
Φαινόμενο Doppler

7ο Σετ Ασκήσεων - Απρίλης 2015

Επιμέλεια: Μιχάλης Ε. Καραδημητρίου, MSc Φυσικός

<http://www.perifysikhs.com>

1. Θέμα Α - Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

1.1. Δεν έχουμε φαινόμενο Doppler όταν:

- (α) ο παρατηρητής είναι ακίνητος και απομακρύνεται η πηγή.
- (β) ο παρατηρητής και η πηγή κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση με την ίδια ταχύτητα.
- (γ) ο παρατηρητής είναι ακίνητος και πλησιάζει η πηγή.
- (δ) η πηγή είναι ακίνητη και πλησιάζει ο παρατηρητής.

1.2. Περιπολικό ακολουθεί αυτοκίνητο που έχει παραβιάσει το όριο ταχύτητας. Τα δύο αυτοκίνητα κινούνται με ίσες ταχύτητες. Αν η σειρήνα του περιπολικού εκπέμπει ήχο συχνότητας f_s , τότε, η συχνότητα f_A που αντιλαμβάνεται ο οδηγός του άλλου αυτοκινήτου είναι:

(α) $f_A = 2f_s$ (β) $f_A = \frac{f_s}{2}$ (γ) $f_A = f_s$ (δ) $f_A = 0$

1.3. Μικρότερη συχνότητα ακούει ένας παρατηρητής σε σχέση με την πραγματική συχνότητα του ήχου που παράγει μια πηγή, όταν πηγή και παρατηρητής

- (α) είναι ακίνητοι.
- (β) κινούνται στην ίδια ευθεία, διατηρώντας σταθερή την μεταξύ τους απόσταση.
- (γ) πλησιάζουν μεταξύ τους κινούμενοι στην ίδια ευθεία.
- (δ) απομακρύνονται μεταξύ τους κινούμενοι στην ίδια ευθεία.

1.4. Ένας ποδηλάτης πλησιάζει και προσπερνά με σταθερή ταχύτητα ένα ακινητοποιημένο αυτοκίνητο, του οποίου η κόρνα σφυρίζει. Επιλέξτε τις σωστές από τις παρακάτω προτάσεις.

- (α) Όταν ο ποδηλάτης πλησιάζει, ακούει ήχο μεγαλύτερης συχνότητας από αυτή που εκπέμπεται.

- (β) Όταν ο ποδηλάτης απομακρύνεται από το αυτοκίνητο, φθάνουν στο αφτί του περισσότερα μέγιστα ανά δευτερόλεπτο απ' όσα φθάνουν όταν πλησιάζει.
- (γ) Όταν ο ποδηλάτης απομακρύνεται από το αυτοκίνητο, φθάνουν στο αφτί του λιγότερα μέγιστα ανά δευτερόλεπτο απ' όσα φθάνουν στο αυτί του οδηγού.
- (δ) Όταν ο ποδηλάτης πλησιάζει, αντιλαμβάνεται τον ήχο να διαδίδεται με την ίδια ταχύτητα που τον αντιλαμβάνεται ο οδηγός.

1.5. Το φαινόμενο Doppler στο φως περιγράφεται με διαφορετικούς τύπους από αυτούς που ισχύουν για τον ήχο επειδή: Επιλέξτε τις σωστές από τις παρακάτω προτάσεις.

- (α) το φως έχει την ίδια ταχύτητα για όλα τα συστήματα αναφοράς, ενώ ο ήχος όχι.
- (β) το φως δεν χρειάζεται μέσο για να διαδοθεί, ενώ ο ήχος χρειάζεται.
- (γ) ο ήχος είναι εγκάρσιο κύμα ενώ το φως είναι διαμήκες.
- (δ) στον ήχο μπορεί να κινείται είτε η πηγή είτε ο παρατηρητής, ενώ στο φως κινείται μόνο η πηγή κυμάτων.

1.6. Μια πηγή S βρίσκεται μεταξύ 2 ακίνητων παρατηρητών A και B . Η πηγή πλησιάζει προς τον A ενώ απομακρύνεται από τον B . Το μήκος κύματος που εκπέμπει η πηγή είναι λ_s και ο ήχος διαδίδεται στον αέρα με ταχύτητα v .

- (α) Ο παρατηρητής A αντιλαμβάνεται ήχο με μήκος κύματος $\lambda_A > \lambda_s$.
- (β) Ο παρατηρητής B αντιλαμβάνεται ήχο με μήκος κύματος $\lambda_B < \lambda_s$.
- (γ) Ο παρατηρητής B αντιλαμβάνεται ήχο που διαδίδεται με ταχύτητα ίση με την v .
- (δ) Ο παρατηρητής B αντιλαμβάνεται ήχο που έχει συχνότητα μεγαλύτερη από την f_s .

1.7. Να επιλέξετε τη σωστή/σωστές από τις παρακάτω προτάσεις.

- (α) Η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται μηχανοδηγός τρένου σε όλη τη διάρκεια της κίνησης του τρένου είναι ίδια με τη συχνότητα που εκπέμπεται από πηγή η οποία είναι ακλόνητα στερεωμένη στο τρένο.
- (β) Το φαινόμενο Doppler εμφανίζεται μόνο στα ηχητικά κύματα.
- (γ) Ένας παρατηρητής ακούει ήχο με συχνότητα μεγαλύτερη από τη συχνότητα του ήχου που εκπέμπει μια πηγή, όταν η μεταξύ τους απόσταση αυξάνεται.
- (δ) Το μήκος κύματος του ήχου που εκπέμπει μια πηγή η οποία πλησιάζει σε ακίνητο παρατηρητή, είναι μικρότερο από αυτό που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής.
- (ε) Το φαινόμενο Doppler χρησιμοποιείται από τους γιατρούς, για να παρακολουθούν τη ροή του αίματος.

