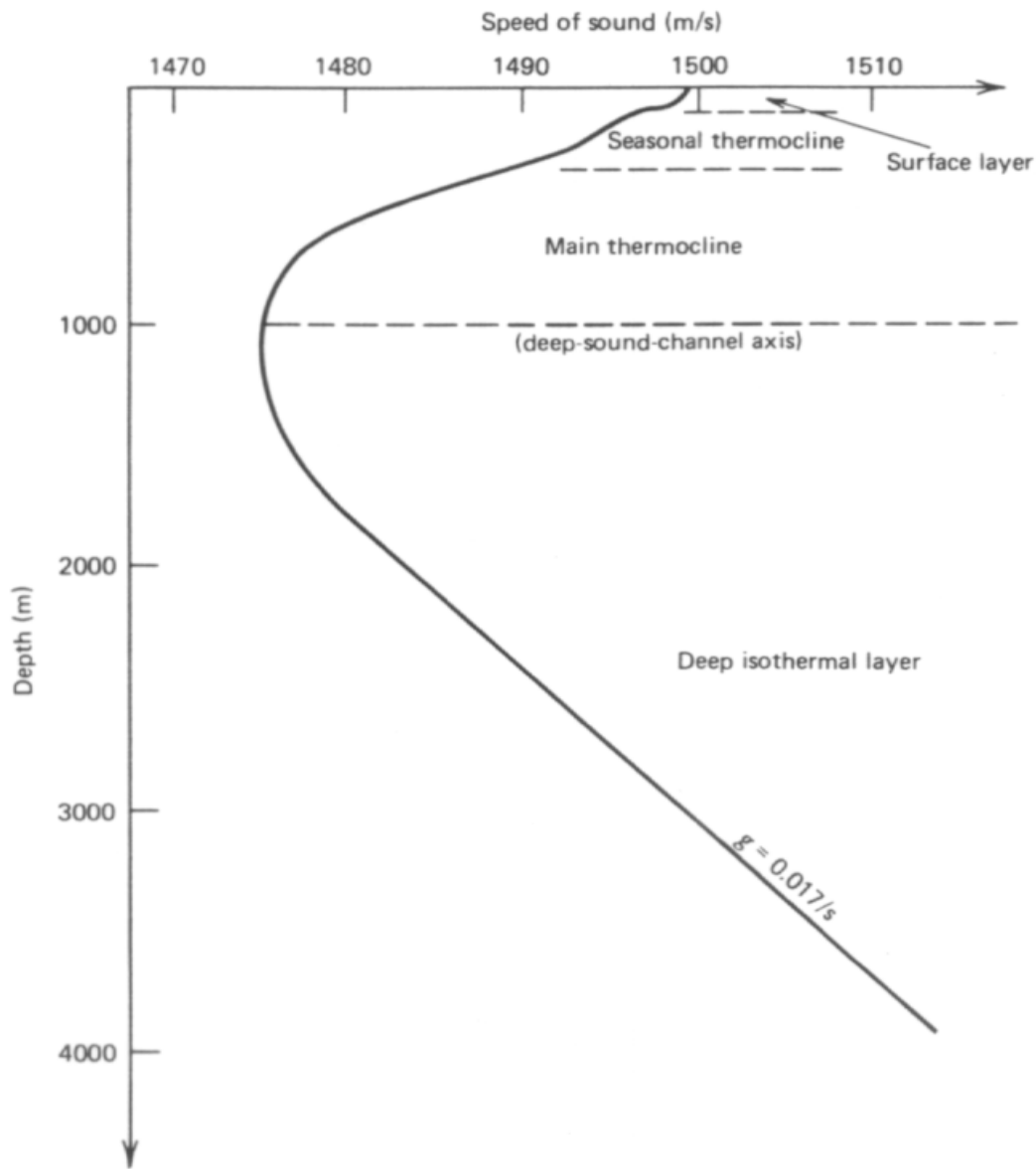
Προσεγγιστικός Υπολογισμός του Ακουστικού Πεδίου

