

## ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ DOPPLER

### ΘΕΜΑΤΑ Α

**A1.** Στο φαινόμενο **Doppler** για πηγή και παρατηρητή που μπορούν να κινούνται στην ίδια ευθεία και τον ήχο να ταξιδεύει μέσα στον ακίνητο αέρα

α. Όταν παρατηρητής A και πηγή S πλησιάζουν τότε  $f_A > f_s$ .

β. Όταν παρατηρητής A και πηγή απομακρύνονται τότε  $f_A < f_s$ .

γ. Όταν ο παρατηρητής A και η πηγή S κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση με την ίδια ταχύτητα τότε  $f_A = f_s$ .

δ. Όταν πηγή και παρατηρητής πλησιάζουν με σταθερές ταχύτητες τότε η συχνότητα που ακούει ο παρατηρητής συνεχώς αυξάνεται.

ε. Όταν ο A πλησιάζει την ακίνητη πηγή με επιταχυνόμενη κίνηση η συχνότητα που ακούει είναι μεγαλύτερη από την  $f_s$  και συνεχώς αυξάνεται.

**A2.** Στο φαινόμενο **Doppler** για πηγή και παρατηρητή που μπορούν να κινούνται στην ίδια ευθεία και τον ήχο να ταξιδεύει μέσα στον ακίνητο αέρα

α. Όταν ο A πλησιάζει ή απομακρύνεται με ταχύτητα  $v_A$  από μια ακίνητη πηγή ακούει ήχο με το ίδιο μήκος κύματος που εκπέμπει η πηγή.

β. Όταν μια πηγή απομακρύνεται από έναν παρατηρητή, αυτός ακούει ήχο με  $\lambda_A$  μεγαλύτερο από αυτό που εκπέμπει η πηγή.

γ. Όταν μια πηγή πλησιάζει προς έναν παρατηρητή, αυτός ακούει ήχο με  $\lambda_A$  μικρότερο από αυτό που εκπέμπει η πηγή.

δ. Το μήκος κύματος που ακούει ένας παρατηρητής είναι ανεξάρτητο από την ταχύτητα του παρατηρητή.

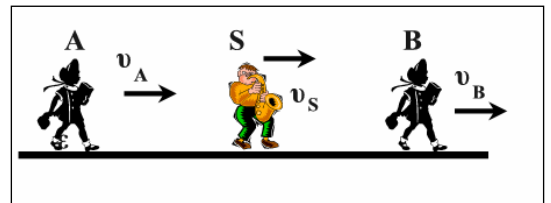
**A3.** Η ηχητική πηγή S κινείται με ταχύτητα  $v_s$  όπως φαίνεται στο σχήμα και εκπέμπει ήχο με συχνότητα  $f_s$ . Ο ήχος διαδίδεται με ταχύτητα,  $v$ . Τα δύο κορίτσια A και B που κινούνται με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα

I. Το A ακούει ήχο με μήκος κύματος:

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

II. Το B ακούει ήχο με μήκος κύματος:

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



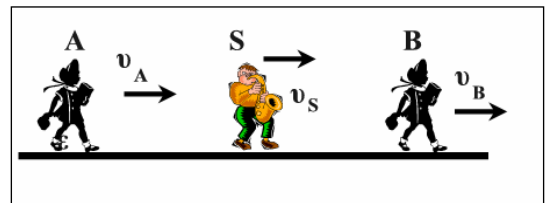
**A4.** Η ηχητική πηγή S κινείται με ταχύτητα  $v_s$  όπως φαίνεται στο σχήμα και εκπέμπει ήχο με συχνότητα  $f_s$  για χρονική διάρκεια  $\Delta t_s$ . Ο ήχος διαδίδεται με ταχύτητα,  $v$ . Τα δύο κορίτσια A και B που κινούνται με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα.

I. Αν  $v_A > v_s$  η διάρκεια ακρόασης του ήχου για το A είναι:

α.  $\Delta t_A > \Delta t_s$     β.  $\Delta t_A = \Delta t_s$     γ.  $\Delta t_A < \Delta t_s$

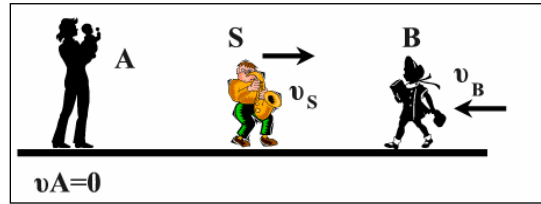
II. Αν  $v_B > v_s$  η διάρκεια ακρόασης του ήχου για το A είναι:

α.  $\Delta t_B > \Delta t_s$     β.  $\Delta t_B = \Delta t_s$     γ.  $\Delta t_B < \Delta t_s$



**A5.** Στο διπλανό σχήμα η πηγή S εκπέμπει ήχο συχνότητας  $f_s$  που τρέχει με ταχύτητα  $v$ :

I. Να γράψετε τους τύπους της συχνότητας που ακούνε οι δύο παρατηρητές



$f_A = \dots\dots\dots$                        $f_B = \dots\dots\dots$

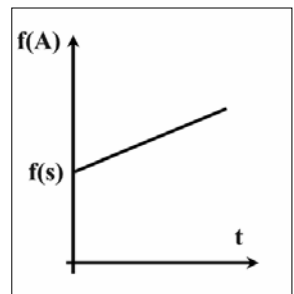
II. Ο (A) μετράει για τον ήχο της πηγής S ταχύτητα: α)  $v$                       β)  $v+v_s$                       γ)  $v-v_s$

III. Ο παρατηρητής B μετράει για τον ήχο ταχύτητα: α)  $v$                       β)  $v+v_s$                       γ)  $v+v_B$                       δ)  $v-v_B$

IV. Ο (A) μετράει για τον ήχο μήκος κύματος: α)  $\frac{v}{f_s}$                       β)  $\frac{v+v_s}{f_s}$                       γ)  $\frac{v-v_s}{f_s}$

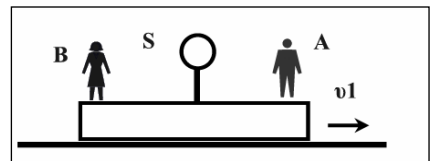
V. Ο B ακούει ήχο με μήκος κύματος: α)  $\frac{v+v_s}{f_s}$                       β)  $\frac{v-v_s}{f_s}$                       γ)  $\frac{v}{f_s}$                       δ)  $\frac{v-v_B}{f_s}$

**A6.** Η συχνότητα του ήχου που ακούει κινούμενος παρατηρητής από ακίνητη πηγή μεταβάλλεται με το χρόνο σύμφωνα με τον τρόπο που φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Η πηγή εκπέμπει ήχο συχνότητας  $f(s)$  και ο παρατηρητής κινείται ευθύγραμμα. Σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα, ο παρατηρητής:



- α. Πλησιάζει προς την πηγή με σταθερή ταχύτητα.
- β. Απομακρύνεται από τη πηγή με σταθερή επιτάχυνση
- γ. Πλησιάζει προς την πηγή με σταθερή επιτάχυνση.
- δ. Απομακρύνεται από την πηγή με σταθερή ταχύτητα.