2. Θέμα Β - Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής με αιτιολόγηση

- 2.1.** Ένας παρατηρητής πλησιάζει με ταχύτητα v_A ακίνητη πηγή ήχου, η οποία εκπέμπει ήχο συχνότητας f_S . Ο παρατηρητής ακούει ήχο συχνότητας f_A η οποία είναι κατά 20% μεγαλύτερη από την f_S . Η ταχύτητα του παρατηρητή είναι:

$$(α) v_A = \frac{v}{5}$$

$$(β) v_A = \frac{v}{6}$$

$$(γ) v_A = \frac{v}{6}$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.2.** Μια ηχητική πηγή κινούμενη με ταχύτητα $v_S = \frac{v}{20}$ απομακρύνεται από κινούμενο παρατηρητή ο οποίος κινείται με ταχύτητα v_A κατευθυνόμενος προς την πηγή. Η πηγή εκπέμπει ήχο συχνότητας f_S , μήκους κύματος λ_S , ο οποίος διαδίδεται στον αέρα με ταχύτητα v . Ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται ήχο που έχει μήκος κύματος:

$$(α) \lambda_A = \frac{20}{21} \lambda_S$$

$$(β) \lambda_A = \frac{20}{21} \lambda_S$$

$$(γ) \lambda_A = \frac{21}{20} \lambda_S$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.3.** Μια ηχητική πηγή κινούμενη με ταχύτητα v_S απομακρύνεται από κινούμενο παρατηρητή ο οποίος κινείται με ταχύτητα $v_A = \frac{v}{30}$ κατευθυνόμενος προς την πηγή. Η πηγή εκπέμπει ήχο συχνότητας f_S , μήκους κύματος λ_S , ο οποίος διαδίδεται στον αέρα με ταχύτητα v . Ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται τον ήχο να διαδίδεται με ταχύτητα:

$$(α) v' = \frac{31v}{30}$$

$$(β) v' = \frac{30v}{31}$$

$$(γ) v' = \frac{31v}{51}$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.4.** Μια ακίνητη πηγή ήχου S εκπέμπει ήχο συχνότητας f_S για χρονική διάρκεια Δt_S . Ένας παρατηρητής που πλησιάζει την πηγή κινούμενος με σταθερή ταχύτητα αντιλαμβάνεται τον ήχο με συχνότητα f_A και για χρονική διάρκεια Δt_A . Για τα δύο χρονικά διαστήματα ισχύει η σχέση:

$$(α) \Delta t_A = \Delta t_S$$

$$(β) \Delta t_A < \Delta t_S$$

$$(γ) \Delta t_A > \Delta t_S$$

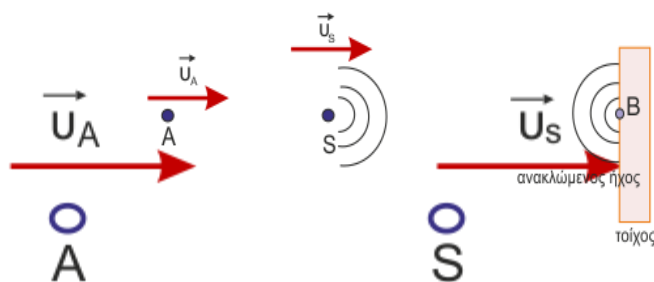
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.5.** Μια ηχητική πηγή κινείται με ταχύτητα $v_S = \frac{v}{10}$. Μπροστά από την πηγή σε μεγάλη απόσταση υπάρχει ακίνητο κατακόρυφο εμπόδιο (τοίχος) στο οποίο ο ήχος μπορεί να ανακλαστεί. Πίσω από την πηγή υπάρχει ένας παρατηρητής Α ο οποίος κινείται με ταχύτητα $v_A = \frac{v}{20}$ με κατεύθυνση προς τον τοίχο. Η πηγή εκπέμπει κύματα συχνότητας f_S και ο παρατηρητής ακούει δυο ήχους, έναν απευθείας από την πηγή συχνότητας f_1 και ένα μετά από την ανάκλαση στο κατακόρυφο εμπόδιο συχνότητας f_2 . Τις δύο συχνότητες τις συνδέει η σχέση:

$$(α) f_1 = \frac{21}{22} f_2$$

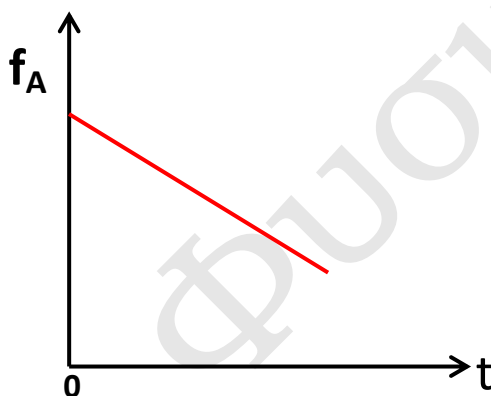
$$(β) f_1 = \frac{18}{21} f_2$$

$$(γ) f_1 = \frac{18}{22} f_2$$



Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.6.** Ακίνητη ηχητική πηγή εκπέμπει ήχο που έχει συχνότητα f_S . Ένας κινούμενος παρατηρητής A αντιλαμβάνεται ότι ο ήχος αυτός έχει συχνότητα f_A που μεταβάλλεται σε σχέση με το χρόνο, όπως φαίνεται στο διάγραμμα. Άρα ο παρατηρητής:



- (α) απομακρύνεται από την πηγή με σταθερή ταχύτητα.
 (β) πλησιάζει την πηγή με σταθερή επιτάχυνση.
 (γ) απομακρύνεται από την πηγή με σταθερή επιτάχυνση.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.7.** Ένα τρένο εκπέμπει ήχο και κατευθύνεται προς τούνελ που βρίσκεται σε κατακόρυφο βράχο. Ο ήχος που εκπέμπεται από το τρένο ανακλάται στο βράχο αυτό. Ένας παρατηρητής που βρίσκεται κοντά στις γραμμές και πίσω από το τρένο ακούει τον ήχο που προέρχεται από το τρένο με συχνότητα f_1 και τον εξ' ανακλάσεως ήχο από το βράχο με συχνότητα f_2 . Τότε ισχύει ότι:

