

Φυσική εξασθένιση

Εισαγωγή στην Ακουστική Ωκεανογραφία

Φυσική Εξασθένηση

Βασικός μηχανισμός φυσικής εξασθένησης (απορρόφησης) στο νερό: **Συνεκτικότητα (Viscosity)**

Παράμετρος που καθορίζει το μέγεθος της απορρόφησης : **Χρόνος Χαλάρωσης : (Relaxation Time)**

Πρόκειται για το χρόνο που χρειάζεται το μέσον(μόρια) προκειμένου να αποκριθεί στις μεταβολές της πίεσης και να επανέλθει στην κατάσταση ισορροπίας.

Οι ακριβείς μηχανισμοί στο νερό είναι και σήμερα αντικείμενο μελέτης.

$$\frac{dP}{dx} = -a_e P$$

Συντελεστής απορρόφησης

$$P = P_0 \exp[-a_e x], \quad P_0 = P(0) \quad \text{Επίπεδα κύματα}$$

$$p(x) = P \exp(ikx - \omega t)$$

$$p(x) = P_0 \exp(ikx - a_e x - \omega t)$$

$$k_c = k + ia_e \quad k = \frac{\omega}{c}$$

$$p(x, t) = P_0 \exp i(k_c x - \omega t)$$

$$p(r, t) = \frac{A}{r} \exp i(k_c r - \omega t)$$

Σφαιρικά κύματα

$$c_c = \frac{\omega}{k_c} = \frac{\omega}{k + ia_e}$$

Μιγαδική ταχύτητα διάδοσης

$$k_c = k + ia_e \quad k = \frac{\omega}{c}$$

$$c_c = \frac{\omega}{k_c} = \frac{\omega}{k + ia_e}$$

$$c_c = \frac{\omega(k - ia_e)}{k^2 + a_e^2} = \frac{\omega k}{k^2 + a_e^2} + i \frac{-\omega a_e}{k^2 + a_e^2}$$

The diagram illustrates the decomposition of the complex expression for c_c into its real and imaginary parts. The real part, $\frac{\omega k}{k^2 + a_e^2}$, is enclosed in a green dashed circle. The imaginary part, $i \frac{-\omega a_e}{k^2 + a_e^2}$, is enclosed in a red dashed circle. A green arrow points from the green circle to the term c_r in the equation $c_c = c_r + i c_c$. A red arrow points from the red circle to the term $i c_c$ in the same equation.

$$TL = 20 \log_{10} \left| \frac{p_i}{p} \right| \quad |p| = |p_i| \exp[-a_e x] \quad x_0 = 0$$

$$TL = 20 \log_{10} \left| \frac{p_i}{p} \right| = a_e x (20 \log_{10} e) = 8,686 a_e x$$

$$a = 8,686 a_e \quad \text{dB/m}$$

Μηχανισμοί Φυσικής Απορρόφησης στο Θαλασσινό Νερό

Διαλυμένα Άλατα και Οξέα

•magnesium sulfate –MgSO₄

•boric acid –H₃BO₃

Συνεκτικότητα

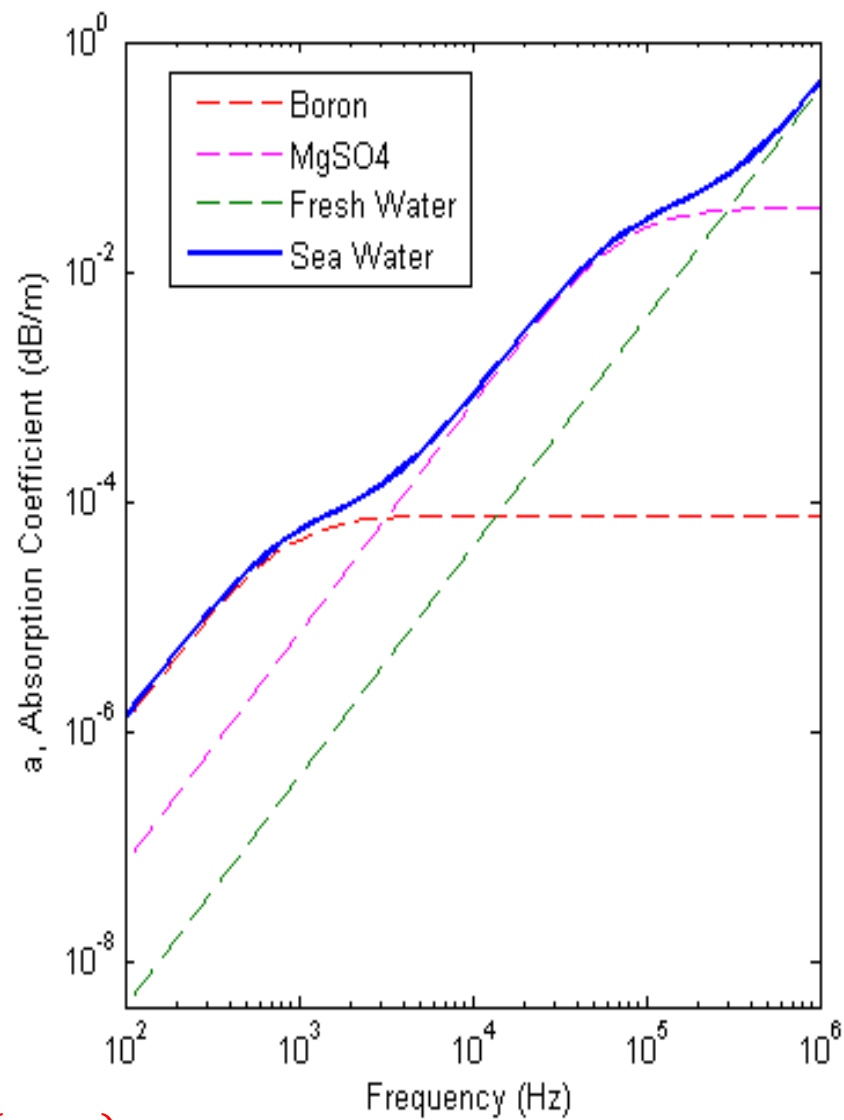
$$a = \frac{A f_1 f^2}{f_1^2 + f^2} + \frac{B f_2 f^2}{f_2^2 + f^2} + C f^2$$

