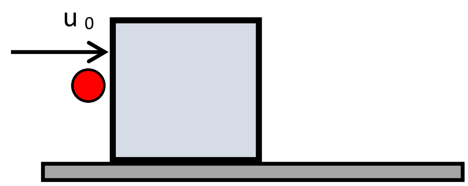
ΘΕΜΑΤΑΚΙΑ ΜΕ ΒΛΗΜΑ-ΣΩΜΑ (ΜΕ ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ 1 ΣΤΟ ΤΕΛΟΣ)

Παράδειγμα 1

Ομογενές σώμα μάζας M=0,9Kg είναι ακίνητο πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Το σώμα έχει σχήμα κύβου πλευράς α=0,2m. Βλήμα μάζας m=0,1Kg και οριζόντιας ταχύτητας μέτρου u_0 σφηνώνεται στο σώμα σε χρονικό διάστημα $t_1 = 6 \cdot 10^{-3}$ s. Το βλήμα ακινητοποιείται ως προς το σώμα ,στο κέντρο του σώματος. Θεωρούμε το βλήμα χωρίς διαστάσεις και τη δύναμη μεταξύ βλήματος –σώματος σταθερού μέτρου, ίσου με τη μέση τιμή του μέτρου της δύναμης μεταξύ τους.



Να βρείτε

α) Το μέτρο της ταχύτητας V του συσσωματώματος

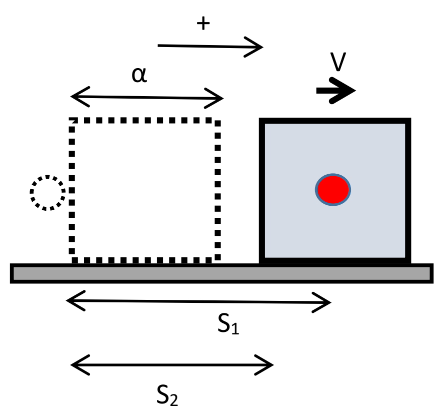
β) Το μέτρο της ταχύτητας u_0

γ) Το μέτρο της μέσης δύναμης που ασκείται μεταξύ των σωμάτων.

δ) Τη θερμότητα που εκλύεται κατά τη διάρκεια του φαινομένου.

Απάντηση.

Εφαρμόζουμε την ΑΔΟ μεταξύ των στιγμών εισόδου-ακινητοποίησης του βλήματος στο σώμα. Θεωρούμε θετική φορά προς τα δεξιά.



$p_{(πριν)} = p_{(μετά)} \Rightarrow mu_0 = (m + M)V \Rightarrow 0{,}1u_0 = V$ (1)

α)

Το διάστημα που διανύει το βλήμα σε χρόνο t_1 είναι.

$S_1 = u_0 t_1 - \frac{1}{2} α_1 t_1^2$ (2)

Το διάστημα που διανύει το σώμα σε χρόνο t_1 είναι.

$S_2 = \frac{1}{2} α_2 t_1^2$ (3)

Από (2),(3) => $S_1 - S_2 = u_0 t_1 - \frac{1}{2} α_1 t_1^2 - \frac{1}{2} α_2 t_1^2 \Rightarrow 0{,}1 = u_0 t_1 - (\frac{1}{2} α_1 t_1^2 + \frac{1}{2} α_2 t_1^2)$ (4)

Έστω ότι η μέση τιμή του μέτρου της δύναμης που ασκείται μεταξύ των σωμάτων στο χρονικό διάστημα t_1 είναι $\bar{F}$. Το μέτρο της επιτάχυνσης $α_1$ είναι $α_1 = \frac{\bar{F}}{m} = \frac{\bar{F}}{0{,}1}$ και το μέτρο της επιτάχυνσης

α_2 είναι $\alpha_2 = \frac{\bar{F}}{M} = \frac{\bar{F}}{0,9}$. Άρα $\alpha_1 = 9\alpha_2$ (5)

Από (4),(5) => $0,1 = u_0 t_1 - (\frac{1}{2}\alpha_2 t_1^2 + \frac{1}{2} 9 \alpha_2 t_1^2)$ => $0,1 = u_0 t_1 - 5 \alpha_2 t_1^2$ =>

$0,1 = (u_0 - 5 \alpha_2 t_1) t_1$ => (6)