(α) $f_1 < f_2$

(β) $f_1 = f_2$

(γ) $f_1 > f_2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Πανελλήνιες Ομογενών - Σεπτέμβρης 2009

- 2.8.** Μεταξύ δύο ακίνητων παρατηρητών Β και Α κινείται πηγή S με σταθερή ταχύτητα v_S πλησιάζοντας προς τον Α. Οι παρατηρητές και η πηγή βρίσκονται στην ίδια ευθεία. Η πηγή εκπέμπει ήχο μήκους κύματος λ , ενώ οι παρατηρητές Α και Β αντιλαμβάνονται μήκη κύματος λ_1 και λ_2 αντίστοιχα. Τότε για το μήκος κύματος του ήχου που εκπέμπει η πηγή θα ισχύει:

$$(α) \lambda = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$$

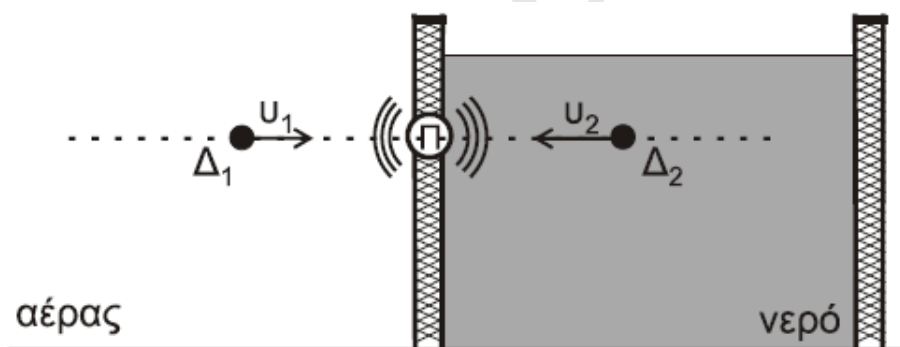
$$(β) \lambda = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{2}$$

$$(γ) \lambda = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Πανελλήνιες - Μάης 2007

- 2.9.** Πηγή Π ηχητικών κυμάτων εκπέμπει ήχο με συχνότητα f_s . Η πηγή, είναι στερεωμένη κατάλληλα σε κατακόρυφο τοίχωμα που διαχωρίζει την δεξαμενή του νερού από τον αέρα, έτσι ώστε τα ηχητικά κύματα που εκπέμπει να διαδίδονται στον αέρα και στο νερό (σχήμα 2).



Σχήμα 2

Δύο δέκτες Δ1 και Δ2 που βρίσκονται, ο πρώτος στον αέρα και ο δεύτερος στο νερό, στην ίδια ευθεία με την πηγή κινούνται προς την πηγή με ταχύτητες μέτρων v_1 και v_2 , αντίστοιχα. Αν οι συχνότητες f_1 και f_2 που ανιχνεύουν οι δύο δέκτες είναι ίσες και η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στο νερό v_ν είναι τετραπλάσια της ταχύτητας διάδοσης του ήχου στον αέρα v_α ($v_\nu = 4v_\alpha$), ο λόγος των ταχυτήτων $\frac{v_1}{v_2}$ είναι:

$$(α) \frac{1}{3}$$

$$(β) \frac{1}{4}$$

$$(γ) \frac{1}{2}$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Επαναληπτικές Πανελλήνιες - Ιούνης 2014

- 2.10.** Ένας παρατηρητής κινείται με σταθερή ταχύτητα v_A προς ακίνητη σημειακή ηχητική πηγή. Οι συχνότητες που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής, πριν και αφού διέλθει από την ηχητική πηγή, διαφέρουν μεταξύ τους κατά $\frac{f_s}{10}$, όπου f_s η συχνότητα του ήχου που εκπέμπει η ηχητική πηγή. Αν v η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα, ο λόγος $\frac{v_A}{v}$ είναι ίσος με:

(α) 10

(β) $\frac{1}{10}$

(γ) $\frac{1}{20}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Πανελλήνιες - Ιούνης 2004

- 2.11.** Πηγή ηχητικών κυμάτων κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v_s = \frac{v}{10}$, όπου v το μέτρο της ταχύτητας του ήχου στον αέρα. Ακίνητος παρατηρητής βρίσκεται στην ευθεία κίνησης της πηγής. Όταν η πηγή πλησιάζει τον παρατηρητή, αυτός αντιλαμβάνεται ήχο συχνότητας f_1 , και όταν η πηγή απομακρύνεται απ' αυτόν, ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται ήχο συχνότητας f_2 . Ο λόγος $\frac{f_1}{f_2}$ ισούται με:

(α) $\frac{9}{11}$

(β) $\frac{11}{10}$

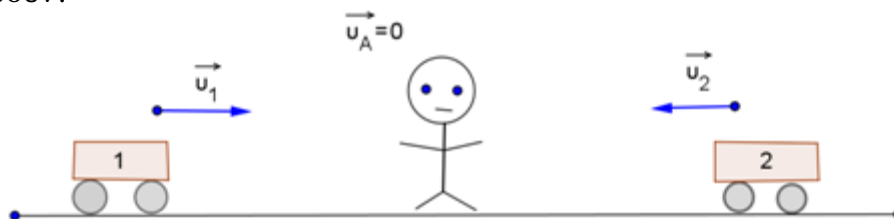
(γ) $\frac{11}{9}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Επαναληπτικές Πανελλήνιες - Ιούλης 2008

