

ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ DOPPLER

ΘΕΜΑ 1ο

1. Παρατηρητής πλησιάζει με σταθερή ταχύτητα v_A ακίνητη ηχητική πηγή και αντιλαμβάνεται ήχο συχνότητας f_A . Αν η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι v , τότε η συχνότητα f_S του ήχου που εκπέμπει η πηγή είναι ίση με:

α. $\frac{v}{v+v_A} f_A$

β. $\frac{v}{v-v_A} f_A$

γ. $\frac{v+v_A}{v} f_A$

δ. $\frac{v-v_A}{v} f_A$

2. 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.

3. Ένας παρατηρητής βρίσκεται ακίνητος στην αποβάθρα ενός σταθμού την ώρα που πλησιάζει ένα τρένο, το οποίο κινείται με σταθερή ταχύτητα. Η σειρήνα του τρένου εκπέμπει ήχο συχνότητας f_S . Η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής είναι

- α. ίση με τη συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο μηχανοδηγός του τρένου.
- β. μεγαλύτερη από τη συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο μηχανοδηγός του τρένου.
- γ. μικρότερη από τη συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο μηχανοδηγός του τρένου.
- δ. ίση με τη συχνότητα του ήχου που εκπέμπει η σειρήνα του τρένου.

4. Ηχητική πηγή και παρατηρητής βρίσκονται σε σχετική κίνηση. Ο παρατηρητής ακούει ήχο μεγαλύτερης συχνότητας από αυτόν που παράγει η πηγή, μόνο όταν

- α. η πηγή είναι ακίνητη και ο παρατηρητής απομακρύνεται από αυτήν.
- β. ο παρατηρητής είναι ακίνητος και η πηγή απομακρύνεται από αυτόν.
- γ. ο παρατηρητής και η πηγή κινούνται με ομόρροπες ταχύτητες, με τον παρατηρητή να προπορεύεται και να έχει κατά μέτρο μεγαλύτερη ταχύτητα από αυτήν της πηγής.
- δ. ο παρατηρητής και η πηγή κινούνται με ομόρροπες ταχύτητες, με την πηγή να προπορεύεται και να έχει κατά μέτρο ταχύτητα μικρότερη από αυτήν του παρατηρητή.

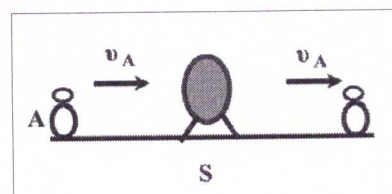
5. Δεν έχουμε φαινόμενο Doppler όταν:

- 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.

6. Παρατηρητής Α κινείται με σταθερή ταχύτητα v_A προς ακίνητη πηγή ήχου S, όπως φαίνεται στο σχήμα, αρχικά πλησιάζοντας και στη συνέχεια απομακρυνόμενος απ' αυτή.

Ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται ήχο με συχνότητα που είναι:

- α. συνεχώς μεγαλύτερη από τη συχνότητα της πηγής.



- β. συνεχώς μικρότερη από τη συχνότητα της πηγής.
 γ. αρχικά μεγαλύτερη και στη συνέχεια μικρότερη από τη συχνότητα της πηγής.
 δ. αρχικά μικρότερη και στη συνέχεια μεγαλύτερη από τη συχνότητα της πηγής.

7. Μία ηχητική πηγή πλησιάζει με σταθερή ταχύτητα προς έναν ακίνητο παρατηρητή και εκπέμπει ήχο συχνότητας f_s και μήκους κύματος λ . Τότε ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται τον ήχο

- α. με συχνότητα μικρότερη της f_s .
 β. με συχνότητα ίση με την f_s .
 γ. με μήκος κύματος μικρότερο του λ .
 δ. με μήκος κύματος ίσο με το λ .

8. 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. $f_A = 2 f_s$, β. $f_A = f_s/2$ γ. $f_A = f_s$ δ. $f_A = 0$

9. Παρατηρητής απομακρύνεται με σταθερή ταχύτητα v_A από ακίνητη ηχητική πηγή, η οποία εκπέμπει ήχο συχνότητας f_s . Το διάλυμα της ταχύτητας βρίσκεται στην ευθεία πηγής – παρατηρητή. Αν η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι v , η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής είναι

α. $f_A = \frac{v}{v-v_A} f_s$ β. $f_A = \frac{v-v_A}{v} f_s$ γ. $f_A = \frac{v+v_A}{v} f_s$ δ. $f_A = \frac{v+v_A}{v} f_s$

10. 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.

