

Φυσική εξασθένιση

Εξίσωση SONAR

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)**

Απώλεια ενέργειας : Εξαρτάται από το λόγο του χρόνου
χαλάρωσης προς την περίοδο : $t_r = 1 / f_r$

Μέγιστη απορρόφηση για λόγο =1 $\frac{t_r}{T} = \frac{f}{f_r}$

$$\frac{d|p|}{dx} = -a_e |p| \quad \text{Συντελεστής απορρόφησης}$$

$$|p| = |p_i| \exp[-a_e (x - x_0)] \quad \text{Επίπεδα κύματα}$$

$$|p| = |p_0| \frac{r_0}{r} \quad \text{Σφαιρικά κύματα}$$

$$|p| = |p_0| \frac{r_0}{r} \exp[-a_e (r - r_0)]$$

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

$$p(r, t) = \frac{A}{r} \exp i(kr - \omega t) \quad \text{Χωρίς φυσική εξασθένηση}$$

$$p(r, t) = \frac{A}{r} \exp[-a_e(r - r_0)] \exp[i(kr - \omega t)]$$

για $r \gg r_0$

$$p(r, t) = \frac{A}{r} \exp[-a_e r] \exp[i(kr - \omega t)]$$

$$p(r, t) = \frac{A}{r} \exp[-a_e r] \exp[i(kr - \omega t)]$$

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

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

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

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

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

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

$$k_c = k + i a_e = \frac{\omega}{c_c}$$

$$c_c = \frac{\omega}{k_c} = \frac{\omega}{k + i a_e}$$

Μιγαδική ταχύτητα διάδοσης

Μηχανισμοί Φυσικής Απορρόφησης στο Θαλασσινό Νερό

Διαλυμένα Άλατα και Οξέα

•magnesium sulfate –MgSO₄

•boric acid –H₃BO₃

Συνεκτικότητα

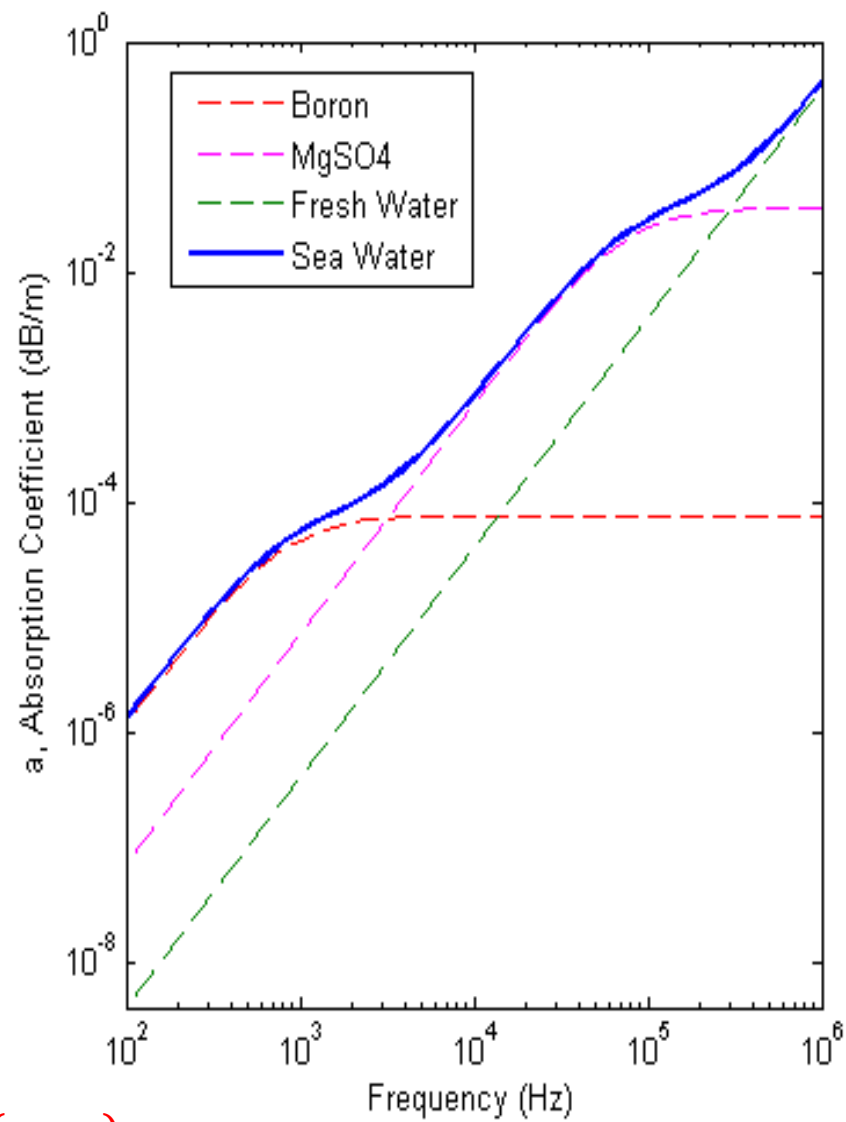
$$a = \frac{A f_1 f^2}{f_1^2 + f^2} + \frac{B f_2 f^2}{f_2^2 + f^2} + C f^2$$

