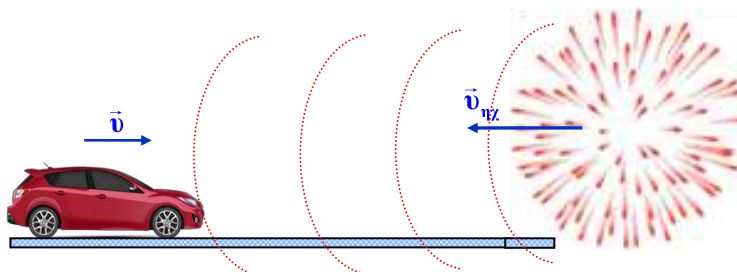


Κίνηση και σταθερή περίοδος λήψης των ήχων από διαδοχικές εκρήξεις

Ένα αυτοκίνητο κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο και πλησιάζει με σταθερή ταχύτητα $\vec{v}$ προς μια πλατεία. Στην πλατεία γίνεται κάποια τελετή και εκρήγνυνται πυροτεχνήματα ανά ίσα χρονικά διαστήματα Δt .



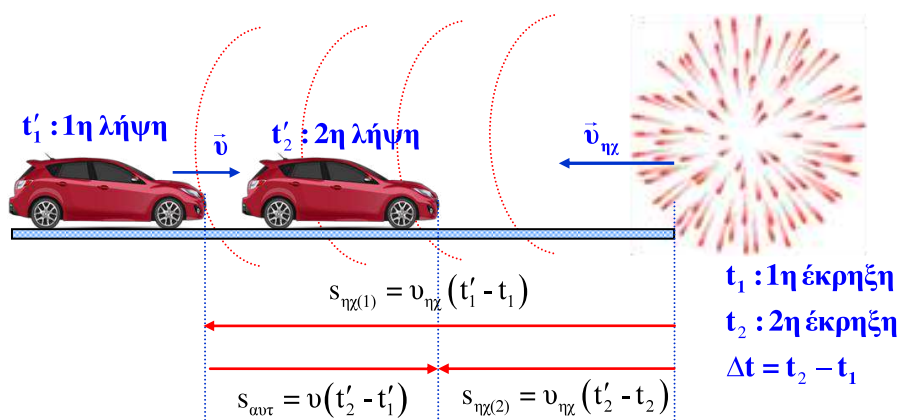
α. Εξηγήστε ότι ο οδηγός του αυτοκινήτου ακούει του ήχους των εκρήξεων ανά ίσα χρονικά διαστήματα $\Delta t'$.

β. Αν οι εκρήξεις γίνονται κάθε 3s και ο οδηγός του αυτοκινήτου ακούει τους ήχους των εκρήξεων κάθε 2,8s να βρείτε την ταχύτητα του αυτοκινήτου.

Δίνεται ότι ο ήχος των εκρήξεων διαδίδεται με ταχύτητα σταθερού μέτρου $v_{\text{ηχ}} = 336\text{m/s}$.

Απάντηση

Απάντηση



α. Κάποια στιγμή t_1 γίνεται κάποια έκρηξη στην πλατεία και ο ήχος λαμβάνεται από τον οδηγό του αυτοκινήτου τη χρονική στιγμή t'_1 . Στο χρονικό διάστημα που μεσολάβησε από την έκρηξη μέχρι την λήψη ο ήχος διήνυσε διάστημα $s_{\eta\chi(1)} = v_{\eta\chi}(t'_1 - t_1)$ (1).

Η επόμενη έκρηξη γίνεται την χρονική στιγμή t_2 με $t_2 = t_1 + \Delta t$ ή $\Delta t = t_2 - t_1$ (2) και ο ήχος της νέας αυτής έκρηξης λαμβάνεται από τον οδηγό του αυτοκινήτου τη χρονική στιγμή t'_2 με $t'_2 = t'_1 + \Delta t'$ ή $\Delta t' = t'_2 - t'_1$ (3).

Στο χρονικό διάστημα που μεσολάβησε από την 2^η έκρηξη μέχρι την 2^η αντίστοιχη λήψη ο ήχος διήνυσε διάστημα $s_{\eta\chi(2)} = v_{\eta\chi}(t'_2 - t_2)$ (4). Στο χρονικό δε διάστημα $\Delta t' = t'_2 - t'_1$ που μεσολάβησε μεταξύ των δύο ανωτέρω διαδοχικών λήψεων το αυτοκίνητο διήνυσε διάστημα $s_{\alpha\upsilon\tau} = v(t'_2 - t'_1)$ (5).

Από το σχήμα φαίνεται ότι $s_{\alpha\upsilon\tau} + s_{\eta\chi(2)} = s_{\eta\chi(1)} \xrightarrow{(1,4,5)} v(t'_2 - t'_1) + v_{\eta\chi}(t'_2 - t_2) = v_{\eta\chi}(t'_1 - t_1)$
 $\Rightarrow v(t'_2 - t'_1) = -v_{\eta\chi}(t'_2 - t_2) + v_{\eta\chi}(t'_1 - t_1) \Rightarrow v(t'_2 - t'_1) = v_{\eta\chi}(-t'_2 + t_2 + t'_1 - t_1) \Rightarrow$
 $v(t'_2 - t'_1) = -v_{\eta\chi}(t'_2 - t_1) + v_{\eta\chi}(t_1 - t_1) \xrightarrow{(2,3)} v\Delta t' = -v_{\eta\chi}\Delta t' + v_{\eta\chi}\Delta t \Rightarrow (v + v_{\eta\chi})\Delta t' = v_{\eta\chi}\Delta t$ ή

$$\Delta t' = \frac{v_{\eta\chi}}{v + v_{\eta\chi}} \Delta t.$$

Η σχέση αυτή δηλώνει ότι ο χρόνος δύο διαδοχικών λήψεων είναι σταθερός [εφόσον ο χρόνος δύο διαδοχικών εκπομπών είναι σταθερός], ανεξάρτητος της των χρονικών στιγμών εκπομπής και ανεξάρτητος των θέσεων του αυτοκινήτου τις στιγμές αυτές.

β. Από την προηγούμενη σχέση $\Delta t' = \frac{v_{\eta\chi}}{v + v_{\eta\chi}} \Delta t$ έχουμε $v\Delta t' + v_{\eta\chi}\Delta t' = v_{\eta\chi}\Delta t \Rightarrow$

$$v = v_{\eta\chi} \frac{\Delta t - \Delta t'}{\Delta t'} \xrightarrow{\text{S.I}} v = 336 \frac{\text{m}}{\text{s}} \frac{3\text{s} - 2,8\text{s}}{2,8\text{s}} \Rightarrow v = 24 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

... και με Doppler ...

$$\text{Αν } f_s = \frac{1}{\Delta t_s} = \frac{1}{\Delta t} \text{ η συχνότητα εκπομπής του ήχου από τα πυροτεχνήματα και } f_A = \frac{1}{\Delta t_A} = \frac{1}{\Delta t'}$$

η συχνότητα λήψης από τον παρατηρητή –οδηγό του αυτοκινήτου σύμφωνα με την σχέση

Doppler έχουμε $f_A = \frac{v_{\eta\lambda} + v}{v_{\eta\lambda}} f_s \Rightarrow \frac{1}{\Delta t'} = \frac{v_{\eta\lambda} + v}{v_{\eta\lambda}} \frac{1}{\Delta t} \Rightarrow (v_{\eta\lambda} + v) \Delta t' = v_{\eta\lambda} \Delta t \Rightarrow \Delta t' = \frac{v_{\eta\lambda}}{v_{\eta\lambda} + v} \Delta t$