11. Όταν ένας παρατηρητής απομακρύνεται με σταθερή ταχύτητα από μια ακίνητη πηγή ήχου, κινούμενος στην ευθεία που τον συνδέει με την πηγή, ο ήχος που ακούει έχει συχνότητα

- α. ίση με αυτήν της πηγής.
 β. μικρότερη από αυτήν της πηγής.
 γ. μεγαλύτερη από αυτήν της πηγής.
 δ. ίση με τη συχνότητα του ήχου που ακούει, όταν πλησιάζει την πηγή με την ίδια ταχύτητα.

12. Παρατηρητής ενώ απομακρύνεται με σταθερή ταχύτητα v_A από ακίνητη ηχητική πηγή αντιλαμβάνεται ήχο συχνότητας f_A . Αν η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι ίση με v , τότε η συχνότητα f_s του ήχου που εκπέμπει η πηγή είναι ίση με

α. $\frac{v}{v+v_A} f_A$ β. $\frac{v}{v-v_A} f_A$ γ. $\frac{v+v_A}{v} f_A$ δ. $\frac{v-v_A}{v} f_A$

ΣΩΣΤΟ Η ΛΑΘΟΣ

1. Το φαινόμενο Doppler ισχύει και στην περίπτωση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.
2. Το φαινόμενο Doppler χρησιμοποιείται από τους γιατρούς, για να παρακολουθούν τη ροή του αίματος.
3. Η συχνότητα του ήχου της σειρήνας του τρένου, την οποία αντιλαμβάνεται ο μηχανοδηγός, είναι σε όλη τη διάρκεια της κίνησης σταθερή.
4. Η σχέση που περιγράφει το φαινόμενο Doppler για το φως είναι διαφορετική από αυτή που ισχύει για τον ήχο.
5. Όταν ένας παρατηρητής πλησιάζει με σταθερή ταχύτητα μια ακίνητη ηχητική πηγή, τότε ακούει ήχο μικρότερης συχνότητας (βαρύτερο) από αυτόν που παράγει η πηγή.
6. Βασιζόμενοι στο φαινόμενο Doppler μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για την ταχύτητα ενός άστρου σε σχέση με τη Γη.
7. Το φαινόμενο Doppler ισχύει για κάθε μορφής κύμανση, ακόμη και για τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

ΘΕΜΑ 2ο

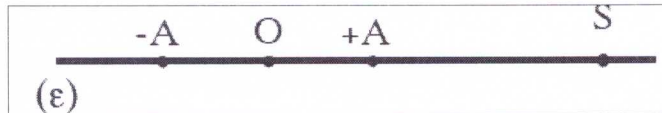
1. Ένας παρατηρητής κινείται με σταθερή ταχύτητα v_A προς ακίνητη σημειακή ηχητική πηγή. Οι συχνότητες που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής πριν και αφού διέλθει από την πηγή, διαφέρουν μεταξύ τους κατά $f_S/10$, όπου f_S η συχνότητα του ήχου που εκπέμπει η πηγή. Αν v είναι η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα, ο λόγος v_A/v είναι:

- α. 10 β. $1/10$ γ. $1/20$

2. Μια ηχητική πηγή κινείται με ταχύτητα v_S ίση με το μισό της ταχύτητας του ήχου, πάνω σε μια ευθεία ϵ πλησιάζοντας ακίνητο παρατηρητή Π_1 ενώ απομακρύνεται από άλλο ακίνητο παρατηρητή Π_2 . Οι παρατηρητές βρίσκονται στην ίδια ευθεία με την ηχητική πηγή. Ο λόγος της συχνότητας του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής Π_1 προς την αντίστοιχη συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής Π_2 είναι

- α. 2 . β. 1 . γ. 3 .