3. Θέμα Γ - Ασκήσεις

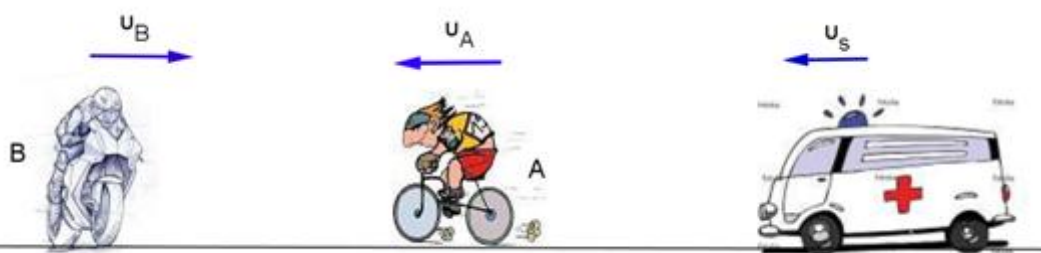
- 3.1.** Ένας ακίνητος παρατηρητής βρίσκεται ανάμεσα σε δυο πανομοιότυπες πηγές κυμάτων Π1 και Π2, οι οποίες κατευθύνονται προς τον παρατηρητή και εκπέμπουν κύματα ίδιας συχνότητας $f_s = 697, 2\text{Hz}$. Οι ταχύτητες των δυο πηγών είναι $v_1 = 4\text{m/s}$ και $v_2 = 8\text{m/s}$. Να βρεθούν:



- (α) οι συχνότητες f_1 και f_2 των δύο ήχων που ακούει ο παρατηρητής.
 (β) τα μήκη κύματος λ_1 και λ_2 των δύο ήχων που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής.
 (γ) ποια είναι η συχνότητα του σύνθετου ήχου και ποια η συχνότητα των διακροτημάτων που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής.

Δίνεται η ταχύτητα του ήχου στον αέρα $v = 340\text{m/s}$.

- 3.2.** Ένα ασθενοφόρο που κινείται με σταθερή ταχύτητα $v_s = 25\text{m/s}$ σε ευθύγραμμο δρόμο έχει ενεργοποιημένη την σειρήνα του και εκπέμπει ήχο συχνότητας $f_s = 945\text{Hz}$. Στη διεύθυνση κίνησης του ασθενοφόρου υπάρχουν: (1) ένας ποδηλάτης Α που κινείται ομόρροπα με το ασθενοφόρο με ταχύτητα $v_A = 10\text{m/s}$ και βρίσκεται μπροστά από αυτό. (2) ένας μοτοσικλετιστής Β που κινείται αντίθετα από το ασθενοφόρο με σταθερή ταχύτητα v_B και βρίσκεται μπροστά από αυτό. Για τις συχνότητες του ήχου f_A, f_B που αντιλαμβάνονται ο ποδηλάτης και ο μοτοσικλετιστής αντίστοιχα, ισχύει $\frac{f_1}{f_2} = \frac{33}{37}$. Να βρεθούν:



- (α) η συχνότητα f_A που αντιλαμβάνεται ο ποδηλάτης.
 (β) η ταχύτητα του μοτοσικλετιστή v_B .
 (γ) ο λόγος $\frac{v_{(A)}}{v_{(B)}}$, όπου $v_{(A)}, v_{(B)}$, οι ταχύτητες διάδοσης του ήχου που αντιλαμβάνονται ο ποδηλάτης και ο μοτοσικλετιστής αντίστοιχα.
 (δ) ο λόγος $\frac{\lambda_A}{\lambda_B}$, όπου λ_A, λ_B , τα μήκη κύματος που αντιλαμβάνονται ο ποδηλάτης και ο μοτοσικλετιστής αντίστοιχα.

Δίνεται ότι η ταχύτητα του ήχου είναι $v = 340\text{m/s}$.

- 3.3.** Πηγή ήχου S κινείται με σταθερή ταχύτητα v_s σε ευθύγραμμη τροχιά και εκπέμπει ήχο συχνότητας f_s . Στην ίδια ευθεία βρίσκεται ακίνητος παρατηρητής ο οποίος ακούει ήχο με συχνότητα $f_1 = 680\text{Hz}$ όταν η πηγή τον πλησιάζει και ήχο με συχνότητα $f_2 = \frac{33}{35}f_1$ όταν η πηγή περνώντας τον απομακρύνεται από αυτόν. Ζητείται:

- (α) η ταχύτητα με την οποία κινείται η πηγή.
- (β) η συχνότητα του ήχου που εκπέμπει η πηγή.
- (γ) το μήκος κύματος που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής όταν η πηγή τον πλησιάζει και όταν η πηγή απομακρύνεται από αυτόν.

Δίνεται η ταχύτητα του ήχου στον αέρα $v = 340\text{m/s}$.

- 3.4.** Η σειρήνα ενός τρένου το οποίο κινείται σε ευθύγραμμη τροχιά με ταχύτητα $v_s = 40\text{m/s}$ εκπέμπει ήχο συχνότητας $f_s = 600\text{Hz}$ για χρονικό διάστημα $\Delta t_s = 3,5\text{s}$. Ένας παρατηρητής κινείται αντίθετα από το τρένο με ταχύτητα $v_A = 10\text{m/s}$. Να βρεθεί:

- (α) η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής.
- (β) το μήκος κύματος του ήχου που εκπέμπει το τρένο καθώς και το μήκος κύματος που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής Α.
- (γ) ο αριθμός των μεγίστων που εκπέμπει η σειρήνα του τρένου.
- (δ) η χρονική διάρκεια του ήχου που ακούει ο παρατηρητής.

Δίνεται η ταχύτητα του ήχου $v = 340\text{m/s}$.

- 3.5.** Ένας παρατηρητής Α κινείται με ταχύτητα $v_A = 20\text{m/s}$ κατευθυνόμενος προς ακίνητη πηγή ήχου, η οποία εκπέμπει κύματα συχνότητας $f_s = 68\text{Hz}$ και μήκους κύματος λ_s , για χρονικό διάστημα $\Delta t_s = 10\text{s}$.