Μηχανισμοί Φυσικής Απορρόφησης στο Θαλασσινό Νερό

$$a = \frac{A f_1 f^2}{f_1^2 + f^2} + \frac{B f_2 f^2}{f_2^2 + f^2} + C f^2 \quad \text{dB/m}$$

$$f_1(T), f_2(T), T (^{\circ}\text{C})$$

$$A(T), B(T, P_0), C(T, P_0) \quad C (^{\circ}\text{C}), P_0(\text{Atm})$$



Fisher and Simmons (1977)

Παράδειγμα Υπολογισμού

$$f=1000 \text{ Hz}$$

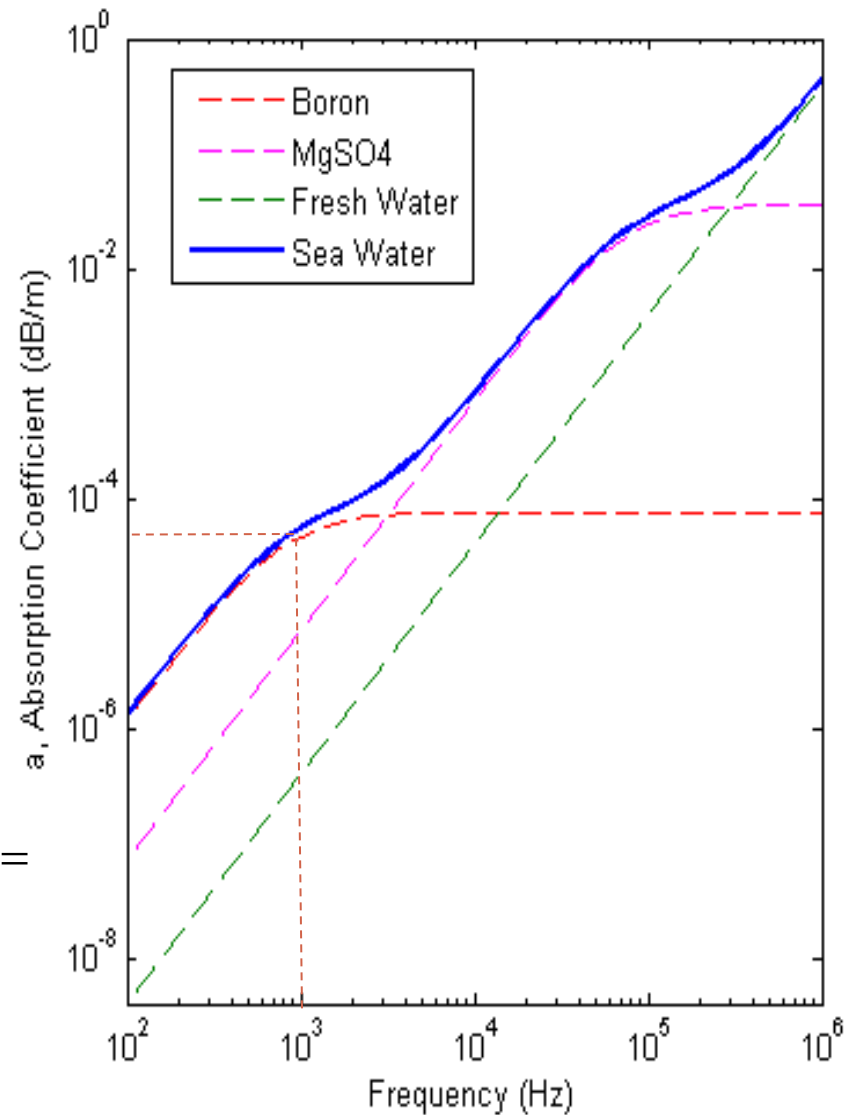
$$\alpha=8 \times 10^{-5} \text{ dB/m}$$

