

ΕΝΤΑΣΗ ΚΥΜΑΤΟΣ

$$I = \frac{E / t}{A} = \frac{P}{A}$$

ΣΤΑΘΜΗ ΕΝΤΑΣΗΣ ΗΧΟΥ

$$L_I = 10 \log \frac{I}{I_o}$$

$$I_o = 10^{-12} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$$

ΣΤΑΘΜΗ ΠΙΕΣΗΣ ΗΧΟΥ

$$L_p = 20 \log \frac{p}{p_o}$$

$$p_o = 20 \mu\text{Pascal}$$

Ένας επιβάτης αεροπλάνου βγαίνει από το χώρο αναμονής όπου η στάθμη έντασης ήχου είναι 75db στην πίστα του αεροδρομίου όπου η στάθμη έντασης είναι 105db. Ποιος ο λόγος των εντάσεων του ήχου;

1000 φορές!!!!!!!!!!!!!!!

Άσκηση: Είσαι θεατής μιας μουσικής παράστασης. Στη σκηνή παίζει ένα φλάουτο και η στάθμη έντασης ήχου στο σημείο που βρίσκεσαι είναι 60db. Ανεβαίνουν στη σκηνή 4 ακόμη μουσικοί με φλάουτα έτσι ώστε τώρα στη σκηνή παίζουν συνολικά 5 φλάουτα. Ποια η στάθμη έντασης ήχου εκεί που κάθεται; Ποια η ένταση του ήχου εκεί που κάθεται;

$$L_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_o} \Leftrightarrow \dots \Leftrightarrow I_1 = I_o 10^{\frac{L_1}{10}}$$

$$I_2 = 5I_1$$

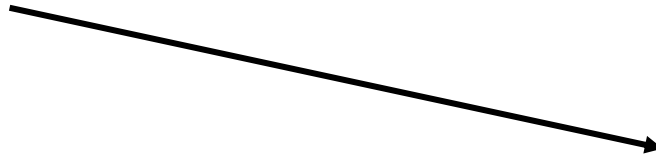
$$L_2 = 10 \log \frac{5I_1}{I_o} \Leftrightarrow \dots \Leftrightarrow L_2 = 10 \log(5 \cdot 10^{\frac{L_1}{10}}) \Leftrightarrow \dots \Leftrightarrow L_2 = 67 \text{ db}$$

$$L_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_o} \Leftrightarrow I_2 = I_o 10^{\frac{L_2}{10}} \Leftrightarrow I_2 = 5 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$$

