

**Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Φυσικών Επιστημών 2016-17  
Προκαταρκτικός Διαγωνισμός Ανατολικής Αττικής**

**Φυσική**

Σχολείο: \_\_\_\_\_

Ονόματα των μαθητών της ομάδας:

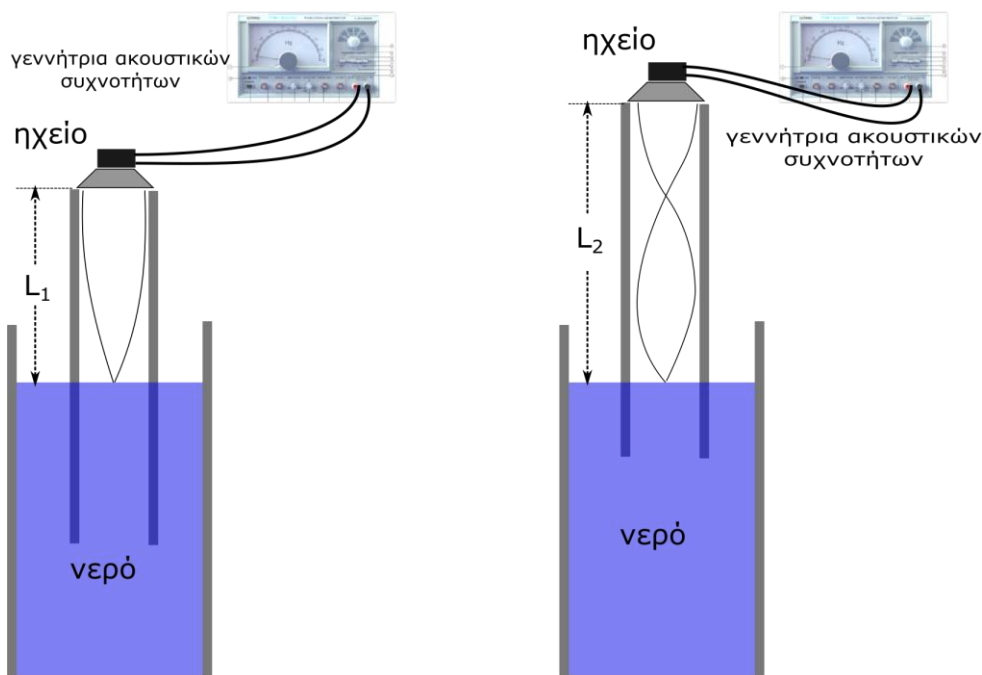
- 1) \_\_\_\_\_  
2) \_\_\_\_\_  
3) \_\_\_\_\_

**ΤΑΛΑΝΤΩΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΣΕ ΚΛΕΙΣΤΟ ΣΩΛΗΝΑ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ  
ΗΧΟΥ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ**

**Περιγραφή του φαινομένου**

Στο σωλήνα που βλέπετε στον πάγκο υπάρχει παγιδευμένη μια στήλη αέρα. Στο ένα άκρο της στήλης έχουμε προσαρμόσει ηχείο με το οποίο μπορούμε να προκαλέσουμε αρμονικά ηχητικά κύματα, που διαδίδονται στη στήλη του αέρα με την **ταχύτητα του ήχου ( $u$ )** και έχουν **μήκος κύματος  $\lambda$** .

Για ορισμένη τιμή της συχνότητας της ηχητικής πηγής, μπορούμε να ρυθμίσουμε το μήκος της αέριας στήλης, ώστε να πετύχουμε μια κατάσταση ταλάντωσης του αέρα που αποτυπώνεται στο σχήμα Α. Στην περίπτωση αυτή, ο ήχος που ακούμε έχει μέγιστη ένταση. Με το σωλήνα που διαθέτεις μπορείς να βρεις δύο θέσεις του σωλήνα στις οποίες η ένταση του ήχου γίνεται μέγιστη.