Σφαιρική Διάδοση

$$TL = 20 \log_{10} R + aR$$

$$R=10000 \text{ m}$$

$$TL = 20 \log_{10} 10000 + 8 \times 10^{-5} \times 10000 =$$
$$80 + 0,8 = 80,8 \text{ dB}$$



Fisher and Simmons (1977)

Παράδειγμα Υπολογισμού

$$f=10000 \text{ Hz}$$

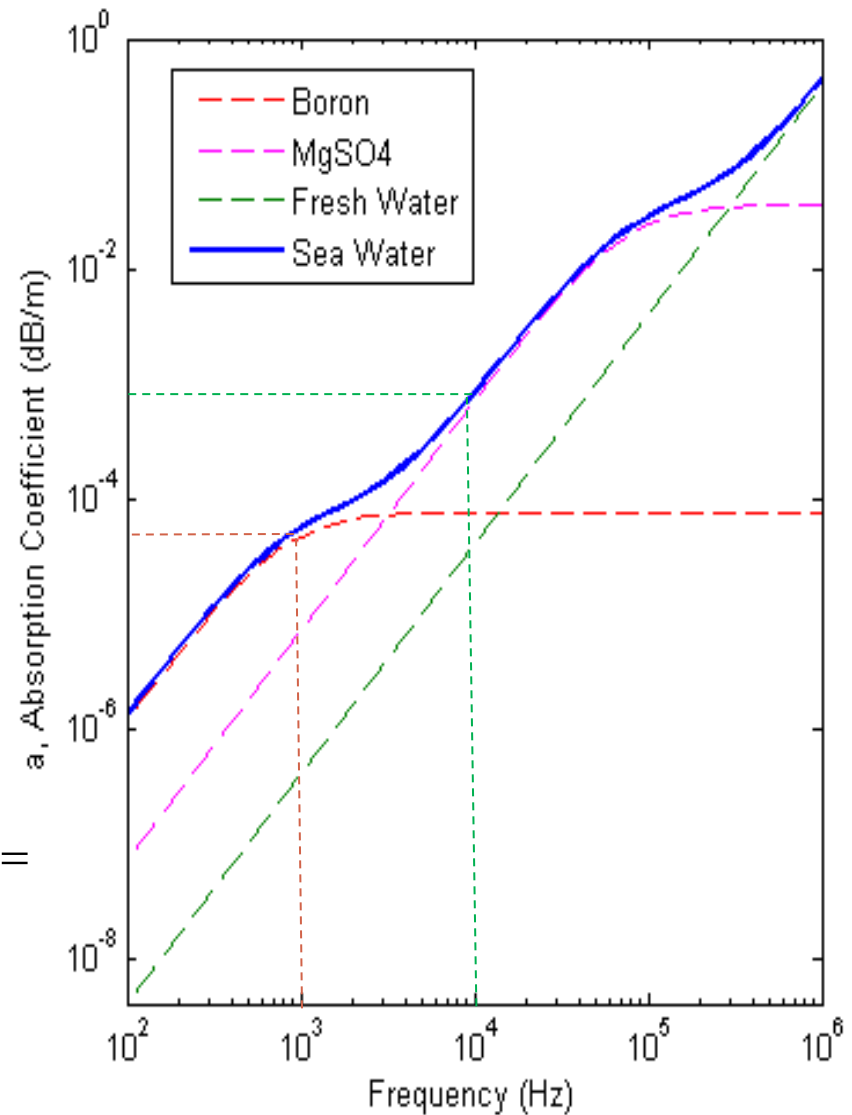
$$\alpha=8 \times 10^{-4} \text{ dB/m}$$

Σφαιρική Διάδοση

$$TL = 20 \log_{10} R + aR$$

$$R=10000 \text{ m}$$

$$TL = 20 \log_{10} 10000 + 8 \times 10^{-4} \times 10000 =$$
$$80 + 8 = 88 \text{ dB}$$



Fisher and Simmons (1977)

Απορρόφηση στα θαλασσινά ιζήματα

| Είδος Ιζήματος | Πυκνότητα (kg/m ³) | Ταχύτητες (m/sec) | | α_p (dB/(m·kHz)) |
|------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|
| | | c_p | c_s | |
| Χονδρή άμμος | 2030 | 1850 | 250 | 0,47 |
| Μέση άμμος | 1980 | 1750 | 250 | 0,5 |
| Λεπτή άμμος | 1970 | 1740 | 200 | 0,51 |
| Πηλούχος άμμος | 1830 | 1677 | 450 | 0,69 |
| Αμμώδης πηλός | 1650 | 1550 | 370 | 0,3-0,76 |
| Πηλός | 1600 | 1600 | 270 | 0,24-0,68 |
| Άμμος άργιλος πηλός | 1500 | 1578 | 400 | 0,11 |
| Αργιλούχος πηλός | 1420 | 1530 | 300 | 0,08 |
| Πηλούχος άργιλος | 1400 | 1520 | 240 | 0,07 |
| Άργιλος | 1280 | 1490 | 180 | 0,06 |