Ενισχυτής



Μεγάφωνο



1Watt

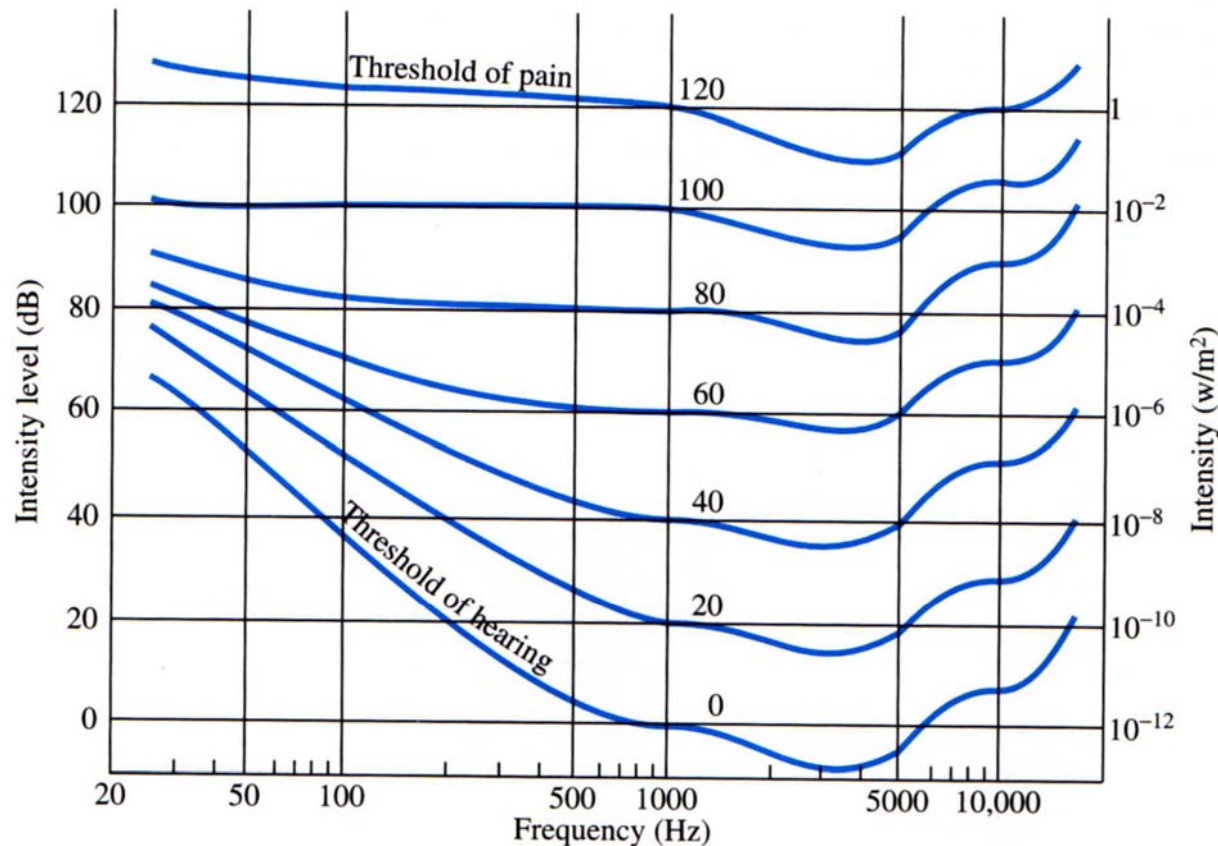
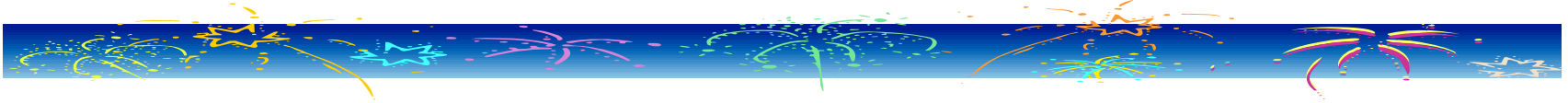
Πως μετράμε τη στάθμη πίεσης ήχου;