**A7** Το όχημα του σχήματος κινείται με ταχύτητα  $v_1$  και η πηγή εκπέμπει ήχο με συχνότητα  $f_s$  που διαδίδεται με ταχύτητα  $v$ . Οι δύο παρατηρητές A και B στέκονται πάνω στο όχημα.

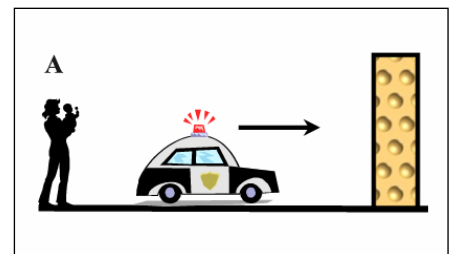


A. Οι συχνότητες που ακούνε οι A και B για τον ήχο είναι  
 α)  $f_A=f_B=f_s$                       β)  $f_A>f_s$  και  $f_B<f_s$                       γ)  $f_A<f_s$  και  $f_B>f_s$   
 δ)  $f_A>f_s$  και  $f_B>f_s$

β) Τα μήκη κύματος που ακούνε οι A και B είναι:

α)  $\lambda_A=\lambda_B=\frac{v}{f_s}$                       β)  $\lambda_A=\frac{v+v_1}{f_s}$                        $\lambda_B=\frac{v-v_1}{f_s}$                       γ)  $\lambda_A=\frac{v-v_1}{f_s}$                        $\lambda_B=\frac{v+v_1}{f_s}$

**A8** Στο σχήμα φαίνεται ένα περιπολικό που πλησιάζει με ταχύτητα  $v_s$  προς ένα κατακόρυφο τοίχο και εκπέμπει με τη σειρά του ήχο συχνότητας  $f_s$ , ο οποίος διαδίδεται με ταχύτητα,  $v$ . Παρατηρητής A που στέκεται ακίνητος πίσω από το περιπολικό μπορεί να αντιλαμβάνεται ήχους απευθείας και από ανάκλαση στον τοίχο. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές ή λανθασμένες;



- α. Ο παρατηρητής A μετράει για τον κάθε ήχο που ακούει ταχύτητα,  $v$ .
- β. Ο ήχος που ακούει ο παρατηρητής A απευθείας έχει συχνότητα μεγαλύτερη από  $f_s$ .
- γ. Ο παρατηρητής A ακούει από ανάκλαση ήχο συχνότητας μεγαλύτερης από  $f_s$ .
- δ. Ο οδηγός του περιπολικού ακούει από ανάκλαση στον τοίχο μεγαλύτερης συχνότητας από αυτόν που ακούει ο A λόγω ανάκλασης.
- ε. Ο A ακούει για τον απευθείας ήχο μήκος κύματος μεγαλύτερο από αυτό που εκπέμπει η πηγή.

## ΘΕΜΑΤΑ Β

**B1.** Αυτοκίνητο της τροχαίας κινείται σε ευθύ δρόμο με σταθερή ταχύτητα  $v_1=v/10$  και έχει ενεργοποιημένη τη σειρήνα του, η οποία παράγει ήχο συχνότητας  $f_s$  μήκους κύματος  $\lambda$ .

Μοτοσυκλετιστής που προπορεύεται και κινείται με ταχύτητα μέτρου  $v_2= v/20$ , ακούει ήχο

**I.** με συχνότητα:                    **α)**  $f_A=19f_s/18$                     **β)**  $f_A=20f_s/18$                     **γ)**  $f_A=21f_s/19$

**II.** με μήκος κύματος :                    **α.**  $\lambda$                     **β.**  $0,9\lambda$                     **γ.**  $1,1\lambda$

**B2.** Μια πηγή ήχου που πλησιάζει προς ακίνητο παρατηρητή εκπέμπει ήχο μήκους κύματος  $\lambda$  που διαδίδεται με ταχύτητα  $v$ . Για να αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής μήκος κύματος  $\lambda/2$ , η πηγή πρέπει

**α)** να πλησιάζει τον παρατηρητή με ταχύτητα  $v_s=2v$

**β)** να πλησιάζει τον παρατηρητή με ταχύτητα  $v_s=v/2$

**γ)** να απομακρύνεται από τον παρατηρητή με ταχύτητα  $v_s=v$

**B3** Μια ηχητική πηγή κινείται με σταθερή ταχύτητα  $v_s$  προς ακίνητο παρατηρητή. Τα μήκη κύματος που εκπέμπει η πηγή προς την κατεύθυνση του παρατηρητή, πριν και μετά τη διέλευση της από αυτόν, διαφέρουν μεταξύ τους κατά  $\lambda/10$ , όπου  $\lambda$  το μήκος κύματος που εκπέμπει η πηγή όταν είναι ακίνητη. Αν  $v$  η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα, ο λόγος είναι  $v_s/v$  είναι:

**α)**  $1/5$                     **β)**  $1/10$                     **γ)**  $1/20$

**B4.** Ένας παρατηρητής απομακρύνεται από ακίνητη ηχητική πηγή με σταθερή ταχύτητα  $v_A$ .

**I.** Η ταχύτητα που μετράει για τον ήχο ο παρατηρητής είναι:

**α.**  $v$                     **β.**  $v+v_A$                     **β.**  $v-v_A$

όπου  $v$  η ταχύτητα του ήχου ως προς τον αέρα

**II.** Η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής σε σχέση με αυτή που εκπέμπει η πηγή είναι:

**α** μειωμένη                    **β.** αυξημένη                    **γ.** ίδια

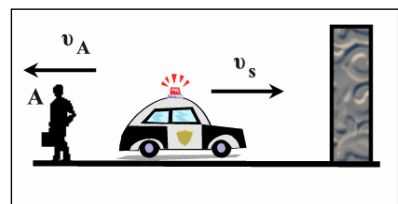
**III.** Το μήκος κύματος που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής σε σχέση με αυτή που εκπέμπει η πηγή είναι:

**α** μειωμένο                    **β.** αυξημένο                    **γ.** ίδιο

**B5.** Μεταξύ δύο ακίνητων παρατηρητών B και A και κινείται πηγή S με σταθερή ταχύτητα  $v_s$  πλησιάζοντας προς τον A. Τα μήκη κύματος που φτάνουν στους παρατηρητές και είναι  $\lambda_A$  και  $\lambda_B$  αντίστοιχα. Όταν η πηγή είναι ακίνητη εκπέμπει ήχο μήκους κύματος  $\lambda$ . Το μήκος κύματος  $\lambda$  και τα μήκη κύματος  $\lambda_A$  και  $\lambda_B$  συνδέονται με τη σχέση:

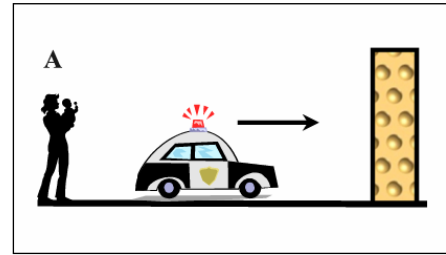
**α)**  $2\lambda = \lambda_A + \lambda_B$                     **β)**  $\lambda = \lambda_A + \lambda_B$                     **γ)**  $2\lambda = \lambda_A - \lambda_B$

**B6.** Το περιπολικό του σχήματος πλησιάζει προς κατακόρυφο τοίχο με ταχύτητα  $v_s=v/10$  και ταυτόχρονα εκπέμπει ήχο συχνότητας  $f_s$ . Ο παρατηρητής A βρίσκεται πίσω από το περιπολικό και κινείται αντίθετα ώστε να απομακρύνεται από αυτό με ταχύτητα, μέτρου,  $v_A=v/20$ . Ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται δύο ήχους. Ο ένας έχει συχνότητα  $f_1$  και έρχεται απευθείας από το περιπολικό και ο άλλος συχνότητα  $f_2$  και φτάνει σ' αυτόν από ανάκλαση στον τοίχο. Αν  $v$  είναι η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα, τότε ο λόγος  $f_1/f_2$  είναι ίσος με:



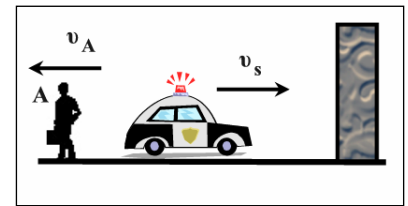
**α.** 1                    **β.** 9/11                    **γ.** 11/9

**B7.** Στο σχήμα φαίνεται ένα περιπολικό που πλησιάζει με ταχύτητα  $v_s$  προς ένα κατακόρυφο τοίχο και εκπέμπει με τη σειρά του ήχο συχνότητας  $f_s$ , ο οποίος διαδίδεται με ταχύτητα,  $v$ . Παρατηρητής A που στέκεται ακίνητος πίσω από το περιπολικό μπορεί να αντιλαμβάνεται ήχους απευθείας και από ανάκλαση στον τοίχο. Αν η ταχύτητα του αυτοκινήτου είναι πολύ μικρότερη της ταχύτητας του ήχου, ο παρατηρητής, A ακούει διακροτήματα με συχνότητα



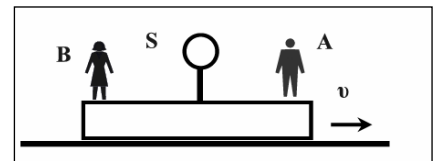
α)  $f_\delta = \frac{2v v_s}{v^2 - v_s^2} f_s$       β)  $f_\delta = \frac{2v v_s}{v^2 + v_s^2} f_s$       γ)  $f_\delta = f_s$

**B6.** Το περιπολικό του σχήματος πλησιάζει προς κατακόρυφο τοίχο με ταχύτητα  $v_s$  και ταυτόχρονα εκπέμπει ήχο μήκους κύματος  $\lambda$ . Ο παρατηρητής A βρίσκεται πίσω από το περιπολικό και κινείται στην ίδια κατεύθυνση με  $v_A < v_s$ . Ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται δύο ήχους. Ο ένας έχει μήκος κύματος  $\lambda_1$  και έρχεται απευθείας από το περιπολικό και ο άλλος μήκος κύματος  $\lambda_2$  και φτάνει σ' αυτόν από ανάκλαση. Για τα μήκη κύματος ισχύει:



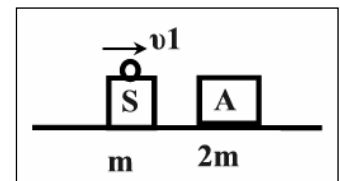
α.  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$       β.  $\lambda_1 + \lambda_2 = \lambda$       γ.  $\lambda_1 - \lambda_2 = 2\lambda$       δ.  $\lambda_1 + \lambda_2 = 2\lambda$

**B7.** Η πλατφόρμα κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα  $v = 34 \text{ m/s}$ . Η ηχητική πηγή που είναι πάνω της εκπέμπει ήχο με συχνότητα  $f_s = 680 \text{ Hz}$ . Οι δύο παρατηρητές A και B βρίσκονται πάνω στη πλατφόρμα ακίνητοι ως προς αυτή. Ο ήχος έχει  $v_\eta = 340 \text{ m/s}$ . Τα μήκη κύματος μετράνε για τον ήχο είναι:



α.  $\lambda_A = \lambda_B = 0.5 \text{ m}$       β.  $\lambda_A = 0,40 \text{ m}$   $\lambda_B = 0,60 \text{ m}$       γ.  $\lambda_A = 0,45 \text{ m}$ ,  $\lambda_B = 0,55 \text{ m}$

**B8.** Σώμα S μάζας  $m$  διαθέτει πηγή ήχων και εκπέμπει ήχο συχνότητας  $f$  και μήκους κύματος  $\lambda$ . Το σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου  $v_1 = v/5$ , όπου  $v$  η ταχύτητα του ήχου, και πλησιάζει προς άλλο ακίνητο σώμα, A, μάζας  $2m$  που διαθέτει ανιχνευτή ήχων. Το S συγκρούεται κεντρικά ελαστικά με το A. Μετά την κρούση τα σώματα κινούνται με σταθερές ταχύτητες.