- (α) Ποια είναι η συχνότητα και ποιο το μήκος κύματος του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής καθώς πλησιάζει την πηγή;
- (β) Πόσο έχει μετατοπισθεί ο παρατηρητής στο χρονικό διάστημα που ακούει 2 διαδοχικά μέγιστα ήχου;
- (γ) Πόση είναι η απόσταση μεταξύ 2 διαδοχικών μεγίστων του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής;
- (δ) Να βρεθεί η απόσταση πηγής-παρατηρητή τη χρονική στιγμή που φτάνει σε αυτόν το 1ο μέγιστο ήχου αν γνωρίζουμε ότι την ίδια στιγμή η πηγή εκπέμπει το τελευταίο μέγιστο ήχου.

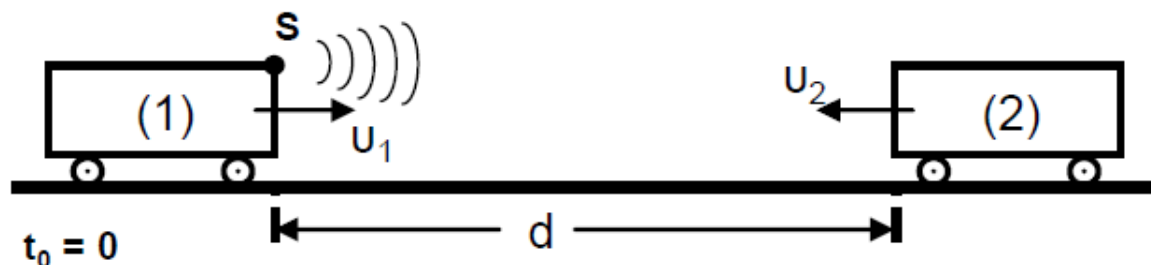
Δίνεται η ταχύτητα του ήχου $v = 340\text{m/s}$.

- 3.6.** Μια αμαξοστοιχία πλησιάζει έναν ακίνητο παρατηρητή κινούμενη με σταθερή ταχύτητα και τη στιγμή που η σειρήνα του απέχει $d = 680m$ από τον παρατηρητή εκπέμπει ήχο συχνότητας $f_s = 800Hz$ για χρονικό διάστημα $\Delta t_s = 8,5s$. Ο ακίνητος παρατηρητής αντιλαμβάνεται ήχο συχνότητας $f_A = 850Hz$. Να υπολογιστεί:

- (α) η ταχύτητα της αμαξοστοιχίας.
- (β) το μήκος κύματος του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής.
- (γ) το χρονικό διάστημα για το οποίο ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται τον ήχο της σειρήνας.
- (δ) η απόσταση αμαξοστοιχίας παρατηρητή την στιγμή που ο παρατηρητής σταμάτησε να ακούει τον ήχο.

Δίνεται η ταχύτητα του ήχου στον αέρα, $v = 340m/s$.

- 3.7.** Σε κινούμενο τρένο (1) με ταχύτητα v_1 υπάρχει ηχητική πηγή που εκπέμπει ήχο συχνότητας f_s για χρονικό διάστημα Δt_s . Τρένο (2) κινείται με ταχύτητα v_2 αντίθετης φοράς και τη στιγμή $t_0 = 0$ απέχει από το τρένο (1) απόσταση d . Στο τρένο (1) υπάρχει συσκευή ανίχνευσης των ανακλώμενων στο τρένο (2) ηχητικών κυμάτων. Δίνεται ότι ο ανακλώμενος ήχος στο τρένο (2) έχει την ίδια συχνότητα με τον προσπίπτοντα σε αυτόν ήχο.



- (α) Αν f_1 είναι η συχνότητα του ήχου που ανιχνεύει η συσκευή, να δείξετε ότι:

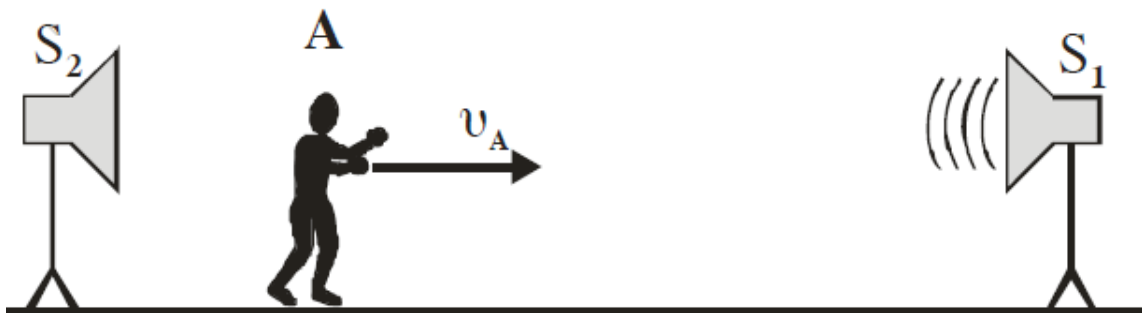
$$f_1 = \frac{(v + v_2)}{(v - v_2)} \cdot \frac{(v + v_1)}{(v - v_1)} f_s$$

Δίνονται: ταχύτητα ήχου $v = 340m/s$, $f_s = 1900Hz$, $v_1 = 20m/s$, $v_2 = 20m/s$, $\Delta t_s = 0,81s$.

- (β) Αν τη χρονική στιγμή $t_1 = 6,8s$ η συσκευή αρχίζει να ανιχνεύει τον ανακλώμενο ήχο, να βρεθεί η απόσταση d που είχαν τα τρένα τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$.
- (γ) Ποια χρονική στιγμή t_2 η συσκευή ανίχνευσης των ανακλώμενων κυμάτων σταματά να καταγράφει τον ανακλώμενο ήχο;

Επαναληπτικές Πανελλήνιες - Ιούνης 2013

- 3.8.** Παρατηρητής Α κινείται με σταθερή ταχύτητα v_A μεταξύ δύο ακίνητων ηχητικών πηγών S_1 και S_2 , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η πηγή S_2 αρχικά δεν εκπέμπει ήχο, ενώ η πηγή S_1 εκπέμπει ήχο με συχνότητα $f_1 = 100\text{Hz}$.