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

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

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

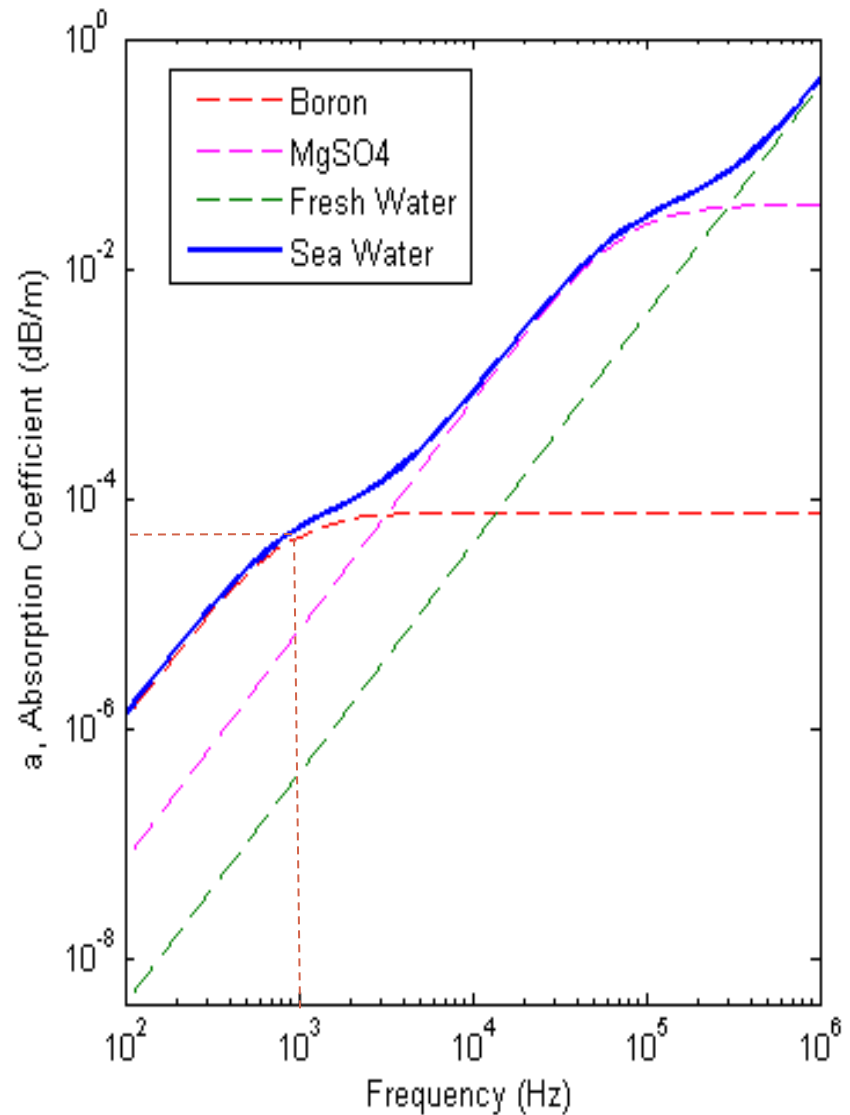
Σφαιρική Διάδοση

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

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