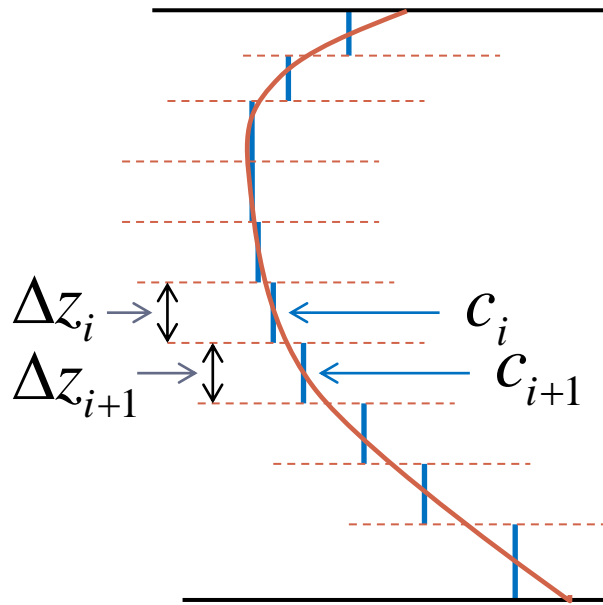
Ηχητική ακτίνα : Καμπύλη σε κάθε σημείο της οποίας, ο αριθμός κύματος είναι εφαπτόμενο διάνυσμα.



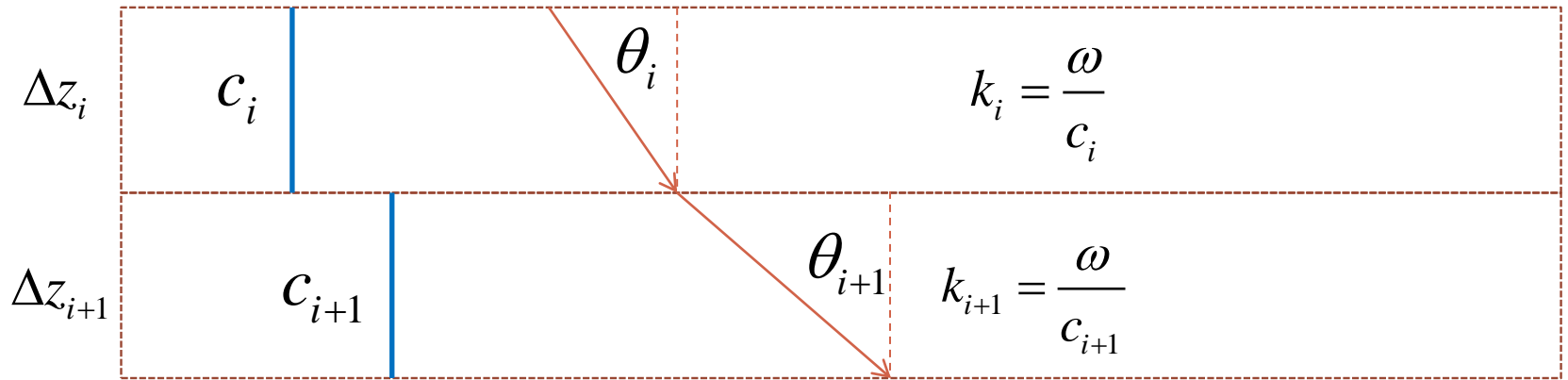
Υπόθεση: Επίπεδα κύματα.