3. Σε σημείο ευθείας ϵ βρίσκεται ακίνητη ηχητική πηγή S που εκπέμπει ήχο σταθερής συχνότητας. Πάνω στην ίδια ευθεία



ϵ παρατηρητής κινείται εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A , όπως φαίνεται στο σχήμα. Η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής θα είναι μέγιστη, όταν αυτός βρίσκεται

- α. στη θέση ισορροπίας O της ταλάντωσης του κινούμενος προς την πηγή.
β. σε τυχαία θέση της ταλάντωσης του απομακρυνόμενος από την πηγή.
γ. σε μία από τις ακραίες θέσεις της απλής αρμονικής ταλάντωσης.

4. Μεταξύ δύο ακίνητων παρατηρητών B και A κινείται πηγή S με σταθερή ταχύτητα v_S πλησιάζοντας προς τον A . Οι παρατηρητές και η πηγή βρίσκονται στην ίδια ευθεία. Η πηγή εκπέμπει ήχο μήκους κύματος λ , ενώ οι παρατηρητές A και B 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. $\lambda = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$

5. Ηχητική πηγή S εκπέμπει ήχο σταθερής συχνότητας f_S . Όταν η πηγή πλησιάζει με ταχύτητα μέτρου u ακίνητο παρατηρητή A , κινούμενη στην ευθεία «πηγής- παρατηρητή», ο παρατηρητής A αντιλαμβάνεται ήχο συχνότητας f_1 . Όταν ο παρατηρητής A , κινούμενος με ταχύτητα μέτρου u , πλησιάζει την ακίνητη πηγή S , κινούμενος στην ευθεία «πηγής- παρατηρητή», αντιλαμβάνεται ήχο συχνότητας f_2 . Τότε είναι :

- α. $f_1 > f_2$ β. $f_1 = f_2$ γ. $f_1 < f_2$

6. 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

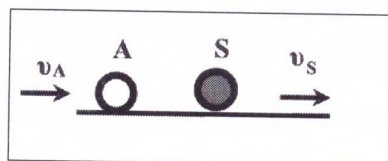
το τρένο με συχνότητα f_1 και τον εξ' ανακλάσεως ήχο από το βράχο με συχνότητα f_2 . Τότε ισχύει ότι:

- α. $f_1 < f_2$, β. $f_1 = f_2$, γ. $f_1 > f_2$.

7. Μια ηχητική πηγή εκπέμπει ήχο σταθερής συχνότητας και κινείται με σταθερή ταχύτητα. Στην ευθεία που κινείται η πηγή βρίσκεται ακίνητος παρατηρητής. Η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής όταν τον έχει προσπεράσει είναι κατά 30% μικρότερη από τη συχνότητα που αντιλαμβανόταν, όταν τον πλησίαζε η πηγή. Αν η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι v , τότε η ταχύτητα της πηγής είναι

- α. $2v/17$, β. $3v/17$, γ. $4v/17$

8. Παρατηρητής A κινείται προς την ηχητική πηγή S με ταχύτητα v_A , όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ηχητική πηγή S κινείται ομόρροπα με τον παρατηρητή A με ταχύτητα $v_S = 2v_A$ και εκπέμπει ήχο συχνότητας f_s . Η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής A είναι

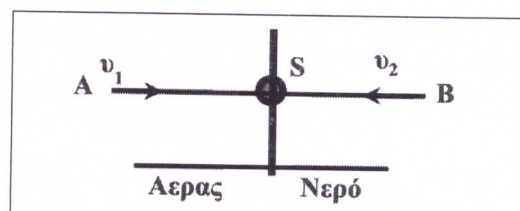


- α. μικρότερη της f_s β. ίση με την f_s γ. μεγαλύτερη από την f_s

9. Αυτοκίνητο με ταχύτητα $u_A = u/10$ (όπου u η ταχύτητα του ήχου ως προς τον ακίνητο αέρα) κινείται ευθύγραμμα προς ακίνητο περιπολικό. Προκειμένου να ελεγχθεί η ταχύτητα του αυτοκινήτου εκπέμπεται από το περιπολικό ηχητικό κύμα συχνότητας f_1 . Το κύμα, αφού ανακλαστεί στο αυτοκίνητο, επιστρέφει στο περιπολικό με συχνότητα f_2 . Ο λόγος των συχνοτήτων f_2/f_1 είναι:

- α. $11/9$ β. $11/10$ γ. $9/11$

10. Πηγή S 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).