Η μέση τιμή του μέτρου της δύναμης που ασκείται από το βλήμα στο σώμα είναι $\bar{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ =>

$\bar{F} = \frac{MV}{t_1}$ => $\frac{\bar{F}}{M} = \frac{V}{t_1}$ => $\alpha_2 = \frac{V}{t_1}$ $V = \alpha_2 t_1$

(ή απευθείας λόγω της ομαλά επιταχυνόμενης του M $V = \alpha_2 t_1$) (7)

Από (1),(6),(7) => $0,1 = (\frac{V}{0,1} - 5V) t_1$ => $0,1 = (10V - 5V)\ 4 \cdot 10^{-3}$ =>

$20V = 100$ => $V = 5m/s$

β)

Από τη σχέση (1) => $0,1u_0 = 5$ => $u_0 = 50m/s$

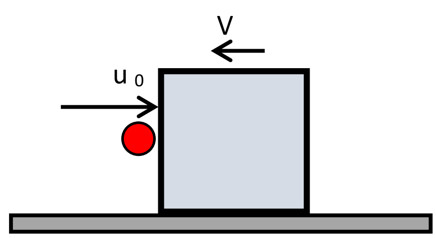
γ)

$\bar{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ => $\bar{F} = \frac{MV}{t_1}$ => $\bar{F} = \frac{0.9 \cdot 5}{4 \cdot 10^{-3}}$ => $\bar{F} = \frac{4,5}{4 \cdot 10^{-3}}$ => $\bar{F} = 1125$ N

δ)

$Q = \frac{1}{2} m u_0^2 - \frac{1}{2}(m + M) V^2$ => $Q = \frac{1}{2} 0,1 \cdot 50^2 - \frac{1}{2}\ 5^2$ => Q= 112,5J

Εφαρμογή 1



Ομογενές σώμα μάζας M=0,9Kg κινείται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο με σταθερή ταχύτητα μέτρου V προς τα αριστερά. Το σώμα έχει σχήμα κύβου πλευράς α=0,15m. Βλήμα μάζας m=0,1Kg και οριζόντιας ταχύτητας μέτρου u_0 προς τα δεξιά , σφηνώνεται στο σώμα σε χρονικό διάστημα $t_1 = 3 \cdot 10^{-3}$ s και το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται. Το βλήμα διανύει την απόσταση α=0,15m μέσα στο σώμα, μέχρι να ακινητοποιηθεί. Θεωρούμε το βλήμα χωρίς διαστάσεις και τη δύναμη μεταξύ βλήματος – σώματος σταθερού μέτρου, ίσου με τη μέση τιμή του μέτρου της δύναμης μεταξύ τους.

Να βρείτε

α) Το μέτρο της ταχύτητας V του συσσωματώματος (Απ. V=10m/s)

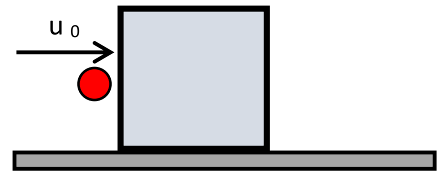
β) Το μέτρο της ταχύτητας u_0 (Απ. u_0 =90m/s)

γ) Το μέτρο της μέσης δύναμης που ασκείται μεταξύ των σωμάτων. (Απ.$\bar{F} = 3000$ N)

δ) Τη θερμότητα που εκλύεται κατά τη διάρκεια του φαινομένου. (Απ. Q= 450J)

Παράδειγμα 2

Ομογενές σώμα μάζας M=4,5Kg είναι ακίνητο πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Το σώμα έχει σχήμα κύβου πλευράς α=0,2m. Βλήμα όλμου μάζας m=0,5m και οριζόντιας ταχύτητας μέτρου u_0 =50m/s διαπερνάει οριζόντια το σώμα και βγαίνει από αυτό με ταχύτητα μέτρου u ,σε χρονικό διάστημα $t_1 = 6 \cdot 10^{-3}$ s. Θεωρούμε το βλήμα χωρίς διαστάσεις και τη δύναμη μεταξύ βλήματος –σώματος σταθερού μέτρου, ίσου με τη μέση τιμή του μέτρου της δύναμης μεταξύ τους.



Να βρείτε

α) Το μέτρο της ταχύτητας V του σώματος τη στιγμή που εξέρχεται το βλήμα από το σώμα.