I. Αν  $f_1$  είναι η συχνότητα που καταγράφει ο ανιχνευτής πριν την κρούση και  $f_2$  η συχνότητα που καταγράφει μετά την κρούση τότε ο λόγος  $f_1/f_2$  είναι:

α. 13/20      β. 20/13      γ. 25/13

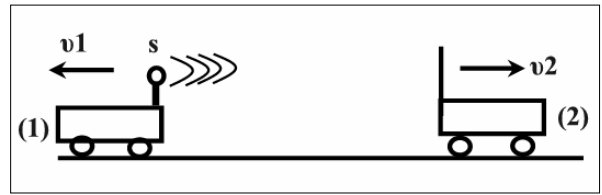
II. Μετά την κρούση ο A καταγράφει μήκος κύματος  $\lambda_A$  ίσο με

α.  $\lambda$       β.  $16\lambda/15$       γ.  $15\lambda/16$       δ.  $17\lambda/16$

**B.9** Μια νυχτερίδα κατευθύνεται προς ένα ακίνητο εμπόδιο με ταχύτητα  $v_s$  και εκπέμπει υπέρηχο συχνότητα  $f_s$ , που διαδίδεται με ταχύτητα  $v$ . Ο ανακλώμενος ήχος που ανιχνεύει η νυχτερίδα έχει συχνότητα,  $f$ , που είναι:

α.  $f = \frac{v - v_s}{v + v_s} f_s$       β.  $f = \frac{v + v_s}{v - v_s} f_s$       γ.  $f = f_s$

**B10.** Σε κινούμενο τρένο (1) με ταχύτητα  $v_1=v/10$  υπάρχει ηχητική πηγή που εκπέμπει ήχο συχνότητας  $f_s$ . Τρένο (2) κινείται με ταχύτητα  $v_2=v/5$  αντίθετης φοράς όπως στο σχήμα. Στο τρένο (1) υπάρχει συσκευή ανίχνευσης των ανακλώμενων στο τρένο (2) ηχητικών κυμάτων. Η ταχύτητα του ήχου ως προς τον αέρα είναι  $v$ . Δίνεται ότι ο ανακλώμενος ήχος στο τρένο (2) έχει την ίδια συχνότητα με τον προσπίπτοντα σε αυτόν ήχο. Η συχνότητα  $f_1$  του ήχου που ανιχνεύει η συσκευή, είναι



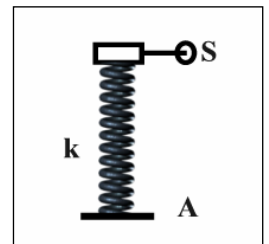
α.  $f_1=6f_s/11$

β.  $f_1=121f_s/81$

γ.  $f_1=8f_s/11$

δ.  $f_1=f_s/2$

**B11** Το σύστημα του σχήματος ταλαντώνεται με εξίσωση απομάκρυνσης  $x=0,4\eta\mu 5t$ . Η πηγή S που είναι προσαρμοσμένη στο ελατήριο εκπέμπει ήχο συχνότητας  $f_s=684\text{Hz}$ , ταχύτητας  $v=340\text{m/s}$ . Ο παρατηρητής που βρίσκεται στη θέση A ακούει τον ήχο με ελάχιστη συχνότητα



α) 688Hz

β) 684Hz

γ) 680 Hz

**B12.** Παρατηρητής A πλησιάζει προς ακίνητη πηγή με ταχύτητα που μεταβάλλεται σύμφωνα με τη σχέση  $v=5t$ . Η πηγή εκπέμπει ήχο συχνότητας  $f_s=680\text{Hz}$  που τρέχει στον αέρα με ταχύτητα  $v=340\text{m/s}$ . Ο αριθμός των παλμών που ακούει ο παρατηρητής από τη χρονική στιγμή  $t_1=2\text{s}$  έως τη χρονική στιγμή  $t_2=10\text{s}$  είναι:

α. 5920

β. 7300

γ. 8000

**B13.** Μια ηχητική πηγή πλησιάζει προς ένα ακίνητο παρατηρητή με ταχύτητα  $v_s=40\text{m/s}$  και εκπέμπει ήχο με συχνότητας  $f_s=3000\text{Hz}$  για χρονική διάρκεια  $\Delta t=3,4\text{s}$ . Ο παρατηρητής ακούει τον ήχο για χρονική διάρκεια

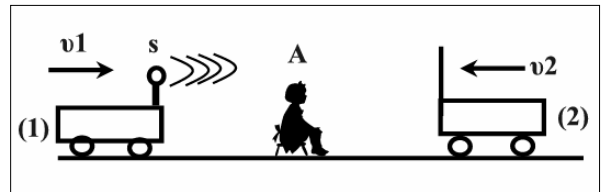
α. 3,4s

β. 3s

γ. 2,7s

δ. 4s

**B14.** Η πηγή S κινείται με ταχύτητα  $v_1$  και εκπέμπει ήχο συχνότητας  $f_s$  που διαδίδεται με ταχύτητα  $v$ . Ο ήχος ανακλάται στην επιφάνεια του οχήματος (2) που κινείται αντίθετα με ταχύτητα  $v_2$ . Ο παρατηρητής A που κάθετα ακίνητος ανάμεσα στα δύο οχήματα ακούει από ανάκλαση στο όχημα (2) ήχο με μήκος κύματος ίσο με

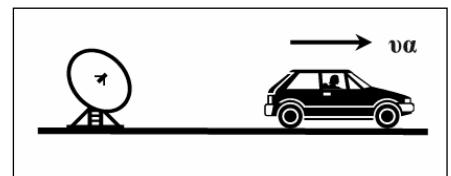


α.  $\lambda = \frac{(v-v_2)(v-v_1)}{(v+v_2)f_s}$

β.  $\lambda = \frac{(v-v_1)(v+v_2)}{(v-v_2)f_s}$

γ.  $\lambda = \frac{(v+v_1)(v-v_1)}{(v+v_2)f_s}$

**B15.** Το ακίνητο Radar της τροχαίας εκπέμπει ήχο συχνότητας  $f_1$  προς αυτοκίνητο που απομακρύνεται από αυτό με ταχύτητα  $v_a$ . Ο ήχος ανακλάται στο αυτοκίνητο και επιστρέφει στο Radar με συχνότητα  $f_2$ . Η ταχύτητα του ήχου είναι  $v$ .



I. Αν η σχέση των δύο συχνοτήτων είναι  $f_2/f_1=9/11$  τότε η ταχύτητα του αυτοκινήτου είναι

- α.  $v_a=v/5$     β.  $v_a=v/6$     γ.  $v_a=2v/5$     δ.  $v_a=v/10$

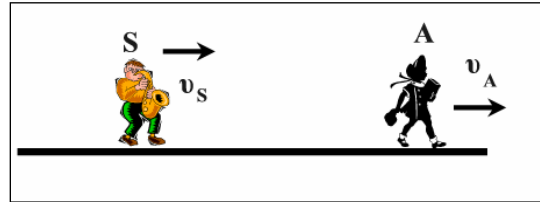
II. Το μήκος κύματος του ήχου από ανάκλαση που καταγράφει το Radar είναι

- α.  $\lambda = \frac{11v}{9f_1}$     β.  $\lambda = \frac{9v}{11f_1}$     γ.  $\lambda = \frac{10v}{9f_1}$     δ.  $\lambda = \frac{11v}{10f_1}$

B16 Μια ηχητική πηγή S καταδιώκει ένα παρατηρητή A όπως φαίνεται στο σχήμα.