Δύο δέκτες A και B 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_n είναι τετραπλάσια της ταχύτητας διάδοσης του ήχου στον αέρα v_a ($v_n = 4v_a$), ο λόγος των ταχυτήτων v_1/v_2 είναι:

- α. $v_1/v_2 = 1/3$ β. $v_1/v_2 = 1/4$ γ. $v_1/v_2 = 1/4$

11. Ένα τρένο κινείται ευθύγραμμα σε οριζόντιο επίπεδο με σταθερή ταχύτητα μέτρου $0,1v_{\eta\chi}$, όπου $v_{\eta\chi}$ είναι η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα. Το τρένο κατευθύνεται προς τούνελ που βρίσκεται σε κατακόρυφο βράχο. Ο ήχος που εκπέμπεται από τη σειρήνα του τρένου ανακλάται στον κατακόρυφο βράχο. Ένας ακίνητος παρατηρητής που βρίσκεται πάνω στις γραμμές και πίσω από το τρένο ακούει δύο ήχους. Έναν ήχο απευθείας από τη σειρήνα του

τρένου, με συχνότητα f_1 , και έναν ήχο από την ανάκλαση στον κατακόρυφο βράχο, με συχνότητα f_2 . Ο λόγος των δύο συχνοτήτων f_1/f_2 είναι ίσος με

α. $11/9$

β. $10/11$

γ. $9/11$

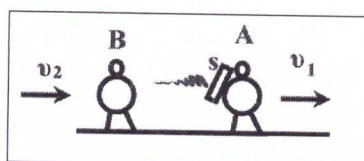
12. Παρατηρητής απομακρύνεται με σταθερή ταχύτητα μέτρου v_A από ακίνητη ηχητική πηγή. Η διεύθυνση της ταχύτητας του παρατηρητή ταυτίζεται με την ευθεία που ενώνει την πηγή με τον παρατηρητή. Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα έχει μέτρο v . Ο αριθμός των μέγιστων του ήχου, που παράγει η πηγή σε χρόνο Δt , είναι N_s . Ο αριθμός N_A των μέγιστων του ήχου, που φτάνουν στον παρατηρητή στον ίδιο χρόνο, είναι ίσος με

i. $\frac{v+v_A}{v} N_s$.

ii. $\frac{v}{v-v_A} N_s$.

iii. $\frac{v-v_A}{v} N_s$.

13. Οι παρατηρητές A και B κινούνται στην ίδια οριζόντια κατεύθυνση με ταχύτητες μέτρου $v_1=v/5$ και $v_2=v/10$ αντίστοιχα. Στην πλάτη του παρατηρητή A είναι στερεωμένη ηχητική πηγή, s, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ηχητική πηγή εκπέμπει συνεχώς ήχο σταθερής συχνότητας f_s , ο οποίος διαδίδεται στον αέρα με ταχύτητα v . Ο παρατηρητής B αντιλαμβάνεται τον ήχο της ηχητικής πηγής με συχνότητα ίση με:



i. $\frac{9}{12} f_s$

ii. $\frac{11}{12} f_s$

iii. $\frac{11}{8} f_s$

ΘΕΜΑ 4ο

1. 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.

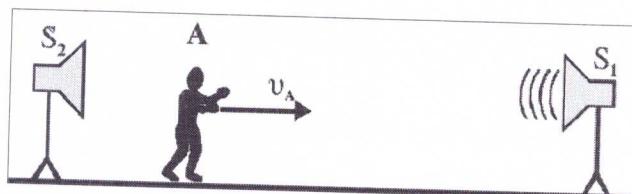
γ. Η σειρήνα δεν καταστρέφεται κατά την κρούση. Να βρεθεί η σχέση που δίνει τη συχνότητα f_A , την οποία αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής σε συνάρτηση με το χρόνο μετά την κρούση.

δ. Να βρεθεί ο λόγος της μέγιστης συχνότητας $f_{A\max}$ προς την ελάχιστη συχνότητα $f_{A\min}$ που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής.