- (α) Υπολογίστε την ταχύτητα v_A με την οποία πρέπει να κινείται ο παρατηρητής, ώστε να ακούει ήχο με συχνότητα $f_A = 100,5\text{Hz}$.

Κάποια στιγμή ενεργοποιείται και η δεύτερη ηχητική πηγή S_2 , η οποία εκπέμπει ήχο συχνότητας $f_2 = 100\text{Hz}$.

- (β) Να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα Δt_1 μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών της έντασης του ήχου που ακούει ο κινούμενος παρατηρητής.

Η συχνότητα της ηχητικής πηγής S_2 μεταβάλλεται σε $f'_2 = 100,5\text{Hz}$, ενώ ο παρατηρητής Α σταματάει να κινείται.

- (γ) Να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα Δt_2 μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών της έντασης του ήχου που ακούει ο ακίνητος παρατηρητής.

- (δ) Να υπολογίσετε το πλήθος των ταλαντώσεων τις οποίες εκτελεί το τύμπανο του αυτιού του παρατηρητή Α μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών της έντασης του ήχου που ακούει.

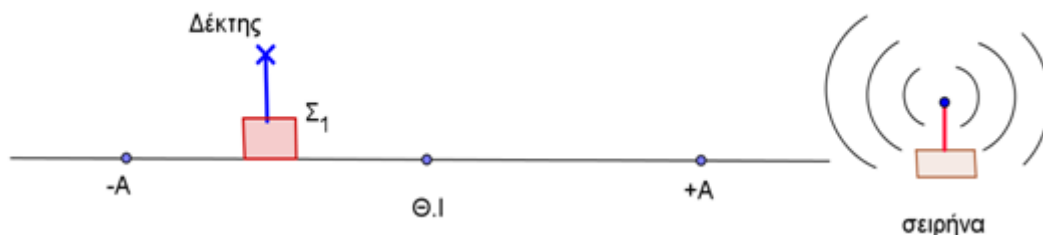
Θεωρούμε ότι οι εντάσεις των ήχων των δύο πηγών είναι ίσες και δεν μεταβάλλονται με την απόσταση. **Δίνεται:** ταχύτητα διάδοσης ήχου στον αέρα $v = 340\text{m/s}$.

Επαναληπτικές Πανελλήνιες - Ιούνης 2011

4. Θέμα Δ - Προβλήματα

- 4.1.** Ένα σώμα Σ_1 που έχει πάνω του προσαρμοσμένο δέκτη ηχητικών κυμάτων εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση στον οριζόντιο άξονα $x'Ox$ με εξίσωση στο $S.I.$ $x = A\eta\mu(10t + \frac{3\pi}{2})$. Στον θετικό ημιάξονα και σε απόσταση μεγαλύτερη από το πλάτος ταλάντωσης βρίσκεται ακίνητη μια σειρήνα που παράγει ηχητικά κύματα συχνότητας $f_s = 850\text{Hz}$. Να βρεθούν:

- (α) ποια είναι η ελάχιστη και ποια είναι η μέγιστη συχνότητα του ήχου που ανιχνεύει ο δέκτης.



- (β) πόσες φορές σε χρονική διάρκεια $\Delta t = \pi s$ ο ανιχνευτής μετρά ήχο ίδιας συχνότητας με τον ήχο που εκπέμπει η πηγή.
- (γ) η συνάρτηση που περιγράφει πως μεταβάλλεται η συχνότητα που ανιχνεύει ο δέκτης σε σχέση με το χρόνο και να τη σχεδιάσετε σε αριθμημένους άξονες για χρονικό διάστημα ίσο με μια περίοδο της ταλάντωσης.

Δίνεται η ταχύτητα του ήχου στον αέρα $v = 340 m/s$

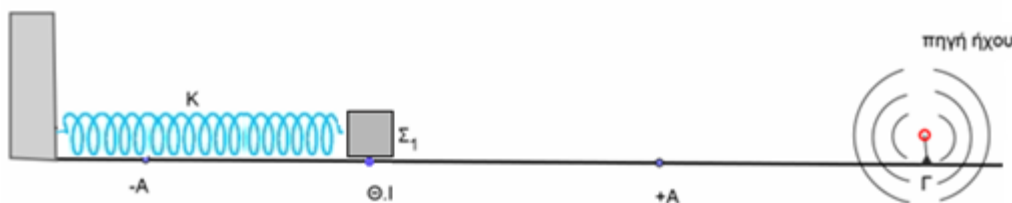
- 4.2.** Τα δελφίνια χρησιμοποιούν σύστημα εκπομπής και λήψης υπερήχων για να εντοπίζουν την τροφή τους. Ένα ακίνητο δελφίνι παρακολουθεί ένα κοπάδι ψάρια που το πλησιάζουν με ταχύτητα v_A . Το δελφίνι εκπέμπει έναν υπέρηχο συχνότητας $f_s = 78,396 kHz$, ο οποίος αφού ανακλαστεί στο κινούμενο κοπάδι ψαριών, ανιχνεύεται από το δελφίνι ως υπέρηχος συχνότητας $f_2 = 79,524 kHz$. Τα ψάρια αντιλαμβάνονται το δελφίνι τη χρονική στιγμή $t = 0$ και αντιστρέφοντας αμέσως την ταχύτητά τους (χωρίς να αλλάξουν το μέτρο της) αρχίζουν να απομακρύνονται από αυτό. Το δελφίνι παραμένει ακίνητο μέχρι τη χρονική στιγμή $t = 3s$ και στη συνέχεια αρχίζει να κινηγά το κοπάδι κινούμενο με σταθερή ταχύτητα $v_\Delta = 20 m/s$. Να βρεθούν:

- (α) η ταχύτητα v_A των ψαριών.
- (β) η συχνότητα του υπερήχου που ανιχνεύει το ακίνητο δελφίνι καθώς τα ψάρια απομακρύνονται από αυτό.
- (γ) ποια χρονική στιγμή το δελφίνι θα φτάσει στο κοπάδι ψαριών αν τα ψάρια πλησίασαν το δελφίνι σε απόσταση $d = 120m$ και πόση απόσταση θα έχει διανύσει το κοπάδι αλλά και το δελφίνι έως τότε.