Ηχώμετρο

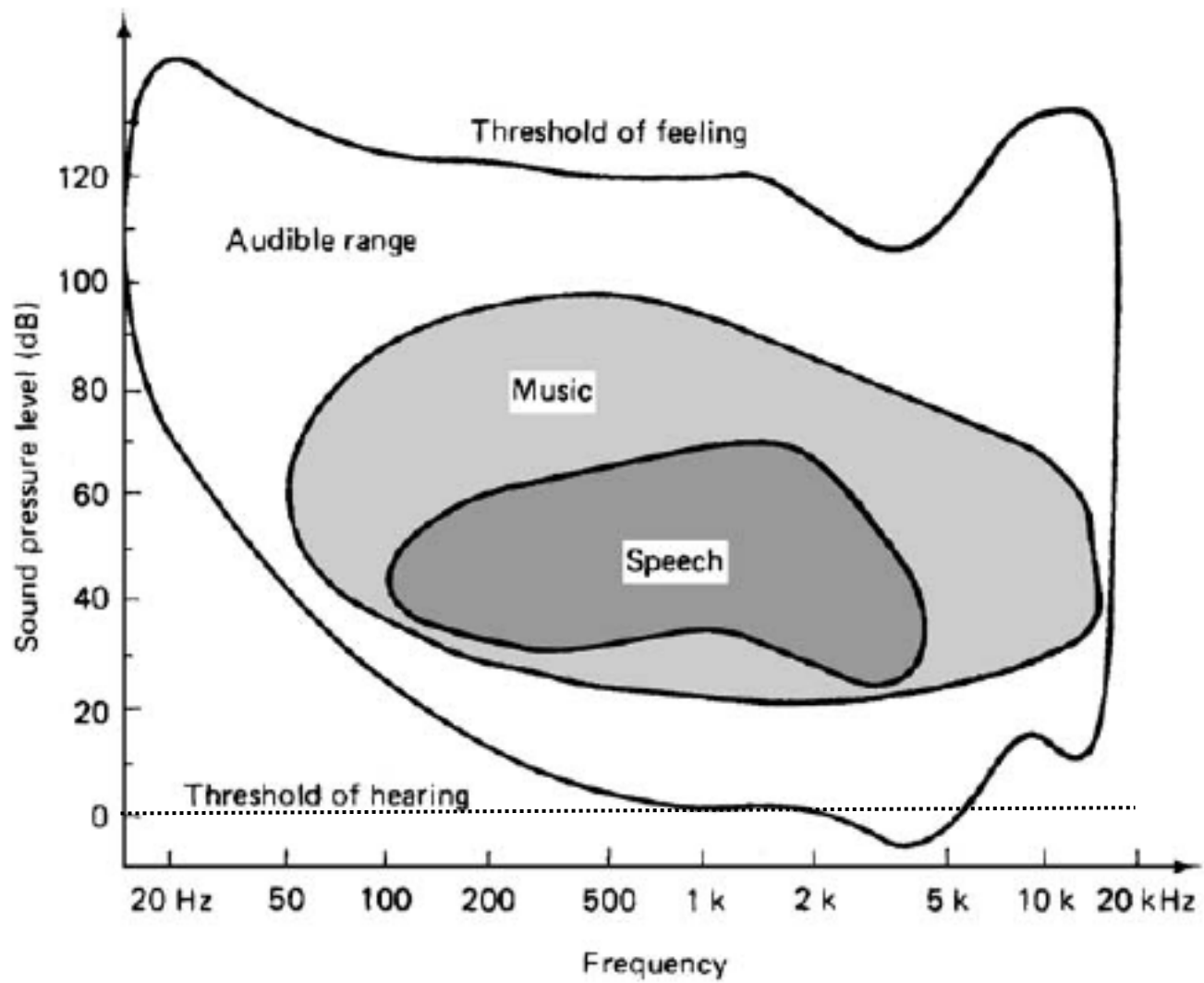
Περιέχει μικρόφωνο
Ανιχνεύει μεταβολές πίεσης

Ευαισθησία ανθρώπινου αυτιού ως συνάρτηση της συχνότητας



Κάθε καμπύλη αναπαριστά ήχους που τους εκλαμβάνουμε ως ίδιας έντασης.

Το αυτί είναι περισσότερο ευαίσθητο ανάμεσα στα 2 kHz και 4 kHz.