**ΣΧΗΜΑ Α**

Οι θέσεις αυτές προσδιορίζονται με χρήση του χάρακα που έχουμε προσαρμόσει στο σωλήνα. Σε κάθε τέτοια θέση, **το μήκος της στήλης αέρα του σωλήνα (L)** και το **μήκος κύματος του ήχου λ** συνδέονται με τις σχέσεις:

$$\left. \begin{array}{l} L_1 = \frac{\lambda}{4} \quad (1) \\ \text{και} \\ L_2 = \frac{3\lambda}{4} \quad (2) \end{array} \right\}$$

Αφαιρώντας κατά μέλη τις σχέσεις 1 και 2, προκύπτει ότι:

$$\lambda = 2(L_2 - L_1) = 2\Delta L$$

Από το θεμελιώδη νόμο της κυματικής έχουμε:

$v = \lambda \cdot f \Leftrightarrow v = 2\Delta L \cdot f$  όπου **v η ταχύτητα του ήχου** στον αέρα και **f η συχνότητα** της πηγής. Τελικά, έχουμε:

$$\Delta L = \frac{v}{2} \cdot \frac{1}{f} \quad \text{ή} \quad \lambda = v \cdot \frac{1}{f}$$

**(3)**

Σύμφωνα με την σχέση 3, το **μήκος κύματος λ**, στο δημιουργηθέν ηχητικό κύμα, μεταβάλλεται γραμμικά σε σχέση με το αντίστροφο της **συχνότητας f**, του εξωτερικού διεγέρτη (μεγάφωνο).

Έτσι τα σημεία της **γραφικής παράστασης λ – 1/f**, θα πρέπει να διέρχονται από μια ευθεία γραμμή, η κλίση της οποίας αντιστοιχεί στην **ταχύτητα του ηχητικού κύματος**, στον αέρα, για δεδομένη θερμοκρασία.

Απαιτούμενος εξοπλισμός

- 1) Γεννήτρια ακουστών συχνοτήτων με ενισχυτή
- 2) Ηχείο 0,25 Watt
- 3) Καλώδια

Πειραματική διαδικασία - επεξεργασία μετρήσεων

1. Ελέγξτε το κομβίο AMPLITUDE αργά, ώστε ο δείκτης του να αντιστοιχεί στη θέση 9 ενός ωρολογιακού δίσκου (στη θέση αυτή δεν κινδυνεύει το μεγάφωνο της συσκευής).

**ΠΡΟΣΟΧΗ :** Η ισχύς του μεγαφώνου της συσκευής είναι 0,25 W ενώ η έξοδος ισχύος της γεννήτριας έχει ισχύ 10 W. Έτσι, αν η ρύθμιση της τάσης εξόδου της γεννήτριας είναι υψηλή όταν συνδέετε το μεγάφωνο, αυτό θα καταστραφεί.

**Καλέστε τον επιβλέποντα καθηγητή να ελέγξει την συνδεσμολογία.**

1. Τοποθετήστε το σωλήνα στο δοχείο με το νερό με το ελεύθερο άκρο να ακουμπήσει στον πυθμένα του δοχείου.
2. Θέστε σε λειτουργία τη γεννήτρια και επιλέξτε μία συχνότητα (π.χ. 800Hz).
3. Απομακρύνετε με πολύ αργό και σταθερό ρυθμό το σωλήνα από το δοχείο με το νερό, διατηρώντας τον σε κατακόρυφη θέση. Θα παρατηρήσετε ότι σε κάποιες θέσεις η ένταση του ήχου είναι μέγιστη και σε κάποιες άλλες ελάχιστη.
4. Εντοπίστε τις πρώτες **δύο διαδοχικές θέσεις με τη μέγιστη ένταση** του ήχου και καταγράψτε τις στον πίνακα μετρήσεων που ακολουθεί:

( $L_1=...$ ,  $L_2=...$ ,) καταγράφουμε τα μήκη  $L_1$  και  $L_2$  του σωλήνα με τη βοήθεια του βαθμολογημένου κανόνα.

