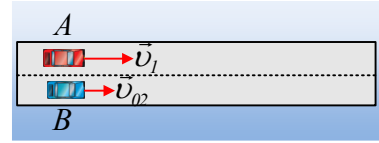


Πότε εκπέμπεται και πότε γίνεται ακουστός ο ήχος.

Σε έναν ευθύγραμμο δρόμο κινούνται παράλληλα δύο αυτοκίνητα με ταχύτητες $v_A=v_1=40\text{m/s}$ και $v_B=v_0=16\text{m/s}$ και έστω τη στιγμή $t_0=0$, τα δύο αυτοκίνητα βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο, όπως στο σχήμα. Ας θεωρήσουμε τη θέση αυτή ως $x=0$.



Τη στιγμή $t_1=11\text{s}$ το B αυτοκίνητο αποκτά σταθερή επιτάχυνση $a=2,5\text{ m/s}^2$, ενώ τη στιγμή $t_2=15\text{s}$, ο οδηγός του, αρχίζει να ακούει έναν ήχο που εκπέμπεται από την σειρήνα του A αυτοκινήτου. Η αρχική συχνότητα του ήχου που ακούει ο οδηγός B είναι $f_{0B}=3.660\text{Hz}$.

- i) Να βρεθεί η συχνότητα του ήχου που παράγει η σειρήνα του A αυτοκινήτου.
 - ii) Ποιο το μήκος κύματος του ήχου που φτάνει στον οδηγό του B αυτοκινήτου; Πώς μεταβάλλεται αυτό το μήκος κύματος, σε συνάρτηση με την ταχύτητα του αυτοκινήτου B;
 - iii) Σε ποια θέση βρίσκεται το A αυτοκίνητο, τη στιγμή που άρχισε να ηχεί η σειρήνα του;
- Δίνεται η ταχύτητα του ήχου στον ακίνητο αέρα $v=340\text{m/s}$.

Απάντηση:

- i) Τη στιγμή που φτάνει ο ήχος στο B αυτοκίνητο, αυτό κινείται με ταχύτητα $v_2=v_0+a\cdot\Delta t$ ή

$$v_2=v_0+a\cdot(t-t_1)=16\text{m/s}+2,5\cdot(15-11)\text{m/s}=26\text{m/s}.$$

Αλλά τότε η συχνότητα του ήχου που ακούει ο οδηγός του είναι:

$$f_B = \frac{v+v_2}{v+v_1} f_s \rightarrow$$

$$f_s = \frac{v+v_1}{v+v_2} f_B$$

$$f_s = \frac{340+40}{340+26} 3.660\text{Hz} = 3.800\text{Hz}$$

- ii) Η σειρήνα του A αυτοκινήτου κινείται προς τα δεξιά, συνεπώς το μήκος κύματος προς την πλευρά που ακολουθεί το B όχημα, έχει αυξημένο μήκος κύματος, σε σχέση με το μήκος κύματος που θα είχε, αν η πηγή ήταν ακίνητη:

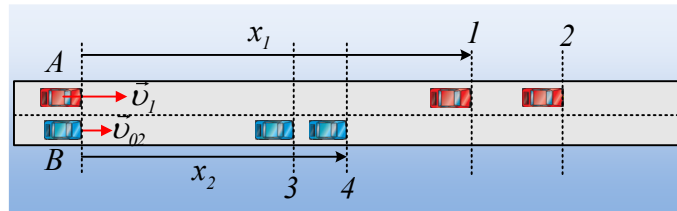
$$\lambda = \lambda_{\text{ακ}} + v_1 T_s \rightarrow$$

$$\lambda = \frac{v}{f_s} + \frac{v_1}{f_s} = \frac{v+v_1}{f_s} = \frac{340+40}{3.800} \text{m} = 0,1\text{m}$$

Αυτό το μήκος κύματος δεν εξαρτάται από την ταχύτητα του παρατηρητή, στην περίπτωση μας από την ταχύτητα που έχει ο οδηγός του B αυτοκινήτου.

- iii) Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι θέσεις των δύο οχημάτων, όπου 1 η θέση του A τη στιγμή που αρχίζει να εκπέμπει η σειρήνα του, τη χρονική στιγμή t' και 2 η θέση του τη στιγμή t_2 . Αντίστοιχα το B όχημα τη στιγμή t' βρίσκεται στη θέση 3 και τη στιγμή t_2 που φτάνει σε αυτό ο

ήχος, έχει φτάσει στη θέση 4.



Για τις μετατοπίσεις των δύο αυτοκινήτων έχουμε:

$$x_1 = v_1 t'$$

$$x_2 = v_{02} \cdot t_1 + x'_2 = v_{02} t_1 + \left(v_{02} (t_2 - t_1) + \frac{1}{2} a (t_2 - t_1)^2 \right) = v_{02} t_2 + \frac{1}{2} a (t_2 - t_1)^2$$

Εξάλλου ο ήχος που παράγεται από τη σειρήνα τη στιγμή t' στη θέση 1, θα φτάσει στον οδηγό του Β οχήματος στη θέση 4, διανύοντας απόσταση $s = v \cdot (t_2 - t')$. Αλλά με βάση το σχήμα:

$$s + x_2 = x_1 \quad \text{ή}$$

$$v(t_2 - t') + v_{02} t_2 + \frac{1}{2} a (t_2 - t_1)^2 = v_1 t' \rightarrow$$

$$340(15 - t') + 16 \cdot 15 + \frac{1}{2} 2,5 \cdot 4^2 = 40 t' \rightarrow$$

$$5.100 - 340 t' + 240 + 20 = 40 t' \rightarrow t' \approx 14,1s$$

Αλλά τότε το Α αυτοκίνητο, τη στιγμή που αρχίζει να ηχεί η σειρήνα του, βρίσκεται στη θέση:

$$x_1 = v_1 t' = 40 \cdot 14,1m = 564m$$

Απέχει δηλαδή 564m από τη θέση που προσπέρασε το Β αυτοκίνητο.

dmargaris@gmail.com