Δίνονται η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα $v_{\eta\chi}=340\text{m/s}$ και $g=10\text{m/s}^2$.

(Ε Η 2005)

2. 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 $f_1 = 100\text{ Hz}$.

Να βρείτε:

i) 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 $f_2 = 100\text{ Hz}$.

ii) 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.

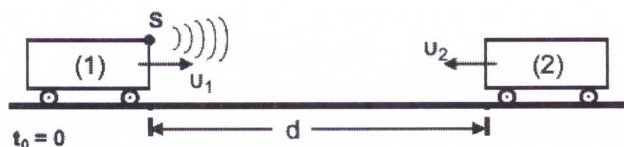
iii) Να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα Δt_2 μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών της έντασης του ήχου που ακούει ο ακίνητος παρατηρητής.

iv) 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 $v_{\eta\chi} = 340\text{ m/s}$.

(Ε Η 2011)

3. 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.



Γ1. Αν f_1 είναι η συχνότητα του ήχου που ανιχνεύει η συσκευή, να δείξετε ότι

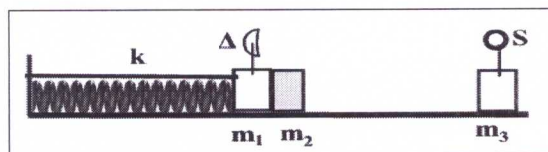
$$f_1 = \frac{v+v_2}{v-v_2} \cdot \frac{v+v_1}{v-v_1} \cdot f_s$$

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

Γ2. Αν τη χρονική στιγμή $t_1 = 6,8$ s η συσκευή αρχίζει να ανιχνεύει τον ανακλώμενο ήχο, να βρεθεί η απόσταση d που είχαν τα τρένα τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$.

Γ3. Ποια χρονική στιγμή t_2 η συσκευή ανίχνευσης των ανακλώμενων κυμάτων σταματά να καταγράφει τον ανακλώμενο ήχο; (Ε. Η 2013)

4. Τα σώματα Σ_1 , μάζας $m_1 = 1$ kg, και Σ_2 , μάζας $m_2 = 3$ kg, του σχήματος είναι τοποθετημένα σε λείο οριζόντιο επίπεδο και εφάπτονται μεταξύ τους. Το σώμα Σ_1 είναι δεμένο στην άκρη οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100$ N/m. Το ελατήριο με τη βοήθεια νήματος είναι συσπειρωμένο κατά $d = 0,4$ m από τη θέση φυσικού μήκους, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Κάποια χρονική στιγμή το νήμα κόβεται και το σύστημα των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 κινείται προς τα δεξιά. Μετά την αποκόλληση το σώμα Σ_2 συνεχίζει να κινείται σε λείο δάπεδο και συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με το σώμα Σ_3 , μάζας $m_3 = 2$ kg.

Πάνω στο σώμα Σ_3 έχουμε τοποθετήσει πηγή S ηχητικών κυμάτων, αμελητέας μάζας, η οποία εκπέμπει συνεχώς ήχο συχνότητας $f_s = 1706$ Hz. Πάνω στο σώμα Σ_1 υπάρχει δέκτης Δ ηχητικών κυμάτων, αμελητέας μάζας.

Δ1. Να προσδιορίσετε τη θέση στην οποία θα αποκολληθεί το σώμα Σ_2 από το σώμα Σ_1 , τεκμηριώνοντας την απάντησή σας.

Δ2. Να υπολογίσετε το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας του σώματος Σ_1 , καθώς και το πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης που θα εκτελεί το σώμα Σ_1 αφού αποκολληθεί από το σώμα Σ_2 .

Δ3. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος των σωμάτων Σ_2 και Σ_3 μετά την κρούση και το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μετατράπηκε σε θερμική ενέργεια κατά την κρούση.

Δ4. Να υπολογίσετε τη συχνότητα την οποία καταγράφει ο δέκτης Δ κάποια χρονική στιγμή μετά την κρούση κατά την οποία το σώμα Σ_1 διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του, κινούμενο προς τα αριστερά.

Δίνεται ότι η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι $v_{\text{ηχ}} = 340$ m/s και η ηχητική πηγή δεν καταστρέφεται κατά την κρούση.

(Η 2016 πτ)