Επαναλαμβάνουμε τις μετρήσεις μας ακόμα μια φορά.

Υπολογίστε τις διαφορές  $\Delta L_1$  και  $\Delta L_2$ , καθώς και την μέση τιμή  $\overline{\Delta L} = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2}{2}$ .

των δυο μετρήσεων.

5. Υπολογίστε την **τιμή του μήκους κύματος  $\lambda$** , σε μέτρα, με ακρίβεια **ενός δεκαδικού ψηφίου**.
6. Επαναλάβετε την διαδικασία για άλλες τέσσερις συχνότητες (900-1000-1100-1200 Hz).
7. Σχεδιάστε σε χαρτί μιλλιμετρέ τη **γραφική παράσταση του  $\lambda$  ως προς  $1/f$** , με βάση τις στήλες 7 και 8 του πίνακα μετρήσεων.

Προσδιορίστε μέσω της πειραματικής ευθείας, την **ταχύτητα του ήχου** στον αέρα, - για την θερμοκρασία του αέρα που εκτελείται το πείραμα-.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ $f_1 = 800\text{Hz}$	Αρ. μετρήσεων	ΘΕΣΗ 1ου ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΗΧΟΥ $L_1$ $\cdot 10^{-2}(\text{m})$	ΘΕΣΗ 2ου ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΗΧΟΥ $L_2$ $\cdot 10^{-2}(\text{m})$	Διαφορά $1^{\text{ου}} - 2^{\text{ου}}$ μεγίστου $\Delta L = L_2 - L_1$	Μέση τιμή $\overline{\Delta L}$ διαφορών ισοδύναμη με $\lambda_1 / 2$	Μήκος κύματος $\lambda_1$ $\cdot 10^{-2}(\text{m})$	Αντίστροφο Συχνότητας $\frac{1}{f_1}$ $\cdot 10^{-2}(\text{sec})$
	1η						
	2η						
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ $f_2 = 900\text{Hz}$	Αρ. μετρήσεων	ΘΕΣΗ 1ου ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΗΧΟΥ $L_1$ $\cdot 10^{-2}(\text{m})$	ΘΕΣΗ 2ου ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΗΧΟΥ $L_2$ $\cdot 10^{-2}(\text{m})$	Διαφορά $1^{\text{ου}} - 2^{\text{ου}}$ μεγίστου $\Delta L = L_2 - L_1$	Μέση τιμή $\overline{\Delta L}$ διαφορών ισοδύναμη με $\lambda_2 / 2$	Μήκος κύματος $\lambda_2$ $\cdot 10^{-2}(\text{m})$	Αντίστροφο Συχνότητας $\frac{1}{f_2}$ $\cdot 10^{-2}(\text{sec})$
	1η						
	2η						
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ $f_3 = 1000\text{Hz}$	Αρ. μετρήσεων	ΘΕΣΗ 1ου ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΗΧΟΥ $L_1$ $\cdot 10^{-2}(\text{m})$	ΘΕΣΗ 2ου ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΗΧΟΥ $L_2$ $\cdot 10^{-2}(\text{m})$	Διαφορά $1^{\text{ου}} - 2^{\text{ου}}$ μεγίστου $\Delta L = L_2 - L_1$	Μέση τιμή $\overline{\Delta L}$ διαφορών ισοδύναμη με $\lambda_3 / 2$	Μήκος κύματος $\lambda_3$ $\cdot 10^{-2}(\text{m})$	Αντίστροφο Συχνότητας $\frac{1}{f_3}$ $\cdot 10^{-2}(\text{sec})$
	1η						
	2η						
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ $f_4 = 1100\text{Hz}$	Αρ. μετρήσεων	ΘΕΣΗ 1ου ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΗΧΟΥ $L_1$ $\cdot 10^{-2}(\text{m})$	ΘΕΣΗ 2ου ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΗΧΟΥ $L_2$ $\cdot 10^{-2}(\text{m})$	Διαφορά $1^{\text{ου}} - 2^{\text{ου}}$ μεγίστου $\Delta L = L_2 - L_1$	Μέση τιμή $\overline{\Delta L}$ διαφορών ισοδύναμη με $\lambda_4 / 2$	Μήκος κύματος $\lambda_4$ $\cdot 10^{-2}(\text{m})$	Αντίστροφο Συχνότητας $\frac{1}{f_4}$ $\cdot 10^{-2}(\text{sec})$
	1η						
	2η						
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ $f_5 = 1200\text{Hz}$	Αρ. μετρήσεων	ΘΕΣΗ 1ου ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΗΧΟΥ $L_1$ $\cdot 10^{-2}(\text{m})$	ΘΕΣΗ 2ου ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΗΧΟΥ $L_2$ $\cdot 10^{-2}(\text{m})$	Διαφορά $1^{\text{ου}} - 2^{\text{ου}}$ μεγίστου $\Delta L = L_2 - L_1$	Μέση τιμή $\overline{\Delta L}$ διαφορών ισοδύναμη με $\lambda_5 / 2$	Μήκος κύματος $\lambda_5$ $\cdot 10^{-2}(\text{m})$	Αντίστροφο Συχνότητας $\frac{1}{f_5}$ $\cdot 10^{-2}(\text{sec})$
	1η						
	2η						

ΚΛΙΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΕΥΘΕΙΑΣ  $\lambda - 1/f$ 
 $k = \dots\dots\dots$

### Αξιολόγηση της άσκησης

#### Εργαστηριακή θέση:

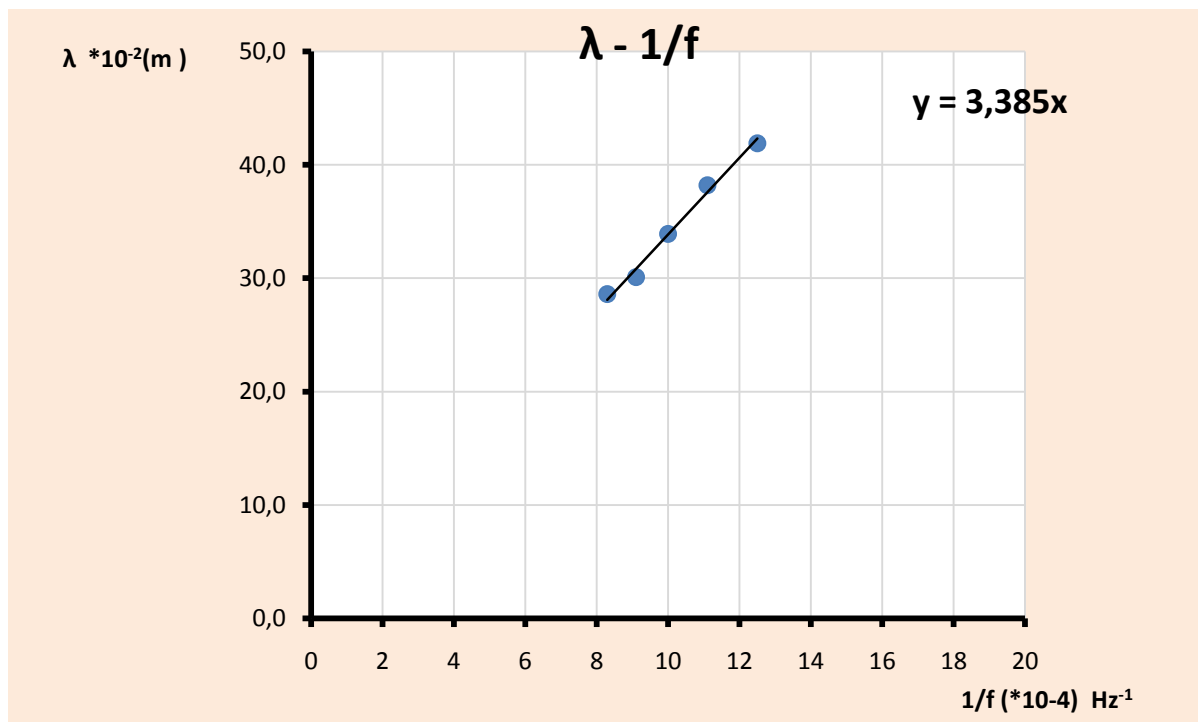
#### Καταστροφή οργάνου: -20 μονάδες

Συναρμολόγηση και λειτουργία πειραματικής διάταξης	6	Σύνθεση κυκλώματος: 0-3 Ρύθμιση Επιλογέα συχνότητας 0-3	
Συμπλήρωση 3 <sup>ης</sup> - 4 <sup>ης</sup> στήλης του πίνακα μετρήσεων	10	$0,5 \times 20 = 10$	
Συμπλήρωση 5ης στήλης του πίνακα μετρήσεων	5	$0,5 \times 10 = 5$	
Συμπλήρωση 6ης στήλης του πίνακα μετρήσεων	10	$2 \times 5 = 10$	
Συμπλήρωση 7ης στήλης του πίνακα μετρήσεων	10	$2 \times 5 = 10$	
Συμπλήρωση 8ης στήλης του πίνακα μετρήσεων	5	$1 \times 5 = 5$	
Βαθμονόμηση των αξόνων και μονάδες	6	Βαθμονόμηση: $2 \times 2 = 4$ Μονάδες: $1 \times 2 = 2$	
Τοποθέτηση πειραματικών σημείων στο σύστημα αξόνων - Διασπορά άνω του 10% : μηδενισμός	5	$1 \times 5 = 5$	
Σχεδίαση πειραματικής ευθείας	7	Σωστή θέση: 4 Η προέκταση της ευθείας διέρχεται από την αρχή των αξόνων : 3	
Υπολογισμός της κλίσης της πειραματικής ευθείας.	6	Διαδικασία: 4 Αριθμητικοί υπολογισμοί: 2	