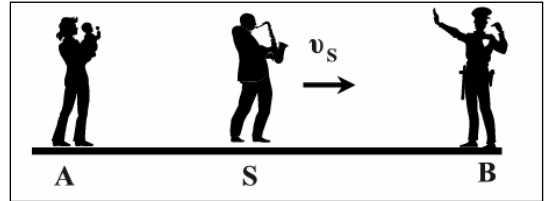
Το μήκος κύματος του ήχου που ακούει ο παρατηρητής A είναι  $\lambda/10$  όπου  $\lambda$  το μήκος κύματος του ήχου που εκπέμπει η πηγή. Αν  $v$  είναι η ταχύτητα του ήχου τότε η ταχύτητα  $v_s$  της πηγής θα είναι:

- α.  $v/10$     β.  $v/9$     γ.  $9v/10$



## ΘΕΜΑΤΑ Γ-Δ

**Γ1.** Η ηχητική πηγή κινείται με σταθερή ταχύτητα  $v_s=34\text{m/s}$  και εκπέμπει ήχο συχνότητας  $f_s=1000\text{Hz}$  για χρονικό διάστημα  $\Delta t=10\text{s}$ . Να υπολογιστούν:



α) Οι συχνότητες που ακούνε οι δύο ακίνητοι παρατηρητές, A και B.

β) Τα μήκη κύματος που καταγράφουν για τον ήχο.

γ) Οι χρονικές διάρκειες που ακούνε τον ήχο.

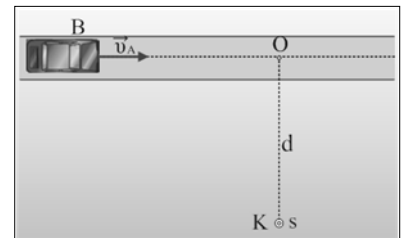
δ) Αν οι A και B έμπαιναν σε κίνηση η A προς τα δεξιά και ο B προς αριστερά με τις ίδιες κατά μέτρο ταχύτητες  $v_A=v_B=34\text{m/s}$ , ποιες αλλαγές θα υπήρχαν στα αποτελέσματα των τριών προηγούμενων ερωτήσεων;

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

Απ: α) 909Hz, 1111Hz, β) 0,374m, 0,306m, γ) 11s, 9s

**Γ2.** Ένα αυτοκίνητο κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα.

Ο συνοδηγός του αυτοκινήτου κρατά στο χέρι του ένα ευαίσθητο μικρόφωνο, με την βοήθεια του οποίου μπορεί να μετρά τη συχνότητα του ήχου. Μια πηγή s αρμονικού ήχου, απέχει κατά  $(KO)=d=30\text{m}$  από τον δρόμο και κάποια στιγμή εκπέμπει έναν απλό ήχο, ορισμένης διάρκειας. Το μικρόφωνο αρχίζει να καταμετρά τον ήχο τη στιγμή, που απέχει απόσταση  $(BO)=d_1=40\text{m}$  από το O με αρχική ένδειξη 7.120Hz, ενώ η ένδειξη αυτή ελαττώνεται, φτάνοντας σε ελάχιστη τιμή 6.800Hz, τη στιγμή που φτάνει στο σημείο O, όπου και σταματά να ακούγεται ήχος.



α) Να βρεθεί η συχνότητα του ήχου που παράγει η πηγή S;

β) Να υπολογιστεί η ταχύτητα του αυτοκινήτου.

γ) Να βρεθεί ο αριθμός των ταλαντώσεων που εκτέλεσε η πηγή του ήχου.

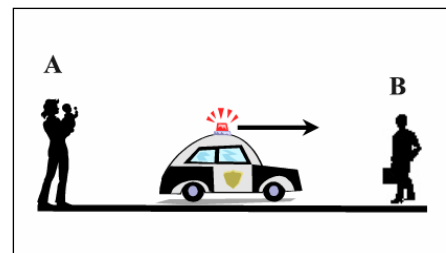
δ) Να βρεθεί το μήκος κύματος που καταγράφει για τον ήχο το μικρόφωνο του συνοδηγού.

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

Απ: α) 6800Hz, β) 20m/s, γ) 14000ταλ, δ) 0,05m

**Γ3.** Το περιπολικό ξεκινά από το μέσον του ευθύγραμμου τμήματος AB κινούμενο προς τον B με σταθερή ταχύτητα.

Τη χρονική στιγμή που ξεκινά θέτει σε λειτουργία την σειρήνα και την διακόπτει τη στιγμή που φτάνει μπροστά από τον B. Οι ακίνητοι παρατηρητές χρονομέτρησαν και διαπίστωσαν ότι ακούνε τον ήχο ο μιν A επί 18 s, ο δε B επί 16 s.



α) Με ποια ταχύτητα κινείται το περιπολικό;

β) Επί πόση ώρα άκουγε την σειρήνα ο οδηγός του περιπολικού;

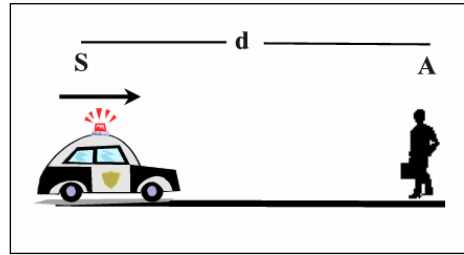
γ) Πόσο απέχουν οι παρατηρητές;

δ) Ποια είναι η σχέση που συνδέει το μήκος κύματος,  $\lambda$  του ήχου που εκπέμπει η πηγή με τα μήκη κύματος που ακούνε οι δύο παρατηρητές;

Η ταχύτητα του ήχου είναι 340 m/s.

ΑΠ: α) 20m/s, β) 17s γ) 680m, δ)  $\lambda_A+\lambda_B=2\lambda$

•Γ4. Περιπολικό ξεκινά να κινείται τη χρονική στιγμή  $t=0$  από την ηρεμία και η ταχύτητα του αυξάνεται με σταθερό ρυθμό  $2\text{m/s}^2$  και ταυτόχρονα ενεργοποιεί την σειρήνα του, η οποία εκπέμπει ήχο συχνότητας  $990\text{Hz}$ . Στην διεύθυνση κίνησης του περιπολικού και σε απόσταση  $d=1045\text{m}$  από το σημείο που ξεκίνησε βρίσκεται ακίνητος παρατηρητής A, όπως φαίνεται στο σχήμα. Να υπολογιστούν:



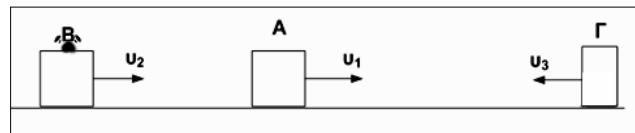
- α) η συχνότητα με την οποία αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής τον ήχο που εξέπεμψε η σειρήνα τη χρονική στιγμή  $t_1=8\text{s}$ .  
 β) η συχνότητα του ήχου που φτάνει στον παρατηρητή τη χρονική στιγμή  $t_1=8\text{s}$ .  
 γ) Τη χρονική στιγμή  $t_1=8\text{s}$  το περιπολικό μηδενίζει ακαριαία την επιτάχυνσή του και αρχίζει να κινείται με σταθερή ταχύτητα. Πόσο είναι το μήκος κύματος του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής τις χρονικές στιγμές  $t_2=42\text{s}$  και  $t_3=100\text{s}$ .