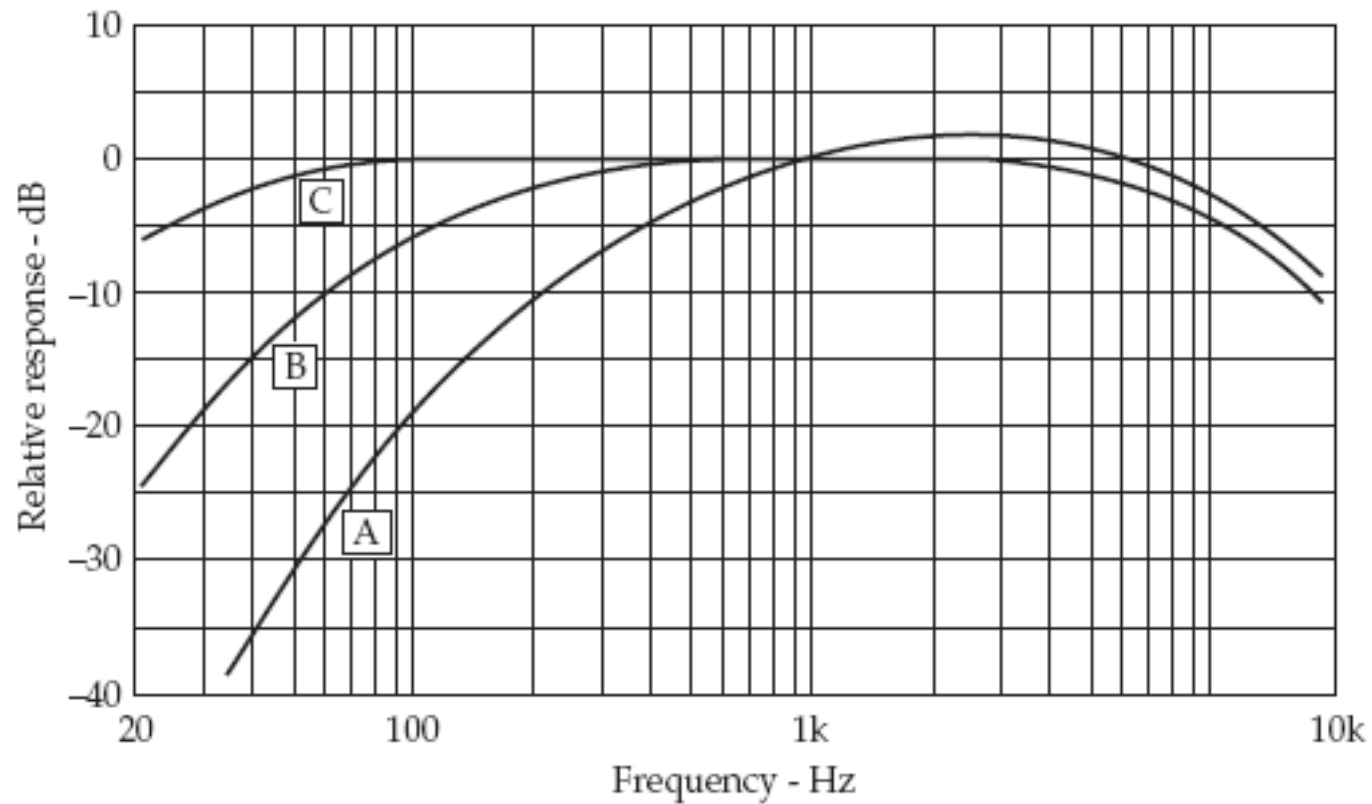


FIGURE 2-3 The A, B, and C weighting response characteristics for sound-level meters. (ANSI S1.4-1971.) Generally, only the A weighting is used.

Πως μετράμε τη στάθμη έντασης ήχου;



Ηχόμετρο

Περιέχει μικρόφωνο
Ανιχνεύει μεταβολές πίεσης

Χρησιμοποιεί φίλτρα που εξασθενούν τον ήχο που μετρά σε διάφορες συχνότητες ανάλογα με την ευαισθησία του ανθρώπινου αυτιού.

Η μετρούμενη στάθμη θορύβου είναι συνήθως μικρότερη από την κανονική και συμβολίζεται με dB(A), dB(B) κ.λ.π.

Μετράμε τη στάθμη έντασης ήχου ενός χώρου και τη βρίσκουμε $L_{\Delta}=85\text{db}$. Καθώς περνά απ' έξω φορτηγό μετράμε και πάλι τη στάθμη έντασης και τη βρίσκουμε $L_{o\lambda}=94\text{db}$. Ποια η στάθμη έντασης μόνο του ήχου του φορτηγού μέσα στο δωμάτιο;

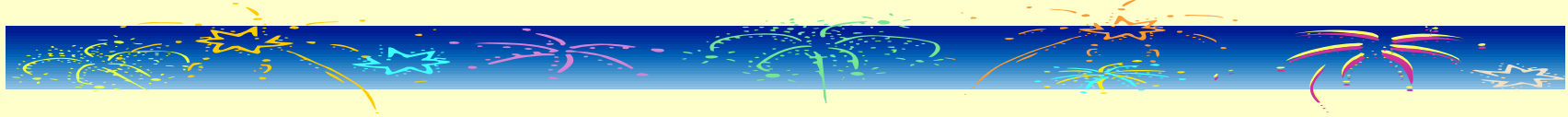
$$L = 10 \log \frac{I}{I_o} \Leftrightarrow \log \frac{I}{I_o} = \frac{L}{10} \Leftrightarrow \frac{I}{I_o} = 10^{\frac{L}{10}} \Leftrightarrow I = I_o 10^{\frac{L}{10}}$$

$$I_{\Delta} = I_o 10^{\frac{L_{\Delta}}{10}} \quad I_{o\lambda} = I_o 10^{\frac{L_{o\lambda}}{10}} \quad I_{\phi o\rho} = I_o 10^{\frac{L_{\phi o\rho}}{10}}$$