Υπόθεση: Μεταβολή της ταχύτητας διάδοσης του ήχου μόνο με το βάθος



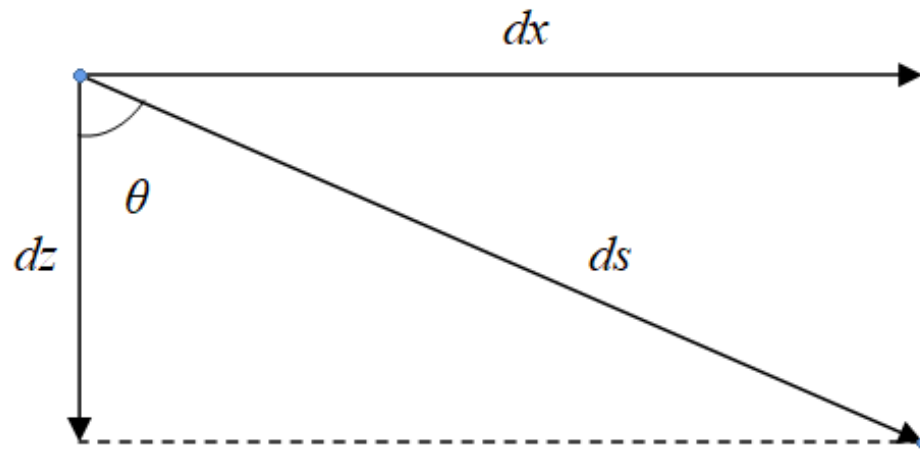


Διακριτοποίηση του προφίλ ταχύτητας



Νόμος Snell

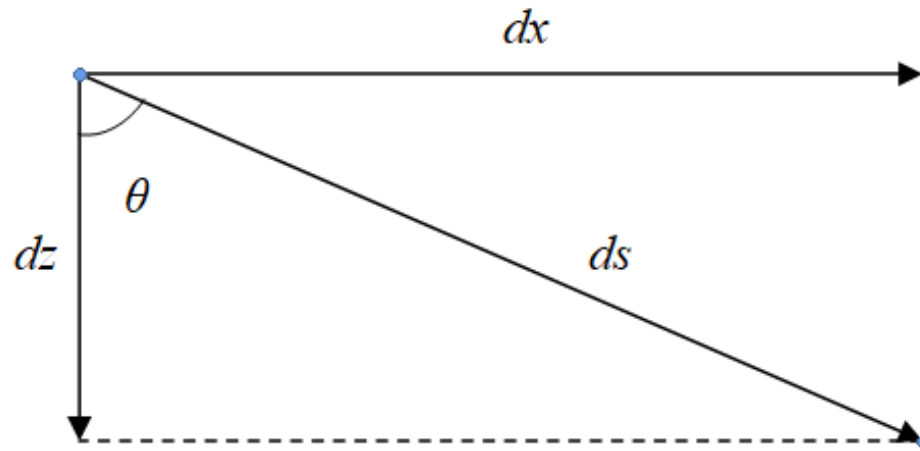
$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_{i+1}} = \frac{c_i}{c_{i+1}} \Rightarrow \frac{\sin \theta_i}{c_i} = \frac{\sin \theta_{i+1}}{c_{i+1}} = a$$