Δίνεται η ταχύτητα των υπερήχων στο νερό $v = 1400 m/s$.

- 4.3.** Το σώμα Σ_1 του σχήματος έχει μάζα $m_1 = 1kg$, φέρει ενσωματωμένο ανιχνευτή ήχου και αρχικά ισορροπεί δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 100 N/m$. Εκτρέπουμε το σώμα κατά $d = A = 0,2m$ προς την αρνητική κατεύθυνση και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί στο λείο οριζόντιο επίπεδο. Στη διεύθυνση ταλάντωσης και στο σημείο Γ υπάρχει ακίνητη πηγή ήχου που εκπέμπει κύματα συχνότητας $f_s = 510 Hz$. Όταν το Σ_1 βρίσκεται σε απομάκρυνση: $x = 0,1\sqrt{3}m$ κατευθυνόμενο προς την ηχητική πηγή, συγκρούεται πλαστικά με σώμα Σ_2 , μάζας $m_2 = 3kg$, το οποίο κινείται σε αντίθετη κατεύθυνση με ταχύτητα $v_2 = 3m/s$. Να βρεθούν:

- (α) η μέγιστη τιμή της συχνότητας που θα καταγράψει ο ανιχνευτής πριν την κρούση.
- (β) η συχνότητα που καταγράφει ο ανιχνευτής ελάχιστα πριν την κρούση

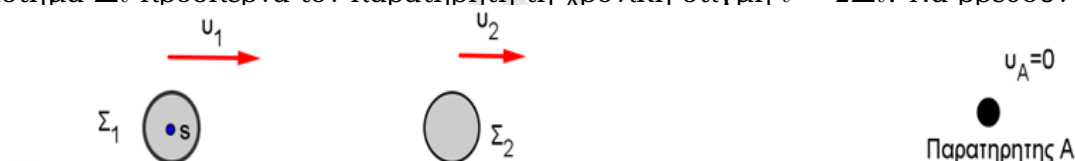


(γ) η σχέση που δίνει τη συχνότητα που ανιχνεύει ο ανιχνευτής σε συνάρτηση με το χρόνο πριν την κρούση, θεωρώντας $t = 0$ την στιγμή που το Σ_1 είναι στη θέση ισορροπίας του και κινείται προς τα θετικά.

(δ) η συχνότητα που καταγράφει ο ανιχνευτής αμέσως μετά την κρούση καθώς και το ποσοστό της επί % μεταβολής της συχνότητας που καταγράφει ο δέκτης κατά την κρούση.

Δίνεται η ταχύτητα του ήχου στον αέρα $v = 340 \text{ m/s}$

- 4.4.** Ένα σώμα Σ_1 , μάζας $m_1 = 1 \text{ kg}$, που φέρει ενσωματωμένη σειρήνα συχνότητας $f_s = 538 \text{ Hz}$, κινείται στον οριζόντιο άξονα $x'Ox$ και προς τη θετική κατεύθυνση με ταχύτητα v_1 . Μπροστά από το Σ_1 κινείται προς την ίδια κατεύθυνση ένα δεύτερο σώμα Σ_2 , μάζας $m_2 = 2m_1$, με ταχύτητα $v_2 = 5 \text{ m/s}$. Ένας ακίνητος παρατηρητής βρίσκεται πάνω στον οριζόντιο άξονα $x'Ox$ και δεξιότερα από τα δύο σώματα. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το σώμα Σ_1 απέχει 120 m από τον παρατηρητή, ο οποίος αντιλαμβάνεται τον ήχο της σειρήνας να έχει συχνότητα $f_A = 561 \text{ Hz}$. Μετά από χρονικό διάστημα Δt το Σ_1 φτάνει στο Σ_2 και συγκρούεται με αυτό πλαστικά. Το συσσωμάτωμα αφού κινηθεί για χρονικό διάστημα Δt προσπερνά τον παρατηρητή τη χρονική στιγμή $t = 2\Delta t$. Να βρεθούν:



- (α) η ταχύτητα του σώματος Σ_1 πριν την κρούση του με το Σ_2 .
- (β) η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής Α μετά την πλαστική κρούση.
- (γ) η χρονική στιγμή που το συσσωμάτωμα προσπερνά τον παρατηρητή.
- (δ) και να σχεδιαστεί σε αριθμημένους άξονες το μήκος κύματος που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής σε σχέση με το χρόνο για το χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 12 \text{ s}$.

Δίνεται η ταχύτητα του ήχου στον αέρα $v = 340 \text{ m/s}$.

- 4.5.** Ένα περιπολικό που στέκεται ακίνητο στην άκρη του δρόμου έχει σειρήνα που εκπέμπει κύματα συχνότητας $f_s = 510 \text{ Hz}$. Ένας ποδηλάτης (παρατηρητής Α) που βρίσκεται ακίνητος ακριβώς δίπλα στο περιπολικό ξεκινά τη χρονική στιγμή $t = 0$ ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με $\alpha = 1 \text{ m/s}^2$ απομακρυνόμενος από αυτό. Την ίδια χρονική στιγμή το περιπολικό ενεργοποιεί τη σειρήνα του. Ένας αθλητής (παρατηρητής Β) που κινείται με σταθερή ταχύτητα v_B πλησιάζοντας το περιπολικό αντιλαμβάνεται ότι η συχνότητα του ήχου της σειρήνας είναι f_B . Τη χρονική στιγμή $t = 18 \text{ s}$ ο ποδηλάτης αντιλαμβάνεται ήχο συχνότητας f_A που διαφέρει από την f_B κατά 36 s .