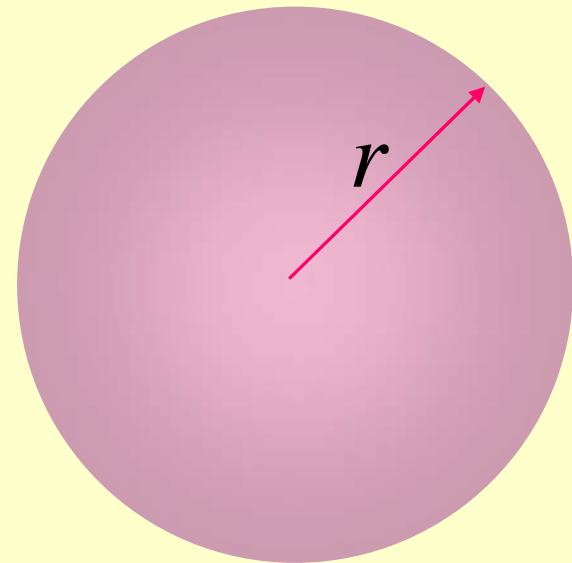
$$I_{\phi o\rho} = I_{o\lambda} - I_{\Delta} \Leftrightarrow I_o 10^{\frac{L_{\phi o\rho}}{10}} = I_o 10^{\frac{L_{o\lambda}}{10}} - I_o 10^{\frac{L_{\Delta}}{10}} \Leftrightarrow$$

$$\dots\dots \Leftrightarrow L_{\phi o\rho} = 10 \log(10^{\frac{L_{o\lambda}}{10}} - 10^{\frac{L_{\Delta}}{10}}) \Leftrightarrow L_{\phi o\rho} = 93,4\text{db}$$

Μεταβολή έντασης με την απόσταση



- Καθώς σφαιρικό κύμα διαδίδεται στο χώρο η ενέργεια που μεταφέρει απλώνεται σε όλο και μεγαλύτερη επιφάνεια μια και η επιφάνεια σφαίρας ακτίνας r είναι $4\pi r^2$
- Αν η ακουστική ισχύς είναι P , η μέση ένταση σε σφαίρα ακτίνας r είναι:



$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

Διάδοση ηχητικού κύματος

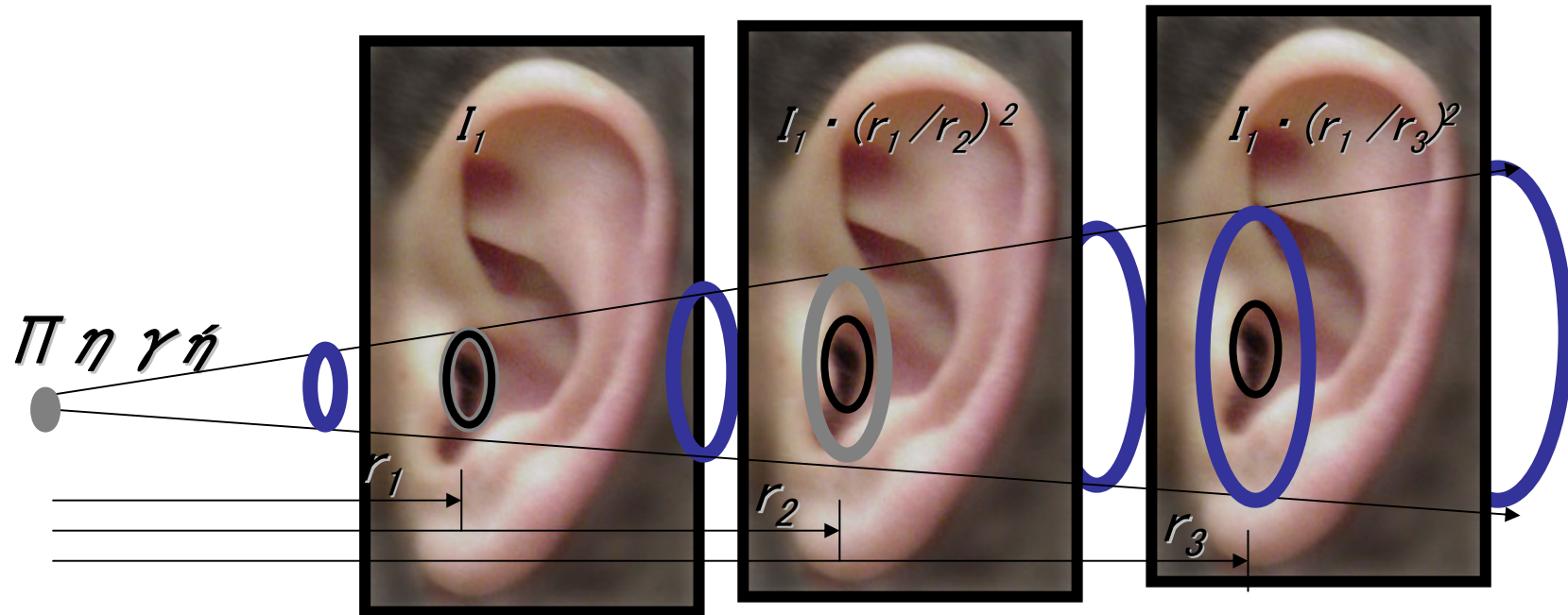
Η ένταση ενός σφαιρικού ηχητικού κύματος είναι αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της απόστασης

d [m]	I [W/m^2]	
1.0	1.0	$= 1/1^2$
2.0	0.25	$= 1/2^2$
3.0	0.11	$= 1/3^2$
4.0	0.063	$= 1/4^2$
5.0	0.040	$= 1/5^2$
$\Omega_S 1/r^2$		



Διάδοση ηχητικού κύματος

Ελάττωση έντασης με το τετράγωνο της απόστασης



Το ποσοστό της ενέργειας του
ηχητικού κύματος που
εισέρχεται στο αυτί
ελαττώνεται με το τετράγωνο
της απόστασης από την πηγή.

Διάδοση ηχητικού κύματος

Παράδειγμα:

Η ένταση ήχου είναι $1.0 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2$ σε απόσταση 3.0 m από ένα μεγάφωνο. Ποια είναι η ένταση σε απόσταση 20 m από το μεγάφωνο;

$$I_1 = P/4\pi r_1^2$$

$$I_2 = P/4\pi r_2^2$$

$$I_2 / I_1 = (r_1 / r_2)^2;$$

$$I_2 / (1.0 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2) = (3.0 \text{ m} / 20 \text{ m})^2$$

$$I_2 = (1.0 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2) (.0225) = 2.25 \times 10^{-11} \text{ W/m}^2$$

Διάδοση ηχητικού κύματος

Παράδειγμα:

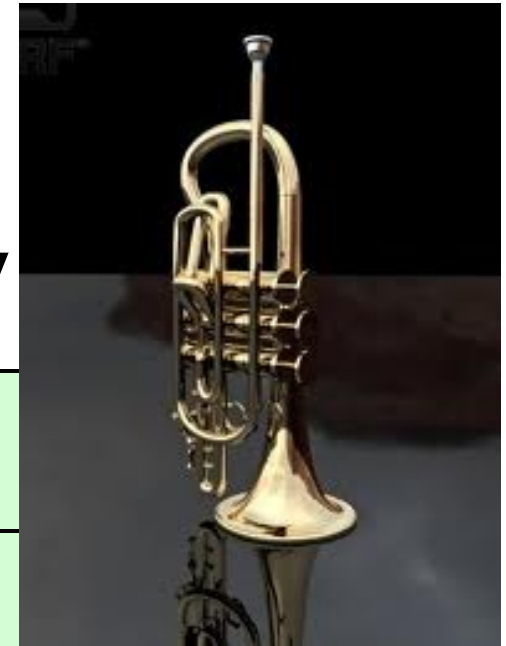
Η ένταση ήχου είναι $1.0 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2$ σε απόσταση 3.0 m από ένα μεγάφωνο. Ποια είναι η ακουστική ισχύς του μεγάφωνου;