$$\frac{\sin \theta(z)}{c(z)} = a$$

$$ds = \frac{dz}{\cos \theta} \quad dx = \tan \theta dz$$

$$dt = \frac{ds}{c(z)} = \frac{dz}{c(z) \cos \theta}$$

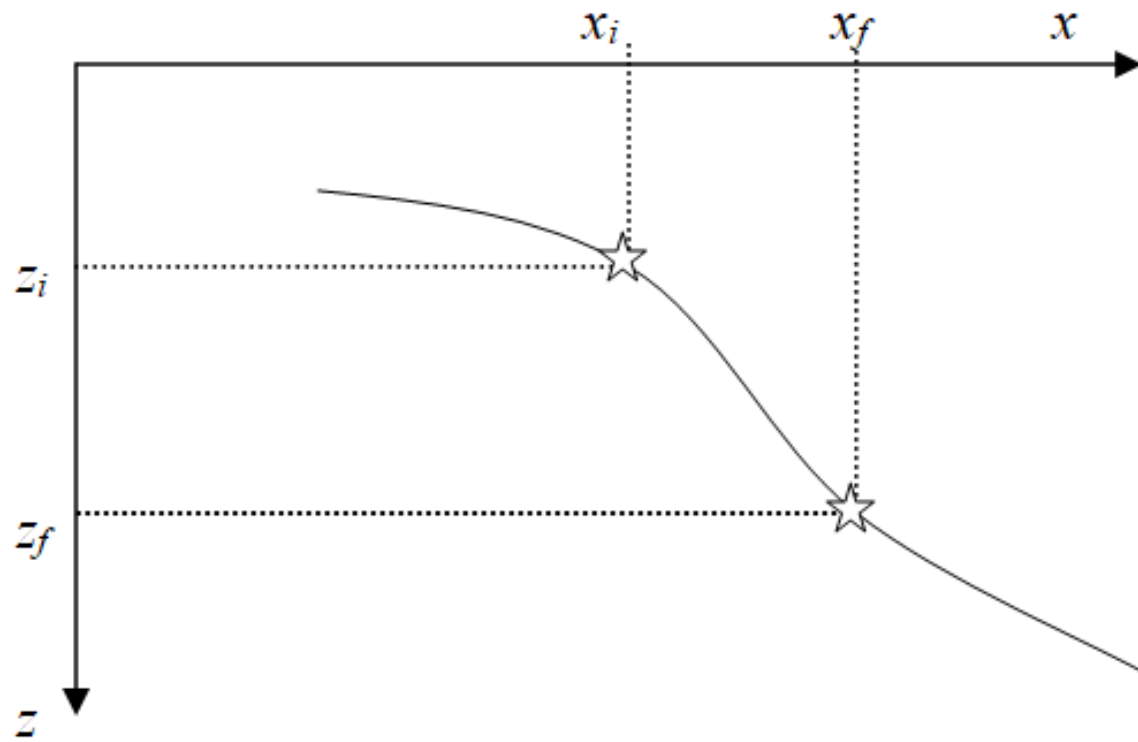


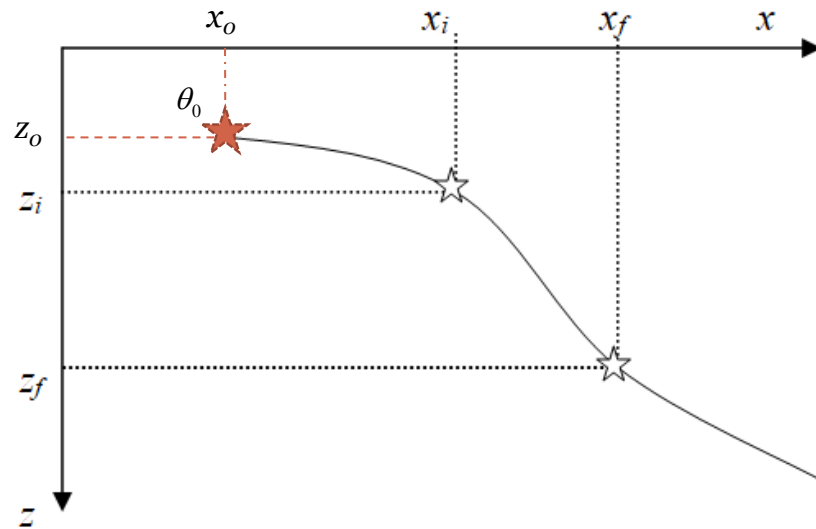
$$\sin \theta = ac(z)$$

$$\theta = \theta(z)$$

$$\cos \theta = [1 - a^2 c^2(z)]^{1/2}$$

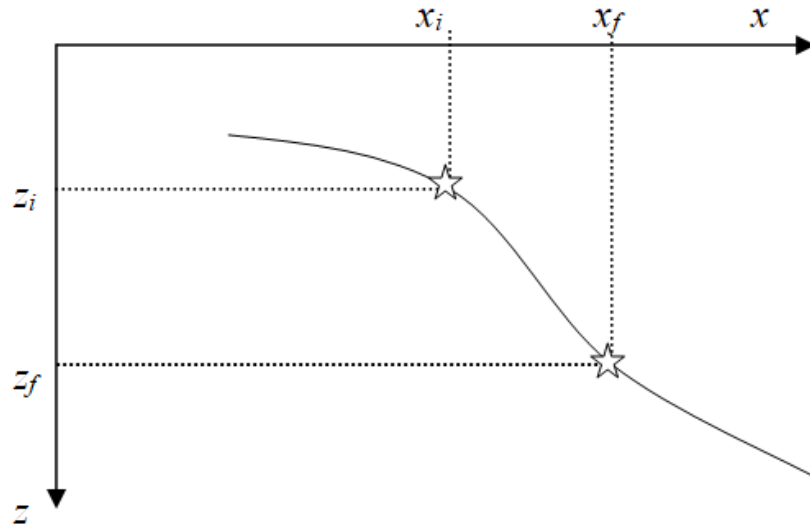
$$\tan \theta = ac(z) / [1 - a^2 c^2(z)]^{1/2}$$





