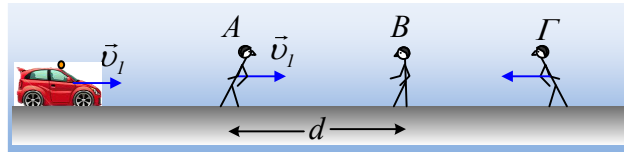


### Τρεις παρατηρητές ακούνε μια σειρήνα...



Σε έναν ευθύγραμμο δρόμο κινούνται με την ίδια σταθερή ταχύτητα  $v_l=10\text{m/s}$ , ένα όχημα το οποίο διαθέτει σειρήνα και ένας άνθρωπος A. Η σειρήνα του αυτοκινήτου εκπέμπει ήχο συχνότητας  $f_s$ . Σε μια στιγμή, έστω  $t=0$ , ο A απέχει κατά  $d=80\text{m}$ , από ακίνητο παρατηρητή B 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 A να φτάσει στον B.
  - v) Ένας τρίτος παρατηρητής Γ κινείται με μεταβλητή ταχύτητα και τη στιγμή  $t=0$ , απέχει  $50\text{m}$  από τον B. Πόσες ταλαντώσεις θα εκτελέσει το τύμπανο του αυτιού του, αν φτάσει ταυτόχρονα με τον A στη θέση που βρίσκεται ο B, 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 A, ακούει συχνότητα  $f_A$ , όπου

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

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

Αλλά τότε ο ακίνητος παρατηρητής B ακούει ήχο με συχνότητα:

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

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

iii) Η αρχική απόσταση d ισοδυναμεί με Ν 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:

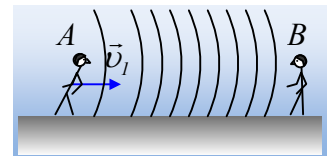
$$N_B=N_A+N=26.400+800=27.200 \text{ μέγιστα ήχου.}$$

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](mailto:dmargaris@gmail.com)