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \Leftrightarrow P = 4\pi r^2 I \Leftrightarrow P = 1,13 \cdot 10^{-7} \text{ Watt}$$



Στάθμη έντασης μερικών οργάνων σε απόσταση 10 μέτρων από αυτά

Orchestral Instrument	Sound Intensity Level (dB)
Violin (at its quietest)	34.8
Clarinet	76.0
Trumpet	83.9
Cymbals	98.8
Bass drum (at its loudest)	103



Ποια η στάθμη έντασης ήχου σε απόσταση 10m;

Ακουστική ισχύς
0,04W

1^ο βήμα: ένταση ήχου στα 10m

2^ο βήμα: στάθμη έντασης ήχου στα 10m

$$I_{\kappa\lambda} = \frac{P_{\alpha\kappa}}{4\pi r^2} = 3,18 \cdot 10^{-5} \frac{W}{m^2}$$

$$L_{\kappa\lambda} = 10 \log \frac{I_{\kappa\lambda}}{I_o} \Leftrightarrow L_{\kappa\lambda} = 75db$$

Κάντε τους
Υπολογισμούς
στο σπίτι

Ακουστική ισχύς
10W

$$I_{\tau\upsilon\mu} = 7,96 \cdot 10^{-3} \frac{W}{m^2}$$

$$L_{\tau\upsilon\mu} = 99db$$



Ποια η στάθμη έντασης ήχου σε απόσταση 10m;

Είναι καλό να μην εκτιθέμεθα σε ήχους στάθμης έντασης μεγαλύτερης των 80db για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Έστω ότι εργάζεσαι 1 μέτρο μακριά από μηχάνημα που παράγει ήχο στάθμης έντασης 92db. Πόσο μακριά πρέπει να μετακινηθείς ώστε η στάθμη έντασης να είναι 80db;

Βοήθεια 1^η: Συγκρίνουμε εντάσεις και όχι στάθμες έντασης

Βοήθεια 2^η: Στη στάθμη 92db ποιά ένταση I_1 αντιστοιχεί;

Βοήθεια 3^η: Στη στάθμη 80 db ποιά ένταση I_2 αντιστοιχεί;

$$I_1 = I_o 10^{\frac{L_1}{10}}$$

$$I_2 = I_o 10^{\frac{L_2}{10}}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 \Leftrightarrow r_2 = r_1 \sqrt{\frac{I_1}{I_2}}$$

$r_2 = ?$ m

3,97m



Κυνηγός πυροβολεί αγριόπαπιες δίπλα σε ποτάμι. Βρισκόμαστε στην άλλη όχθη του ποταμού και θέλουμε να προσδιορίσουμε την απόσταση του κυνηγού. Διαθέτουμε μόνο ηχόμετρο. Έτσι μετράμε τη στάθμη έντασης ήχου και τη βρίσκουμε 77,5dB. Απομακρυνόμαστε 30 μέτρα (περίπου 40 βήματα) και ξαναμετράμε οπότε βρίσκουμε τη στάθμη έντασης 74dB. Ποια η αρχική απόστασή μας από τον κυνηγό;

Στην αρχική θέση r_1 η ένταση ήχου είναι: $I_1 = I_o 10^{\frac{L_1}{10}}$

Στην τελική θέση $r_2=r_1+30m$ η ένταση ήχου είναι: $I_2 = I_o 10^{\frac{L_2}{10}}$

$$\text{Αλλά: } \frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 \Leftrightarrow \dots \Leftrightarrow \frac{r_1 + 30}{r_1} = \sqrt{\frac{10^{\frac{L_1}{10}}}{10^{\frac{L_2}{10}}}} \Leftrightarrow \dots$$

$$\dots \Leftrightarrow r_1 = 60,5m$$

ΤΕΛΟΣ