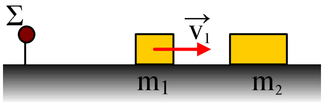
Κρούση και Doppler



Σώμα μάζας m_1 κινούμενο οριζόντια με ταχύτητα μέτρου v_1=15m/s συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με άλλο σώμα μάζας m_2 που είναι αρχικά ακίνητο. Τα δύο σώματα φέρουν ανιχνευτές συχνοτήτων, αμελητέας μάζας. Σε σημείο Σ όπως στο σχήμα, υπάρχει ακίνητη ηχητική πηγή, που εκπέμπει συνεχώς ήχο, σταθερής συχνότητας f_s =1700Hz.

Η ταχύτητα του ήχου στον ακίνητο αέρα είναι v=340 m/s.

Αν το σώμα m_1 χάνει κατά την κρούση το 64% της κινητικής του ενέργειας κινούμενο αντίρροπα σε σχέση με την αρχική φορά κίνησής του, να βρεθούν:

i) ο λόγος των μαζών m_1/m_2

ii) οι συχνότητες που καταγράφουν οι ανιχνευτές αμέσως μετά την κρούση

iii) αν μετά την κρούση κάθε σώμα παρουσιάζει τριβή ολίσθησης με το οριζόντιο επίπεδο, με συντελεστή μ=0,1, να προσδιορίσετε τη χρονική στιγμή κατά τη διάρκεια της κίνησης των δύο σωμάτων, όπου ο ανιχνευτής του σώματος m_1 καταγράφει συχνότητα κατά 25Hz μεγαλύτερη της αντίστοιχης του ανιχνευτή του σώματος μάζας m_2.

Να θεωρήσετε, ότι οι ανιχνευτές δεν καταστρέφονται κατά την κρούση. Το σώμα μάζας m_1 κατά την κίνησή του δεν συναντά την πηγή.

Δίνεται g=10m/s^2.

Απάντηση:

i) Το σώμα μάζας m_1 διατηρεί το 36% της κινητικής του ενέργειας, αλλά τότε:

$$\frac{1}{2}m_1v_1'^2=\frac{36}{100}\frac{1}{2}m_1v_1^2 \rightarrow |v_1'|=0,6|v_1|$$

συνεπώς v_1'= -0,6v_1= -9m/s.

Από τον τύπο $v_1'=\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\cdot v_1$ προκύπτει τελικά $\frac{m_1}{m_2}=\frac{1}{4}$

ii) Από την κρούση έχουμε: $v_2'=\frac{2m_1}{m_1+m_2}\cdot v_1=\frac{2m_1}{m_1+4m_1}\cdot 15m/s=6m/s$

Οπότε για τις συχνότητες έχουμε:

$$f_1=\frac{v+v_1'}{v}\cdot f_s=\frac{340+9}{340}\cdot 1700Hz=1745Hz$$

$$f_2=\frac{v-v_2'}{v}\cdot f_s=\frac{340-6}{340}\cdot 1700Hz=1670Hz$$

iii) Για το σώμα μάζας m_1 μετά την κρούση ισχύει:

$$v_1''=v_1'-\alpha t \text{ όπου } \alpha=\mu\cdot g=1m/s^2$$

Αντίστοιχα για το σώμα μάζας m_2

$$v_2''=v_2'-\alpha t \text{ με } \alpha=1m/s^2$$

Συνεπώς :

$$f_1' = \frac{v + v' - at}{v} \cdot f_s = \frac{340 + 9 - t}{340} \cdot 1700 = 1745 - 5t \quad \text{με } t \le \frac{v_1'}{a_1} \text{ ή } t \le 9s$$

$$f_2 = \frac{v - (v_2' - at)}{v} \cdot f_s = \frac{340 - 6 + at}{340} \cdot 1700 Hz = 1670 + 5t \quad \text{με } t \le \frac{v_2'}{a_2} \text{ ή } t \le 6s$$

θέλουμε $f_1' = f_2' + 25 \rightarrow$

$1745 - 5t = 1670 + 5t + 25 \rightarrow$

$50 = 10t$ ή

$t = 5s$

Λύση συμβατή με τους ολικούς χρόνους κίνησης

Υλικό Φυσικής - Χημείας.
Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους....

Επιμέλεια

Ζωνιόπουλος Θωμάς