

Συχνότητα και μήκος κύματος στο φαινόμενο Doppler

Δύο αυτοκίνητα Α και Β κινούνται σε ευθύγραμμο δρόμο με την ίδια ταχύτητα $v_A=v_B=20\text{m/s}$, πλησιάζοντας προς ακίνητο παρατηρητή Γ, όπως στο σχήμα. Στο αυτοκίνητο Β έχει προσαρμοσθεί σειρήνα που παράγει ήχο συχνότητας $f_s=3200\text{Hz}$.

- Ποια η συχνότητα του ήχου που ακούει ο παρατηρητής Γ και ποια ο οδηγός του Α αυτοκινήτου (ας τον ονομάσουμε παρατηρητή Α);
- Ποια τα αντίστοιχα μήκη κύματος των δύο ήχων που ακούνε οι παρατηρητές; Δίνεται η ταχύτητα του ήχου $v=340\text{m/s}$.

Απάντηση:

- Ο ακίνητος παρατηρητής Γ ακούει ήχο συχνότητας:

$$f_{\Gamma} = \frac{v}{v - v_s} f_s \rightarrow$$

$$f_{\Gamma} = \frac{340\text{m/s}}{(340 - 20)\text{m/s}} \cdot 3200\text{Hz} = 3400\text{Hz}$$

Αντίστοιχα ο παρατηρητής Α ακούει ήχο συχνότητας:

$$f_A = \frac{v - v_A}{v - v_s} f_s \rightarrow$$

$$f_A = f_s$$

δηλαδή ενώ ο ακίνητος παρατηρητής Γ ακούει ήχο μεγαλύτερης συχνότητας, ο Α ακούει ήχο με την ίδια συχνότητα με αυτόν που παράγει η πηγή.

- Το μήκος κύματος του ήχου που εκπέμπεται από την πηγή, όταν είναι ακίνητη, είναι:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340\text{m/s}}{3200\text{Hz}} = \frac{17}{160}\text{m}$$

Το αντίστοιχο μήκος κύματος του ήχου που ακούει ο παρατηρητής Γ είναι:

$$\lambda_{\Gamma} = \lambda - v_s \cdot T_s$$

αφού η πηγή του ήχου κινείται προς αυτόν, άρα:

$$\lambda_{\Gamma} = \frac{v}{f_s} - \frac{v_s}{f_s} = \frac{340\text{m/s} - 20\text{m/s}}{3200\text{Hz}} = 0,1\text{m}$$

Ο παρατηρητής Α απομακρύνεται από την πηγή του ήχου, συνεπώς η ταχύτητα του ήχου ως προς αυτόν είναι:

$$v - v_A = \lambda_A \cdot f_A \rightarrow$$

$$\lambda_A = \frac{v - v_A}{f_A} = \frac{340\text{m/s} - 20\text{m/s}}{3200\text{Hz}} = 0,1\text{m}$$

Προσέξτε: Ενώ ο παρατηρητής Α δεν αντιλαμβάνεται μεταβολή στην συχνότητα του ήχου που ακούει, αλλά ο ήχος αυτός έχει διαφορετικό μήκος κύματος, από το μήκος κύματος του ήχου που εκπέμπει μια ακίνητη πηγή.