Κάθε ακτίνα που εκπέμπεται από την πηγή που βρίσκεται σε βάθος z_0 στο οποίο η ταχύτητα είναι c_0 και η γωνία εκπομπής είναι θ_0 , χαρακτηρίζεται από το συντελεστή a για τον οποίο ισχύει :

$$\frac{\sin \theta_0}{c_0} = a$$



$$dx = \tan \theta dz$$

$$\tan \theta = ac(z) / [1 - a^2 c^2(z)]^{1/2}$$

$$dt = \frac{dz}{c(z) \cos \theta}$$

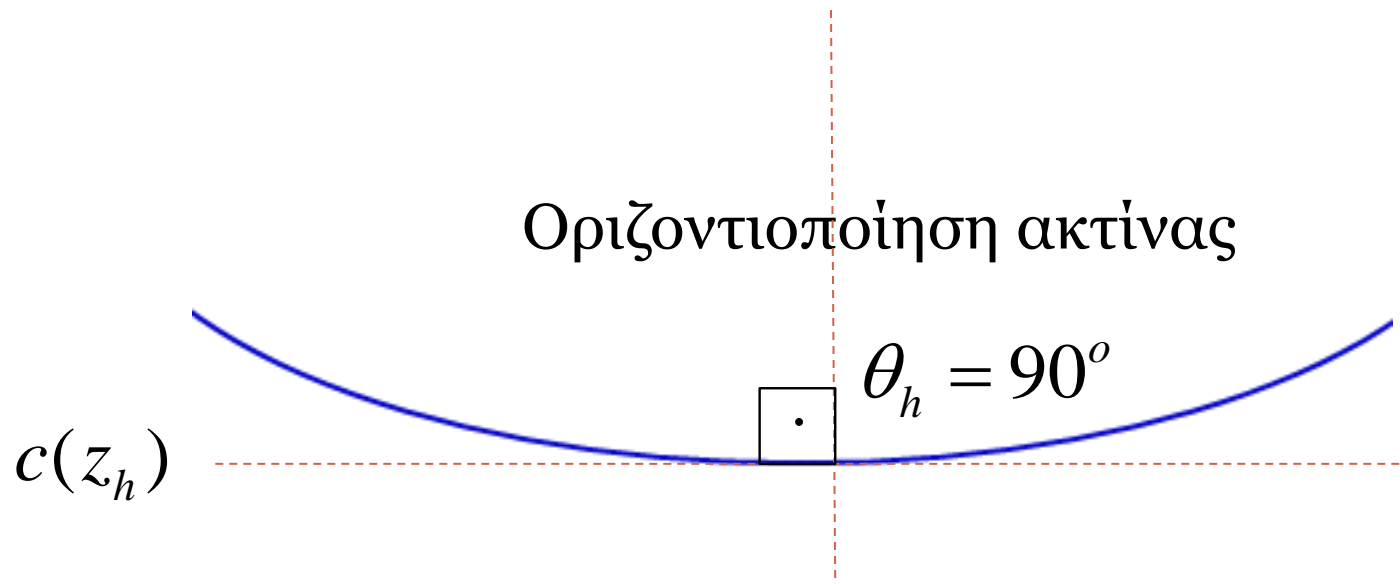
$$\cos \theta = [1 - a^2 c^2(z)]^{1/2}$$

$$x_f - x_i = \int_{x_i}^{x_f} dx = \int_{z_i}^{z_f} \frac{ac(z) dz}{[1 - a^2 c^2(z)]^{1/2}}$$

$$t_f - t_i = \int_{t_i}^{t_f} dt = \int_{z_i}^{z_f} \frac{dz}{c(z) [1 - a^2 c^2(z)]^{1/2}}$$

Η ακτίνα έχει ξεκινήσει από βάθος z_i υπό γωνία θ_i

Οριζοντιοποίηση ακτίνας



$$c(z_h) / \sin 90^\circ = c(z_h) = c(z_i) / \sin \theta_i$$

$$c(z_i) < c(z_h)$$

