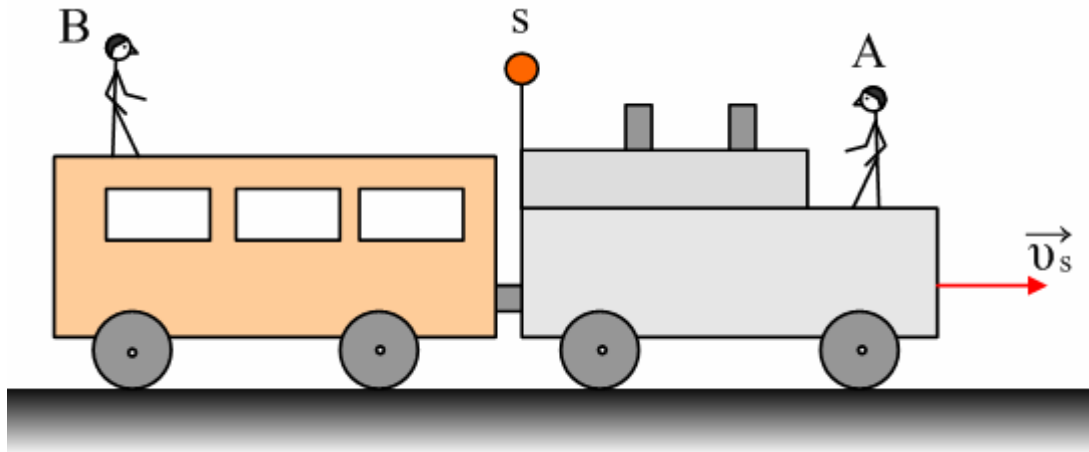


Φαινόμενο Doppler, συχνότητες και μήκη κύματος.

Ένα τρένο κινείται ευθύγραμμα με ταχύτητα $v_s=34\text{m/s}$. Πάνω του υπάρχει μια ηχητική πηγή που παράγει ήχο συχνότητας $f_s=680\text{Hz}$, ενώ δυο επιβάτες A και B βρίσκονται εναλλάξ της πηγής, όπως στο σχήμα, ακίνητοι ως προς το τρένο.



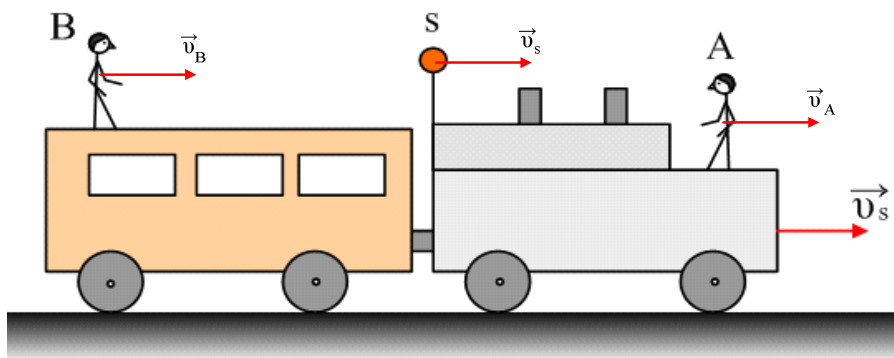
- Ποιας συχνότητας ήχο ακούει καθένας επιβάτης;
- Να βρεθεί το μήκος κύματος του ήχου που ακούνε οι δυο επιβάτες.

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

Απάντηση:

Στο σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι ταχύτητες των δυο επιβατών και της ηχητικής πηγής, όπου:

$$v_A=v_B=v_s=v_t.$$



- Ο επιβάτης A ακούει ήχο συχνότητας:

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

όπου $v_A=v_s$ αφού ο επιβάτης είναι πάνω στο τρένο και έχει την ταχύτητα του τρένου.

Έτσι:

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

Αντίστοιχα για τον επιβάτη Β θα έχουμε:

$$f_B = \frac{v + v_B}{v + v_s} f_s = \frac{v + v_s}{v + v_s} f_s = f_s$$

Παρατηρούμε δηλαδή ότι οι δυο επιβάτες ακούνε ήχους με την ίδια συχνότητα και μάλιστα ακούνε τη συχνότητα του ήχου που παράγει η πηγή, πράγμα αναμενόμενο αφού δεν υπάρχει σχετική κίνηση μεταξύ πηγής και παρατηρητών.

ii) Ο επιβάτης Α ακούει ήχο από μια πηγή που τον πλησιάζει, συνεπώς με μήκος κύματος που δίνεται από τη σχέση:

$$\lambda_A = \lambda_s - v_s T \rightarrow$$
$$\lambda_A = \frac{v}{f_s} - \frac{v_s}{f_s} = \frac{v - v_s}{f_s}$$

και με αντικατάσταση:

$$\lambda_A = \frac{340 - 34}{680} m = 0,45m$$

Αντίστοιχα ο επιβάτης Β ακούει ήχο από μια πηγή που απομακρύνεται, συνεπώς:

$$\lambda_B = \frac{v}{f_s} + \frac{v_s}{f_s} = \frac{v + v_s}{f_s}$$

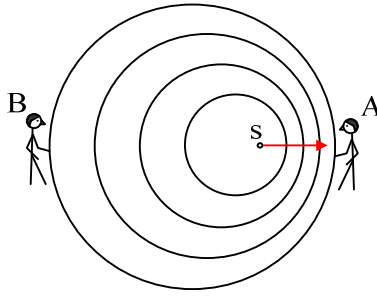
και με αντικατάσταση:

$$\lambda_B = \frac{340 + 34}{680} m = 0,55m$$

Σχόλιο.

Αφού δεν υπάρχει σχετική κίνηση μεταξύ των δύο επιβατών και της πηγής του ήχου, δεν μεταβάλλεται η συχνότητα του ήχου που ακούνε οι επιβάτες. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι οι ήχοι που ακούνε, έχουν και το ίδιο μήκος κύματος!!!

Αφού η πηγή κατευθύνεται προς τον επιβάτη Α, αυτός θα ακούει ήχο μικρότερου μήκους κύματος από το αντίστοιχο μήκος κύματος του ήχου που εκπέμπει η πηγή, ενώ το αντίστροφο ισχύει για τον Β επιβάτη. Δείτε και το παρακάτω σχήμα, όπου ανάγλυφα μπορούμε να παρατηρήσουμε τα παραπάνω.



Ναι, αλλά θα ρωτήσει κάποιος αφού η συχνότητες είναι ίσες, γιατί έχουμε διαφορετικά μήκη κύματος;

Η απάντηση κρύβεται στην ταχύτητα διάδοσης του ήχου ως προς τους δύο επιβάτες.

Η ταχύτητα αυτή για τον Α επιβάτη είναι:

$$v - v_s = \lambda_A \cdot f_s$$

Ενώ για τον Β έχουμε:

$$v + v_s = \lambda_B \cdot f_s$$

Έτσι ο επιβάτης Α ακούει ήχο μικρότερου μήκους κύματος από το μήκος κύματος του ήχου της πηγής ($\lambda_s = v/f_s = 0,5\text{m}$) ενώ ο Β ήχο με μεγαλύτερο μήκος κύματος.

dmargaris@sch.gr