δ) Πόσους παλμούς κατέγραψε ο παρατηρητής από της τη χρονική στιγμή  $t_1=8\text{s}$  έως  $t_2=42\text{s}$ ;

Η ταχύτητα του ήχου  $a_s$  θεωρηθεί ως  $340\text{ m/s}$ . Δίνεται  $\sqrt{108900}=330$

Απ: α.  $1038,9\text{Hz}$  β)  $1020\text{Hz}$ , γ.  $0,327\text{m}$ ,  $0,360\text{m}$ , δ.  $35322$

Γ5. Τα τρία οχήματα του σχήματος, A,B και Γ κινούνται σε ευθύγραμμο αυτοκινητόδρομο. Τα μέτρα των ταχυτήτων τους είναι  $v_1=20\text{m/s}$ ,  $v_2=30\text{m/s}$  και



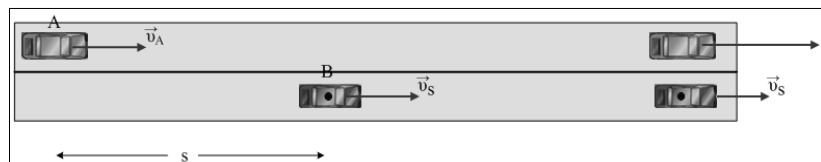
$v_3=20\text{m/s}$  αντίστοιχα, όπως στο σχήμα. Τα οχήματα A και B κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση και προπορεύεται το όχημα A, ενώ το όχημα Γ έρχεται από την αντίθετη κατεύθυνση. Το όχημα B εκπέμπει ήχο συχνότητας  $f_s=930\text{Hz}$ .

- α) Να υπολογίσετε τη συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο οδηγός του οχήματος A.  
 β) Να υπολογίσετε το μήκος κύματος του ήχου που αντιλαμβάνεται ο οδηγός του οχήματος Γ.  
 γ) τα οχήματα B και Γ διασταυρώνονται, οπότε στη συνέχεια απομακρύνεται το ένα από το άλλο, να υπολογίσετε τη νέα συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο οδηγός του οχήματος Γ.  
 δ) Ο οδηγός του οχήματος A τη χρονική στιγμή  $t=0$ , ενώ προηγείται του οχήματος B, πατάει γκάζι και προσδίδει στο όχημά του σταθερή επιτάχυνση  $a=2\text{m/s}^2$  για χρονικό διάστημα  $5\text{s}$ , παραμένοντας σε όλη τη διάρκεια της επιταχυνόμενης κίνησης προπορευόμενος του οχήματος B. Να σχεδιάσετε το διάγραμμα της συχνότητας που αντιλαμβάνεται ο οδηγός A συναρτήσει του χρόνου σε αριθμημένους άξονες για το χρονικό διάστημα των  $5\text{s}$ .  
 ε) Να υπολογίσετε τον αριθμό των παλμών που αντιλαμβάνεται ο οδηγός του οχήματος A στη διάρκεια των  $5\text{s}$ .

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

Απ: α)  $960\text{Hz}$ , β)  $1/3\text{m}$ , γ)  $804\text{Hz}$ , δ)  $f=960-6t$ . ε)  $4725$  παλμοί

Γ6. Σε ένα ευθύγραμμο δρόμο κινούνται με σταθερές ταχύτητες  $v_A=v_S=10\text{m/s}$  δυο αυτοκίνητα A και B, όπως



στο σχήμα. Το προπορευόμενο όχημα B, έχει σειρήνα που παράγει αρμονικό ήχο συχνότητας  $f_s=700\text{Hz}$ .

- α. Να βρεθεί το μήκος κύματος του ήχου που παράγει η σειρήνα, όταν είναι ακίνητη.



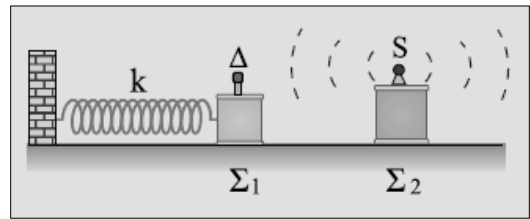
β) Να βρεθεί η συχνότητα και το μήκος κύματος του ήχου που ακούει ο οδηγός του αυτοκινήτου Α.

γ) Σε μια στιγμή,  $t=0$  και ενώ η απόσταση των δύο οχημάτων είναι  $s=100\text{m}$ , ο οδηγός του Α προσδίδει σταθερή επιτάχυνση στο αυτοκίνητό του, με αποτέλεσμα να φτάσει το Β μέσα σε 10s. Να βρεθεί η σχέση που δίνει τη συχνότητα του ήχου που ακούει ο οδηγός του Α σε συνάρτηση με το χρόνο στο χρονικό διάστημα  $[0,10\text{s}]$  και να γίνει η γραφική της παράσταση, στη διάρκεια της επιτάχυνσης.

δ) Πόσα πυκνώματα του ήχου συναντά ο οδηγός του Α αυτοκινήτου στη διάρκεια  $[0,10\text{s}]$ . Δίνεται ότι η ταχύτητα του ήχου είναι  $v=340\text{m/s}$  και τα δύο οχήματα κινούνται πάνω στην ίδια ευθεία.

ΑΠ: α)  $17/35\text{m}$ , β)  $0,5\text{m}$ , γ)  $f_A=700+4t$ , δ) 7200

**Γ7.** Το ελατήριο του σχήματος έχει σταθερά  $k=400\text{N/m}$  και έχει στο ένα άκρο του στερεωμένο ένα σώμα,  $\Sigma_1$ , μάζας  $m_1=1\text{kg}$  που φέρει ενσωματωμένο ένα δέκτη ήχου,  $\Delta$ . Το σύστημα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους  $0,4\text{m}$  πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Τη στιγμή που το σώμα  $\Sigma_1$  διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του, συγκρούεται κεντρικά ελαστικά με ακίνητο σώμα  $\Sigma_2$ , μάζας  $m_2=3\text{kg}$ , το οποίο φέρει ενσωματωμένη πηγή ήχου συχνότητας  $f_s=688\text{Hz}$ .