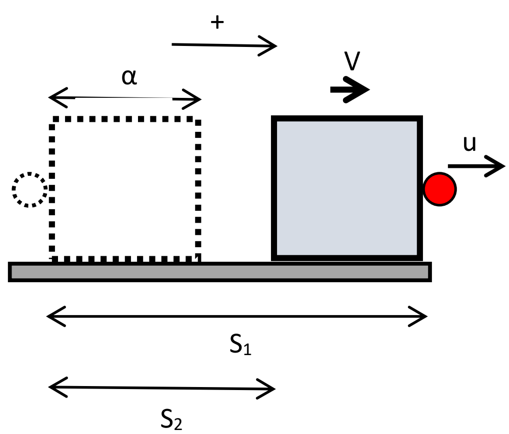
β) Το μέτρο της ταχύτητας u

γ) Το μέτρο της μέσης δύναμης που ασκείται μεταξύ των σωμάτων.

δ) Τη θερμότητα που εκλύεται κατά τη διέλευση του βλήματος από το σώμα.

Απάντηση.

Εφαρμόζουμε την ΑΔΟ μεταξύ των στιγμών εισόδου-εξόδου του βλήματος. Θεωρούμε θετική φορά προς τα δεξιά.



$p_{(\pi\rho\iota\nu)} = p_{(\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha})}$ => $mu_0 = mu + MV$ => 25=0,5u+4,5V (1)

α)

Το διάστημα που διανύει το βλήμα σε χρόνο t_1 είναι.

$S_1 = u_0\, t_1 - \frac{1}{2}\alpha_1 t_1^2 \Rightarrow S_1 = 50t_1 - \frac{1}{2}\alpha_1 t_1^2$ (2)

Το διάστημα που διανύει το σώμα σε χρόνο t_1 είναι.

$S_2 = \frac{1}{2}\alpha_2 t_1^2$ (3)

Από (2),(3) => $S_1 - S_2 = 50t_1 - \frac{1}{2}\alpha_1 t_1^2 - \frac{1}{2}\alpha_2 t_1^2$ => $0{,}2 = 50t_1 - (\frac{1}{2}\alpha_1 t_1^2 + \frac{1}{2}\alpha_2 t_1^2)$ (4)

Έστω ότι η μέση τιμή του μέτρου της δύναμης που ασκείται μεταξύ των σωμάτων στο χρονικό διάστημα t_1 είναι $\bar{F}$. Το μέτρο της επιτάχυνσης $α_1$ είναι $α_1 = \frac{\bar{F}}{m} = \frac{\bar{F}}{0,5}$ και το μέτρο της επιτάχυνσης $α_2$ είναι $α_2 = \frac{\bar{F}}{M} = \frac{\bar{F}}{4,5}$. Άρα $α_1 = 9α_2$ (5)

Από (4),(5) => $0,2 = 50t_1 – (\frac{1}{2} α_2 t_1^2 + \frac{1}{2} 9 α_2 t_1^2)$ => $0,2 = 50t_1 – 5 α_2 t_1^2$ =>

$0,2 = (50 – 5 α_2 t_1)t_1$ => (6)

Η μέση τιμή του μέτρου της δύναμης που ασκείται από το βλήμα στο σώμα είναι $\bar{F}_. = \frac{Δp}{Δt}$ =>

$\bar{F}_. = \frac{MV}{t_1}$ => $\frac{\bar{F}}{M} = \frac{V}{t_1}$ => $α_2 = \frac{V}{t_1}$ $V = α_2 t_1$ (7)

Από (6),(7) $0,2 = (50 – 5 V)t_1$ => $0,2 = (50 – 5 V)\ 6 \cdot 10^{-3}$ => $\frac{100}{3} = 50 - 5V$ =>

$5V = \frac{150}{3} - \frac{100}{3}$ => $5V = \frac{50}{3}$ => $V = \frac{10}{3}$ m/s

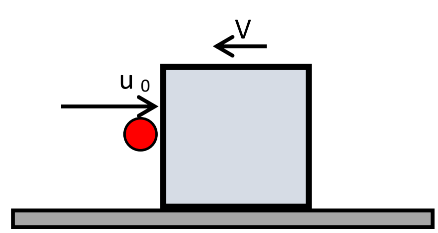
β) Από τη σχέση (1) => *25=0,5u+4,5* $\cdot \frac{10}{3}$ => *25*=0,5u+ 15 => 0,5u = 10 => u= 20m/s.