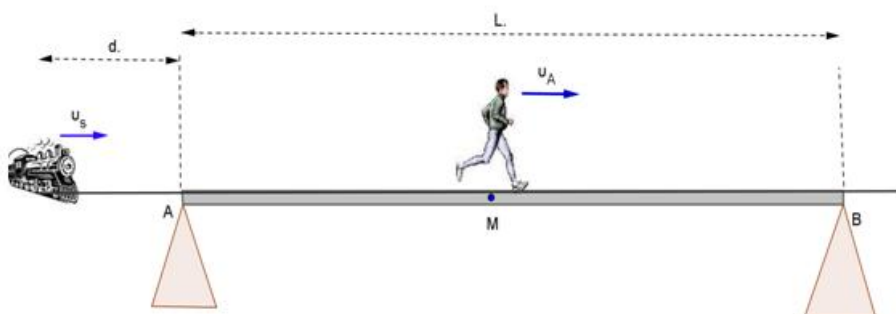
- (α) Να βρεθεί η ταχύτητα με την οποία κινείται ο αθλητής καθώς και η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται.



- (β) Να βρεθεί η συχνότητα f_A του ήχου που αντιλαμβάνεται ο ποδηλάτης σε συνάρτηση με το χρόνο.
- (γ) Να γίνει σε αριθμημένους άξονες το διάγραμμα της συχνότητας f_A του ήχου που αντιλαμβάνεται ο ποδηλάτης σε συνάρτηση με το χρόνο για το χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 18s$.
- (δ) Να βρεθεί αριθμός των μεγίστων που άκουσε συνολικά ο ποδηλάτης στο χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 18s$.

Δίνεται $v = 340m/s$.

- 4.6.** Ένας ακίνητος παρατηρητής ενώ βρίσκεται στο μέσο M μιας γέφυρας AB μήκους L αντιλαμβάνεται σε απόσταση d , από το άκρο A της γέφυρας, ένα τρένο να πλησιάζει με ταχύτητα v_0 . Ταυτόχρονα ακούει τον ήχο της σειρήνας του τρένου η οποία έχει συχνότητα $f_s = 300Hz$, ενώ αυτός αντιλαμβάνεται τον ήχο της με συχνότητα $f_A = 340Hz$. Ο παρατηρητής αρχίζει αμέσως να τρέχει (χρονική στιγμή $t = 0$) με σταθερή ταχύτητα $v_A = 8m/s$ προς το άκρο B της γέφυρας και χρειάζεται χρόνο t_A να φτάσει σε αυτό. Ο μηχανοδηγός από την απόσταση d που βρίσκεται ενεργοποιεί το σύστημα φρένων του τρένου, δίνει σε αυτό σταθερή επιτάχυνση $\alpha = -0,5m/s^2$ και ακινητοποιεί το τρένο στο άκρο B της γέφυρας μετά από χρονικό διάστημα t_A . Να υπολογίσετε:



- (α) την αρχική ταχύτητα του τρένου.
- (β) το μήκος L της γέφυρας καθώς και τη συνολική απόσταση που διέτρεξε το τρένο μέχρι να σταματήσει.
- (γ) τις συναρτήσεις που δίνουν τις θέσεις του τρένου και του παρατηρητή σε σχέση με το χρόνο για όλο το χρονικό διάστημα της επιβραδυνόμενης κίνησης του τρένου. Να θεωρήσετε $x = 0$ τη θέση του τρένου τη χρονική στιγμή $t = 0$. Να σχεδιάσετε τις συναρτήσεις σε κοινό ορθογώνιο αριθμημένο σύστημα αξόνων.
- (δ) ποια ήταν η τελευταία συχνότητα που ανιλήφθηκε ο παρατηρητής πριν τον προσπεράσει το τρένο. (το αποτέλεσμα να δοθεί με ακρίβεια ενός δεκαδικού ψηφίου)

Δίνεται $v = 340m/s$.

4.7. Στην οροφή ερευνητικού εργαστηρίου είναι στερεωμένο ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 60\text{N/m}$, στο άλλο άκρο του οποίου στερεώνεται σώμα Σ_1 με μάζα $m_1 = 17\text{kg}$. Το σύστημα ισορροπεί. Ένας παρατηρητής βρίσκεται στον κατακόρυφο άξονα $y'y$ που ορίζει ο άξονας του ελατηρίου. Ο παρατηρητής εκτοξεύει κατακόρυφα προς τα πάνω σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 3\text{kg}$ με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 12\text{m/s}$. Το σημείο εκτόξευσης απέχει απόσταση $h = 2,2\text{m}$ από το σώμα Σ_1 . Το σώμα Σ_2 έχει ενσωματωμένη σειρήνα που εκπέμπει συνεχώς ήχο συχνότητας $f_s = 700\text{Hz}$.

- (α) Να υπολογίσετε τη συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής λίγο πριν από την κρούση του σώματος Σ_2 με το σώμα Σ_1 .
- (β) Η κρούση που επακολουθεί είναι πλαστική και γίνεται με τρόπο ακαριαίο. Να βρεθεί η σχέση που περιγράφει την απομάκρυνση y της ταλάντωσης του συσσωματώματος από τη θέση ισορροπίας του συσσωματώματος, σε συνάρτηση με το χρόνο. Για την περιγραφή αυτή θεωρούμε ως αρχή μέτρησης του χρόνου ($t = 0$) τη στιγμή της κρούσης και ως θετική φορά του άξονα των απομακρύνσεων τη φορά της ταχύτητας του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.
- (γ) Η σειρήνα δεν καταστρέφεται κατά την κρούση. Να βρεθεί η σχέση που δίνει τη συχνότητα f_A , την οποία αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής σε συνάρτηση με το χρόνο μετά την κρούση.
- (δ) Να βρεθεί ο λόγος της μέγιστης συχνότητας $f_{A,max}$ προς την ελάχιστη συχνότητα $f_{A,min}$ που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής.

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα $v = 340\text{m/s}$ και $g = 10\text{m/s}^2$

Επαναληπτικές Πανεληγήνιες - Ιούλη 2005