Να βρείτε:

α) την ταχύτητα του σώματος  $\Sigma_1$  ελάχιστα πριν τη σύγκρουση.

β) τις ταχύτητες των σωμάτων  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  αμέσως μετά τη σύγκρουση καθώς και το πλάτος της νέας ταλάντωσης.

γ) τη συχνότητα που ανιχνεύει ο δέκτης όταν το σώμα  $\Sigma_1$  διέρχεται για 1η και για 2η φορά μετά την κρούση από την απομάκρυνση  $x_1=-0,1\sqrt{3}\text{m}$ . Να θεωρήσετε θετικό τον ημιάξονα προς τα δεξιά.

δ) το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος  $\Sigma_1$  τη στιγμή που ανιχνεύει συχνότητα  $f_A=680\text{Hz}$ .

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

Απ:  $8\text{m/s}$ ,  $-4\text{m/s}$ ,  $4\text{m/s}$ ,  $0,2\text{m}$ ,  $676\text{Hz}$ ,  $684\text{Hz}$ ,  $v_A=0$ ,  $\Delta K/\Delta t=0$

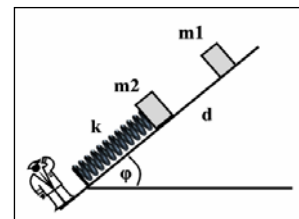
**Γ8.** Ελατήριο σταθεράς  $k=200\text{N/m}$  βρίσκεται πάνω σε λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης  $\varphi=30^\circ$ , όπως στο σχήμα. Στο πάνω άκρο του ελατηρίου ισορροπεί σώμα μάζας  $m_2=2\text{kg}$  ενώ το κάτω άκρο του είναι στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο. Από σημείο Α που απέχει απόσταση  $d=0,4\text{m}$  από το  $m_2$  αφήνουμε άλλο σώμα μάζας  $m_1=m_2/3$ . Το  $m_1$  κατεβαίνει και συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με το  $m_2$ . Να υπολογιστούν:

α. Οι ταχύτητες των σωμάτων μόλις πριν και αμέσως μετά την κρούση.

β. Να γραφεί η εξίσωση απομάκρυνσης των ΑΑΤ του σώματος  $m_1$  αν ως θετική θεωρηθεί η φορά προς τα κάτω.

γ. Να βρεθεί η απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων τη στιγμή που το  $m_2$  περνάει για πρώτη φορά από τη θέση ισορροπίας του ανεβαίνοντας.

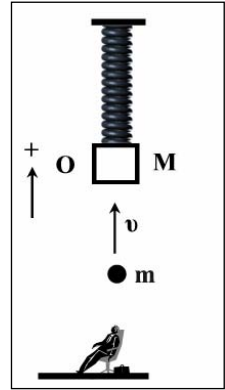
δ. Μετά την κρούση στο σώμα μάζας  $m_1$  ενεργοποιείται μηχανισμός που εκπέμπει ήχο συχνότητας  $f=10000\text{Hz}$ . Παρατηρητής βρίσκεται στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου και πάνω στην ευθεία που κινούνται τα σώματα και καταγράφει τις συχνότητες που εκπέμπει το



σώμα  $m_1$ . Πόση είναι η τιμή της συχνότητας που καταγράφει ο παρατηρητής τη στιγμή που το σώμα  $m_2$  περνάει για πρώτη φορά από τη θέση ισορροπίας του ανεβαίνοντας. Δίνονται  $g=10\text{m/s}^2$ ,  $\pi^2=10$ .

ΑΠ:  $\alpha. 2\text{m/s}$ ,  $-1\text{m/s}$ ,  $1\text{m/s}$ ,  $\beta. x=0, 1\eta\mu 10t$  (SI),  $\gamma. 0,064\text{m}$ ,  $\delta. 10016\text{Hz}$

**Γ9.** Σώμα μάζας  $M=2\text{kg}$  ισορροπεί συνδεδεμένο με το άκρο ελατηρίου σταθεράς  $k=400\text{N/m}$  που κρέμεται από ακλόνητο σημείο. Βλήμα μάζας  $m=2\text{kg}$  που κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω συγκρούεται με ταχύτητα  $v=\sqrt{3}\text{m/s}$  μετωπικά και πλαστικά με το  $M$ . Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα κάνει κατακόρυφες ΑΑΤ.



α. Να υπολογίσετε το πλάτος της ΑΑΤ του συσσωματώματος.

β. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της ταχύτητας του συσσωματώματος.

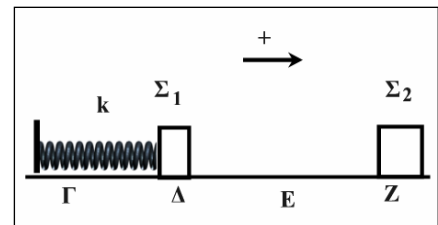
γ. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας των ταλαντώσεων του συσσωματώματος εκείνη τη χρονική στιγμή που η δυναμική ενέργεια γίνεται ίση με την κινητική για πρώτη φορά μετά από τη στιγμή που έγινε η κρούση.

δ. Αμέσως μετά την κρούση ενεργοποιείται μηχανισμός που παράγει ήχους σταθερής συχνότητας  $1000\text{Hz}$ . Πόση είναι η μέγιστη συχνότητα που αντιλαμβάνεται για τον ήχο αυτόν, ο παρατηρητής που είναι ο ακίνητος κάτω από το σύστημα;

Να θεωρηθεί ως  $t_0=0$  η χρονική στιγμή αμέσως μετά την κρούση και ως θετική, η φορά κατακόρυφα προς τα πάνω. Το συσσωμάτωμα καθώς ταλαντώνεται δεν προσπερνά τη θέση του παρατηρητή. Δίνονται η ταχύτητα του ήχου  $v_{\eta\chi}=340\text{m/s}$ , το  $g=10\text{m/s}^2$  και  $\sqrt{3}=1,7$ .

α.  $0,1\text{m}$ , β.  $v=\sigma\sigma\nu(10t+\pi/6)$  (SI), γ.  $20\text{J/s}$ , δ.  $1003\text{Hz}$

**Γ.10** Στο διπλανό σχήμα φαίνεται ένα σώμα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1=1\text{kg}$  που ισορροπεί δεμένο στο άκρο οριζώντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς  $k=100\text{N/m}$ , το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο. Σε απόσταση  $(\Delta Z)$  από το σώμα  $\Sigma_1$  ισορροπεί σώμα  $\Sigma_2$  μάζας  $m_2$ . Το οριζόντιο δάπεδο είναι λείο. Απομακρύνουμε το σώμα  $\Sigma_1$  από τη θέση ισορροπίας του κατά  $(\Gamma\Delta)=0,2\text{m}$  και τη χρονική στιγμή  $t=0$ , το αφήνουμε με ελεύθερο. Την ίδια στιγμή εκτοξεύουμε το σώμα  $\Sigma_2$  από το σημείο  $Z$  με οριζόντια ταχύτητα  $v_2$  η οποία έχει τη διεύθυνση του ελατηρίου. Τα σώματα συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά στη θέση  $E$ . Αμέσως μετά την κρούση η ταχύτητα του σώματος  $\Sigma_1$  μηδενίζεται στιγμιαία.