γ) $\bar{F}_. = \frac{Δp}{Δt}$ => $\bar{F}_. = \frac{MV}{t_1}$ => $\bar{F}_. = \frac{4,5 \cdot \frac{10}{3}}{6 \cdot 10^{-3}}$ => $\bar{F}_. = 2500$ N

δ) $Q = \frac{1}{2} m u_0^2 - \frac{1}{2} m u^2 - \frac{1}{2} M V^2$ => $Q = \frac{1}{2} 0,5 \cdot 50^2 - \frac{1}{2} 0,5 \cdot 20^2 - \frac{1}{2} 4,5 (\frac{10}{3})^2$ =>

Q= 500J

Εφαρμογή 2



Ομογενές σώμα μάζας M=4,5Kg κινείται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο με σταθερή ταχύτητα μέτρου V προς τα αριστερά. Το σώμα έχει σχήμα κύβου πλευράς α=0,22m. Βλήμα όλμου μάζας m=0,5m και οριζόντιας ταχύτητας μέτρου u_0 =50m/s προς τα δεξιά ,διαπερνάει οριζόντια το σώμα και βγαίνει από αυτό με ταχύτητα μέτρου u ,σε χρονικό διάστημα $t_1 = 6 \cdot 10^{-3}$ s. Το σώμα ακινητοποιείται τη στιγμή που το βλήμα εξέρχεται από αυτό. Θεωρούμε το βλήμα χωρίς διαστάσεις και τη δύναμη μεταξύ βλήματος – σώματος σταθερού μέτρου, ίσου με τη μέση τιμή του μέτρου της δύναμης μεταξύ τους.

Να βρείτε

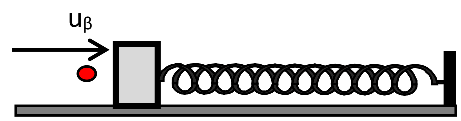
α) Το μέτρο της ταχύτητας V του σώματος. (Απ. $V = \frac{10}{3}$ m/s)

β) Το μέτρο της ταχύτητας u (Απ. u= 20m/s.)

γ) Το μέτρο της μέσης δύναμης που ασκείται μεταξύ των σωμάτων. (Απ. $\bar{F}_. = 2500$ N) δ) Τη θερμότητα που εκλύεται κατά τη διέλευση του βλήματος από το σώμα.(Απ. Q= 550J)

Παράδειγμα 3

Το σώμα μάζας M=0,9 Kg είναι ακίνητο πάνω σε μη λείο οριζόντιο επίπεδο και συνδέεται με το άκρο του οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς k=80N/m. Το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος και το άλλο του άκρο συνδέεται με τοίχο. Βλήμα μάζας m=0,1Kg με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $u_β$ = 100m/s σφηνώνεται ακαριαία στο σώμα. Ο συντελεστής τριβής μεταξύ σώματος-επιπέδου είναι μ=1.



Να βρείτε

α) Την συσπείρωση του ελατηρίου όταν η ταχύτητα του συσσωματώματος μηδενιστεί για πρώτη φορά.

β) Τον αριθμό των μηδενισμών της ταχύτητας του συσσωματώματος πριν ακινητοποιηθεί.

γ) Το διάστημα που διανύει το συσσωμάτωμα από την αρχή της κίνησής του μέχρι να ακινητοποιηθεί

δ) Τη θερμότητα που εκλύεται κατά την κρούση του βλήματος με το σώμα και τη θερμότητα που εκλύεται λόγω της τριβής ολίσθησης.

Απάντηση

α) Εφαρμόζουμε την ΑΔΟ για τη πλαστική κρούση (Σχ.1) $mu_β = (m+M)\,V_κ$ =>

$0,1 \cdot 100 = V_κ$ => $V_κ = 10m/s$

Στη θέση x_1 μηδενίζεται για πρώτη φορά η ταχύτητα του συσσωματώματος. (Σχ. 2)

Εφαρμόζουμε το ΘΜΚΕ από Φ.Μ. μέχρι x_1.

