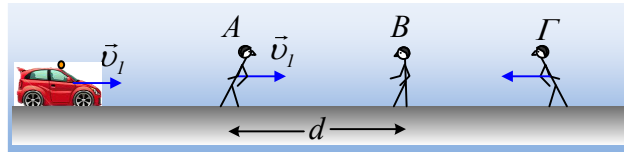


Τρεις παρατηρητές ακούνε μια σειρήνα...



Σε έναν ευθύγραμμο δρόμο κινούνται με την ίδια σταθερή ταχύτητα $v_1=10\text{m/s}$, ένα όχημα το οποίο διαθέτει σειρήνα και ένας άνθρωπος Α. Η σειρήνα του αυτοκινήτου εκπέμπει ήχο συχνότητας f_s . Σε μια στιγμή, έστω $t=0$, ο Α απέχει κατά $d=80\text{m}$, από ακίνητο παρατηρητή Β και ακούει τον ήχο της σειρήνας με συχνότητα $f_A=3.300\text{Hz}$.

- i) Ποια η συχνότητα του ήχου που ακούει ο ακίνητος παρατηρητής;
 - ii) Να βρεθούν τα μήκη κύματος των ήχων που ακούει κάθε παρατηρητής.
 - iii) Σε πόσα μήκη κύματος του ήχου που διαδίδεται, αντιστοιχεί η αρχική απόσταση d των δύο παρατηρητών;
 - iv) Ποιο το πλήθος των μεγίστων του ήχου που ακούει κάθε παρατηρητής, μέχρι που ο Α να φτάσει στον Β.
 - v) Ένας τρίτος παρατηρητής Γ κινείται με μεταβλητή ταχύτητα και τη στιγμή $t=0$, απέχει 50m από τον Β. Πόσες ταλαντώσεις θα εκτελέσει το τύμπανο του αυτιού του, αν φτάσει ταυτόχρονα με τον Α στη θέση που βρίσκεται ο Β, μέχρι να διατρέξει την ενδιάμεση απόσταση;
- Δίνεται η ταχύτητα του ήχου στον αέρα $v=340\text{m/s}$.

Απάντηση:

- i) Αν f_s είναι η συχνότητα που εκπέμπει η σειρήνα, τότε ο παρατηρητής Α, ακούει συχνότητα f_A , όπου

$$f_A = \frac{v - v_1}{v - v_1} f_s = f_s$$

Πράγμα αναμενόμενο, αφού δεν υπάρχει σχετική κίνηση μεταξύ πηγής-παρατηρητή Α.

Αλλά τότε ο ακίνητος παρατηρητής Β ακούει ήχο με συχνότητα:

$$f_B = \frac{v}{v - v_1} f_s = \frac{340}{340 - 10} 3.300\text{Hz} = 3.400\text{Hz}$$

- ii) Το μήκος κύματος του ήχου, δεξιά της πηγής, θα είναι μειωμένο σε σχέση με το μήκος κύματος του ίδιου ήχου, αν η πηγή ήταν ακίνητη, κατά την απόσταση που διανύει η πηγή, σε χρόνο μιας περιόδου.

$$\lambda = \lambda_0 - v_s T_s = \frac{v}{f_s} - \frac{v_s}{f_s} = \frac{v - v_s}{f_s} = \frac{340 - 10}{3.300} \text{m} = 0,1\text{m}$$

Και αυτό θα είναι το μήκος κύματος του ήχου που ακούνε και οι τρεις παρατηρητές, άσχετα αν κινούνται ή όχι.

Πράγματι ο Α παρατηρητής ακούει ήχο συχνότητας 3.300Hz, ενώ η ταχύτητα του ήχου ως προς αυτόν

$$\text{είναι } v-v_1, \text{ οπότε στον ήχο αυτό, αντιστοιχεί μήκος κύματος } \lambda = \frac{v-v_1}{f_A} = \frac{340-10}{3.300} m = 0,1m.$$

Αντίστοιχα ο ακίνητος παρατηρητής Β, ακούει ήχο συχνότητας 3.400Hz και ο ήχος γι' αυτόν διαδίδεται

$$\text{με ταχύτητα } 34m/s, \text{ συνεπώς το μήκος κύματος είναι } \lambda = \frac{v}{f_B} = \frac{340}{3.400} m = 0,1m.$$

iii) Η αρχική απόσταση d ισοδυναμεί με N μήκη κύματος, όπου $d=N\lambda \rightarrow$

$$N = \frac{d}{\lambda} = \frac{80m}{0,1m} = 800 \text{ μήκη κύματος.}$$

iv) Ο Α θα φτάσει τον ακίνητο παρατηρητή τη χρονική στιγμή $t = \frac{d}{v_1} = \frac{80m}{10m/s} = 8s.$

Έτσι ο Α θα ακούσει: $N_A=f_A \cdot t=3.300 \cdot 8=26.400$ μέγιστα ήχου.

Αντίστοιχα ο Β: $N_B=f_B \cdot t=3.400 \cdot 8=27.200$ μέγιστα ήχου.

Σχόλιο:

Ο Β θα ακούσει τα ίδια μέγιστα, που θα ακούσει και ο Α παρατηρητής, συν τα μέγιστα που βρίσκονται μεταξύ τους (στην απόσταση d), τη στιγμή $t=0$, αφού αυτά έχουν περάσει πια από τον Α και πρόκειται να περάσουν από τη θέση που βρίσκεται ο Β παρατηρητής. Μπορούμε δηλαδή να γράψουμε:

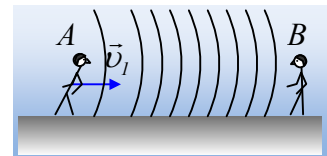
$$N_B=N_A+N=26.400+800=27.200 \text{ μέγιστα ήχου.}$$

v) Αφού ο παρατηρητής Γ φτάσει στη θέση του Β τη στιγμή $t=8s$, θα ακούσει τόσα μέγιστα όσα ακούσει και ο Β, συν τα μέγιστα που τη στιγμή $t=0$, βρίσκονταν δεξιά του Β, στην αρχική απόσταση των 50m.

Αλλά αυτά ήταν $N' = \frac{x}{\lambda} = \frac{50m}{0,1m} = 500$, οπότε ο συνολικός αριθμός των μεγίστων που θα ακούσει ο Γ

είναι $N_\Gamma=N_B+N'=27.200+500=27.700$ μέγιστα.

Αλλά τότε το τύμπανο του αυτιού του θα εκτελέσει και 27.700 ταλαντώσεις.



dmargaris@gmail.com