$$TL = 20 \log_{10} 1000 + 8 \times 10^{-5} \times 10000 = 80 + 0,8 = 80,8 \text{ dB}$$

Fisher and Simmons (1977)



Παράδειγμα Υπολογισμού

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

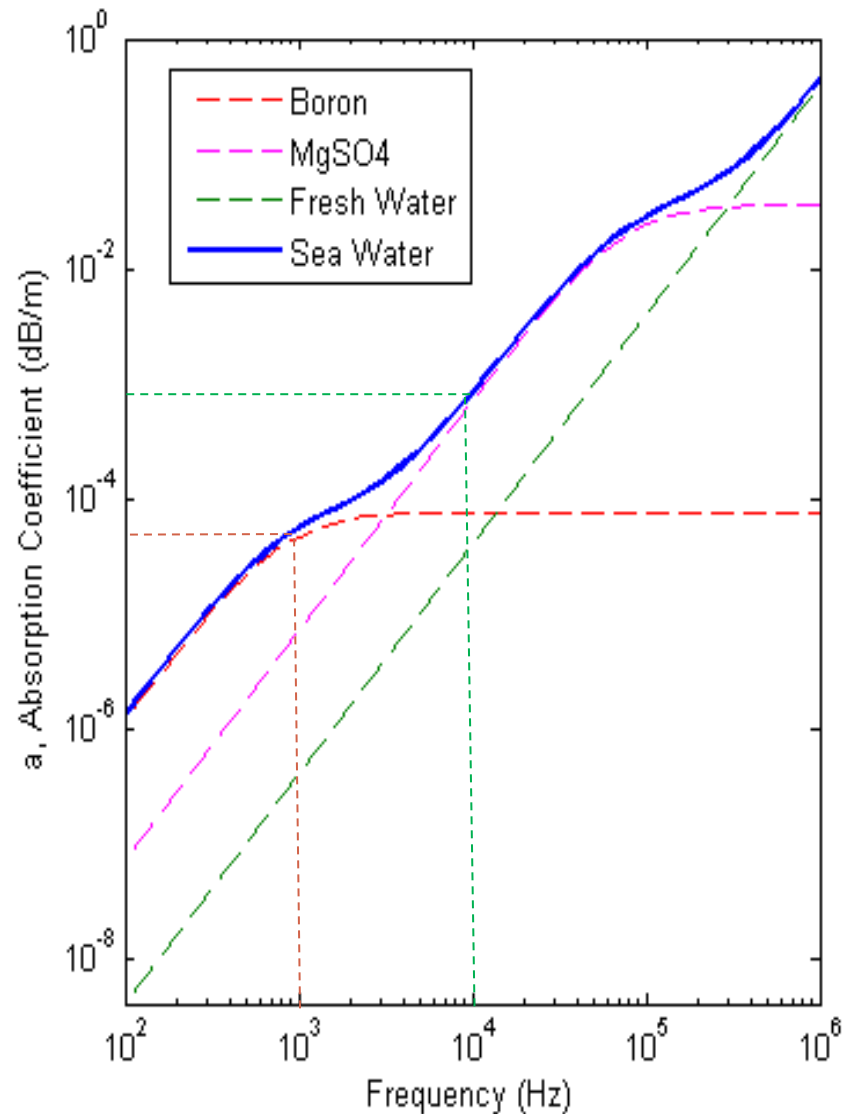
$$\alpha=8 \times 10^{-4} \text{ dB/m}$$

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 |