Δίνονται οι αποστάσεις  $(\Delta E)=0,1\sqrt{3}\text{m}$  και  $(ZE)=(\pi/12)\text{m}$ . Να θεωρήσετε ότι τόσο πριν όσο και μετά την κρούση το σώμα  $\Sigma_1$  εκτελεί αρμονική ταλάντωση με θετική κατεύθυνση την κατεύθυνση προς τα δεξιά.

α. Να υπολογίσετε το μέτρο τη ταχύτητας  $v_2$

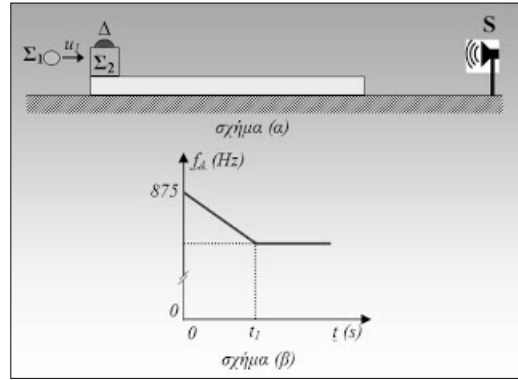
β. Να υπολογίσετε τη μάζα  $m_2$  του σώματος  $\Sigma_2$

γ. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σώματος  $\Sigma_2$  μετά την κρούση.

δ. Στο σώμα  $\Sigma_2$  υπάρχει προσαρμοσμένη αβαρής πηγή παραγωγής ηχητικών κυμάτων  $S$  συχνότητας  $f_s=342\text{Hz}$ . Στο σώμα  $\Sigma_1$  υπάρχει προσαρμοσμένος αβαρής ανιχνευτής ηχητικών κυμάτων. Οι δύο συσκευές ενεργοποιούνται αμέσως μετά την κρούση τη χρονική στιγμή  $t'=0$ . Να γίνει η γραφική παράσταση της συχνότητας που αντιλαμβάνεται ο ανιχνευτής σε συνάρτηση με το χρόνο  $t'$  για χρόνο μιας περιόδου ταλάντωσης. Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα  $v=340\text{m/s}$ .

Απ: α)  $1\text{m/s}$ , β)  $1/3\text{kg}$ , γ)  $2\text{m/s}$  δ)  $338,3\text{Hz} \leq f_A \leq 341,7\text{s}$

**Γ11.** Μία ομογενής σανίδα μάζας  $M=4\text{kg}$  και μήκους  $L$  βρίσκεται ακίνητη πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Στο αριστερό άκρο της σανίδας, όπως φαίνεται στο σχήμα, βρίσκεται σώμα  $\Sigma_2$  μάζας  $m_2=1\text{kg}$ , το οποίο φέρει δέκτη ( $\Delta$ ) ηχητικών κυμάτων αμελητέας μάζας και είναι ελεύθερο να κινηθεί πάνω στη σανίδα, με την οποία εμφανίζει συντελεστή τριβής ολίσθησης  $\mu=0,4$ . Σε μεγάλη απόσταση από τη σανίδα και στην ίδια διεύθυνση με το σώμα  $\Sigma_2$  βρίσκεται πηγή  $S$  εκπομπής ηχητικών κυμάτων συχνότητας  $f_S=850\text{Hz}$ . Ένα δεύτερο σώμα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1=0,5\text{kg}$  κινείται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου  $v_1$  και συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με το σώμα  $\Sigma_2$  που βρίσκεται πάνω στη σανίδα, με αποτέλεσμα αμέσως μετά την κρούση, που λαμβάνεται ως  $t=0$ , να ενεργοποιηθεί ο δέκτης που φέρει το σώμα  $\Sigma_2$ . Στο σχήμα ( $\beta$ ) απεικονίζεται η μεταβολή των συχνότητας που καταγράφει ο δέκτης σε συνάρτηση με το χρόνο.



συχνότητας  $f_S=850\text{Hz}$ . Ένα δεύτερο σώμα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1=0,5\text{kg}$  κινείται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου  $v_1$  και συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με το σώμα  $\Sigma_2$  που βρίσκεται πάνω στη σανίδα, με αποτέλεσμα αμέσως μετά την κρούση, που λαμβάνεται ως  $t=0$ , να ενεργοποιηθεί ο δέκτης που φέρει το σώμα  $\Sigma_2$ . Στο σχήμα ( $\beta$ ) απεικονίζεται η μεταβολή των συχνότητας που καταγράφει ο δέκτης σε συνάρτηση με το χρόνο.

α) Να περιγράψετε την κίνηση του σώματος  $\Sigma_1$  αμέσως μετά την κρούση

Να υπολογίσετε:

β) την ταχύτητα των σωμάτων  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  αμέσως μετά την κρούση.

γ) τη συχνότητα  $f_A$  που καταγράφει ο δέκτης από τη χρονική στιγμή  $t_1$  και μετά.

δ) Η χρονική στιγμή  $t_1$  που σταθεροποιείται η συχνότητα που γράφει ο δέκτης και τον αριθμό των κυμάτων που έχει καταγράψει μέχρι τότε.

ε) το χρονικό διάστημα εκπομπής των κυμάτων που εκπέμπει η πηγή και αντιστοιχεί στο χρόνο  $t_1$  που λαμβάνει τα κύματα ο δέκτης ( $\Delta$ ).

στ) το ελάχιστο μήκος της σανίδας  $L$  ώστε να μην το  $\Sigma_2$  να μην εγκαταλείψει την σανίδα κατά την κίνηση του μετά την κρούση

ζ) τη θερμότητα που εκλύεται μέχρι τα σώματα  $m_2$  και  $M$  να αποκτήσουν κοινή ταχύτητα.

Δίνεται ότι το μέτρο της ταχύτητας διάδοσης του ήχου στον ακίνητο αέρα ισούται με  $340\text{m/s}$  και η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g=10\text{m/s}^2$

Απ: β)  $-5\text{m/s}$ ,  $10\text{m/s}$ . γ)  $855\text{Hz}$ , δ)  $t_1=2\text{s}$ ,  $N_A=1730$ , ε)  $\Delta t=2,035\text{s}$ , στ)  $L=10\text{m}$ , ζ)  $40\text{J}$