Υπολογισμός ταχύτητας ήχου στον αέρα - απόκλιση από την θεωρητική τιμή	18	Εκατοστιαία Σχετική απόκλιση $ \Delta v $ ως προς την θεωρητική τιμή - (για $\theta = 20^\circ\text{C}$ ): <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5%: <b>18μ</b></li> <li>• <math>5\% &lt;  \Delta v  \leq 10\%</math> : <b>12μ</b></li> <li>• <math>10\% &lt;  \Delta v  \leq 15\%</math> : <b>6μ</b></li> <li>• <math> \Delta v  &gt; 15\%</math>: <b>0μ</b></li> </ul>	
<b>Σύνολο (Σ)</b>	<b>88</b>	<b>Τελικός βαθμός = <math>100 \times \Sigma / 88</math></b>	

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

f (Hz)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	ΔL = L <sub>2</sub> - L <sub>1</sub>	Μέση τιμή $\frac{\lambda}{\Delta L}$	λ * 10 <sup>-2</sup> (m)
800	22,7	42,5	19,8	20,95	41,90
	21,9	44	22,1		
900	19,9	38,6	18,7	19,10	38,20
	19,5	39	19,5		
1000	17,9	34,9	17	16,95	33,90
	18,1	35	16,9		
1100	16,1	31,1	15	15,05	30,10
	15,9	31	15,1		
1200	14,4	28,7	14,3	14,30	28,60
	14,6	28,9	14,3		

f (Hz)	$\frac{1}{f}$ (*10 <sup>-4</sup> Hz <sup>-1</sup> )	λ * 10 <sup>-2</sup> (m)
800	12,5	41,9
900	11,1	38,2
1000	10	33,9
1100	9,1	30,1
1200	8,3	28,6



ΚΛΙΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΕΥΘΕΙΑΣ - ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΗΧΗΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ 20°C

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = 338,5 \text{ m/sec}$$