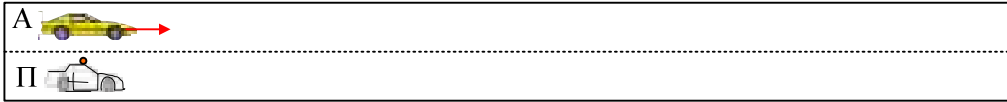


Φαινόμενο Doppler και κινήσεις.



Ένα αυτοκίνητο Α κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο με σταθερή ταχύτητα $v_A=20\text{m/s}$ περνώντας μπροστά από ένα ακίνητο περιπολικό της αστυνομίας τη στιγμή $t_0=0$. Τη στιγμή $t_1=27\text{s}$ το περιπολικό βάζει σε λειτουργία την σειρήνα του και ταυτόχρονα ξεκινά να κινείται με σταθερή επιτάχυνση $a=2\text{m/s}^2$, ακολουθώντας το αυτοκίνητο Α. Η αρχική συχνότητα που ακούει ο οδηγός του αυτοκινήτου είναι 6400Hz και η τελική 6800Hz .

Πόσο απέχουν τα δύο οχήματα την χρονική στιγμή που:

- σταματά να ηχεί η σειρήνα.
- παύει να ακούει ήχο ο οδηγός του Α οχήματος.

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

Απάντηση:

Τη στιγμή που ξεκινά να παράγει ήχο η σειρήνα, με συχνότητα f_s , η ταχύτητα του περιπολικού είναι μηδενική. Όταν λοιπόν αυτός ο ήχος φτάσει στον παρατηρητή Α (ο οδηγός του αυτοκινήτου), αυτός θα ακούσει ήχο συχνότητας:

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

όπου v η ταχύτητα του ήχου.

Λύνοντας ως προς f_s παίρνουμε:

$$f_s = \frac{v}{v - v_A} f_A = \frac{340\text{m/s}}{(340 - 20)\text{m/s}} \cdot 6400\text{Hz} = 6800\text{Hz}$$

Τη στιγμή που σταματά να εκπέμπει ήχο η σειρήνα, το περιπολικό έχει ταχύτητα v_s . Συνεπώς με βάση την τελική συχνότητα που θα ακούσει ο παρατηρητής Α, μπορούμε να υπολογίσουμε την ταχύτητα του περιπολικού:

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

$$v_s = v_A = 20\text{m/s}.$$

Η κίνηση όμως του περιπολικού είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη για την οποία έχουμε:

$$v_s = a \cdot \Delta t \rightarrow$$

$$\Delta t = \frac{v_s}{a} = \frac{20\text{m/s}}{2\text{m/s}^2} = 10\text{s}$$

Η σειρήνα δηλαδή ήχησε για χρονικό διάστημα 10s, συνεπώς μέχρι την χρονική στιγμή $t_2=t_1+\Delta t=37s$.

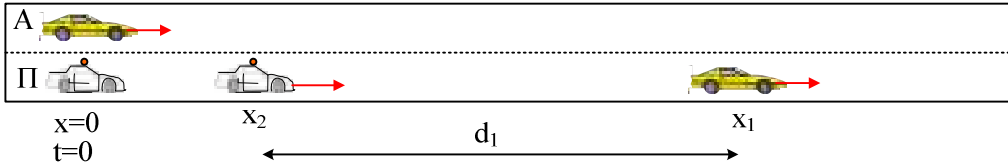
- i) Ας πάρουμε την αρχική θέση των δύο οχημάτων, σαν $x_0=0$. Τη στιγμή που σταματά η σειρήνα, το κινητό Α έχει μετατοπισθεί κατά:

$$x_1 = v_A \cdot t = 20\text{m/s} \cdot 37\text{s} = 740\text{m}$$

Ενώ το περιπολικό βρίσκεται στη θέση:

$$x_2 = \frac{1}{2} a \cdot \Delta t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^2 \text{ m} = 100\text{m}.$$

Συνεπώς η ζητούμενη απόσταση είναι $d_1=x_1-x_2=640\text{m}$.



- ii) Τη στιγμή που φεύγει από την σειρήνα ο τελευταίος κυματοπαλμός του ήχου, το περιπολικό βρίσκεται στη θέση x_2 , ο ήχος θα κινηθεί με σταθερή ταχύτητα και μετά από χρονικό διάστημα Δt_2 θα φτάσει στο αντί του οδηγού του Α οχήματος.

Στο διάστημα αυτό ο ήχος θα διανύσει απόσταση:

$$s = v \cdot \Delta t_2$$

ενώ αντίστοιχα το αυτοκίνητο Α θα μετατοπισθεί κατά:

$$\Delta x_1 = v_A \cdot \Delta t_2.$$

Αλλά $s=d_1+\Delta x_2 \rightarrow$

$$v \cdot \Delta t_2 = d_1 + v_A \cdot \Delta t_2 \rightarrow$$

$$\Delta t_2 = \frac{d_1}{v - v_A} = \frac{640}{340 - 20} \text{ s} = 2\text{s}$$

Δηλαδή χρειάστηκε 2 δευτερόλεπτα για να φτάσει ο τελευταίος ήχος στον παρατηρητή Α.

Σε αυτό το χρονικό διάστημα το όχημα Α μετατοπίζεται κατά:

$$\Delta x_1 = v_A \cdot \Delta t_2 = 40\text{m}$$

Ενώ το περιπολικό κατά

$$\Delta x_2 = v_0 \cdot \Delta t_2 + \frac{1}{2} a \cdot \Delta t^2 \rightarrow$$

$$\Delta x_2 = 20\text{m/s} \cdot 2\text{s} + \frac{1}{2} \cdot 2\text{m/s}^2 \cdot 2^2\text{s}^2 = 44\text{m}$$

Κατά συνέπεια η απόσταση των δύο οχημάτων είναι:

$$d_2 = d_1 + \Delta x_1 - \Delta x_2 = 640\text{m} + 40\text{m} - 44\text{m} = 636\text{m}.$$