$.ΔK = ΣW$ => $0 - \frac{1}{2}(m + M)\,V_κ^2 = W_{Fελ.} + W_{Tολ.}$

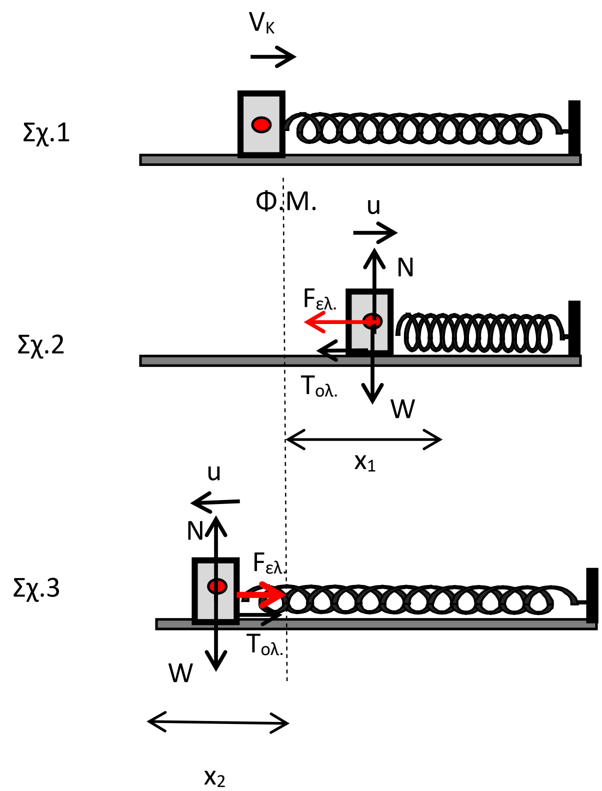
=> $-\frac{1}{2}\,10^2 = U_{(ελ.αρχ)} - U_{(ελ.τελ)} + W_{(Tολ)}$ =>

$-50 = 0 - \frac{1}{2}kx_1^2 - T_{ολ.}\,x_1$ =>

$-50 = -40x_1^2 - μN\,x_1$ => $40x_1^2 + 10x_1 - 50 = 0$

=> $4x_1^2 + x_1 - 5 = 0$ Λύνουμε την εξίσωση

$Δ = 1 + 4 \cdot 4 \cdot 5 = 81$, $x_{1(1,2)} = \frac{-1 \pm \sqrt{81}}{8}$ =>



$x_{1(1,2)} = \frac{-1\pm 9}{8}$ => $x_{1(1)} = 1$, $x_{1(2)} = -5/4$ (απορ.)

β) Στη θέση x_2 μηδενίζεται για δεύτερη φορά η ταχύτητα του συσσωματώματος. Εφαρμόζουμε το ΘΜΚΕ από x_1 μέχρι x_2.

$\Delta K = \Sigma W$ => $0 - 0 = W_{F\varepsilon\lambda.} + W_{T o\lambda.}$ => $0 = \frac{1}{2} k x_1^2 - \frac{1}{2} k x_2^2 - T_{o\lambda}(x_1 + x_2)$ =>

$0 = 40x_1^2 - 40x_2^2 - 10(x_1 + x_2)$ => $40x_1^2 - 40x_2^2 = 10(x_1 + x_2)$ =>

$40(x_1^2 - x_2^2) = 10(x_1 + x_2)$ => $40(x_1 - x_2)(x_1 + x_2) = 10(x_1 + x_2)$ =>

$40(x_1 - x_2) = 10$ => $x_1 - x_2 = \frac{1}{4}$ => $x_2 = x_1 - \frac{1}{4}$ => $x_2 = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$ m

Στη θέση x_3 μηδενίζεται για τρίτη φορά η ταχύτητα του συσσωματώματος. Εφαρμόζοντας το ΘΜΚΕ από x_2 μέχρι x_3 καταλήγουμε σε ανάλογη σχέση $x_3 = x_2 - \frac{1}{4}$ ή $x_3 = x_1 - \frac{1}{4} - \frac{1}{4}$ ή

$x_3 = x_1 - 2\cdot \frac{1}{4}$ ή $x_3 = 1 - (3-1)\cdot \frac{1}{4}$

Άρα για τη ν-στη φορά που θα μηδενιστεί η ταχύτητα θα ισχύει : $x_\nu = 1 - (\nu-1)\cdot \frac{1}{4}$

Για να ακινητοποιηθεί το συσσωμάτωμα τη ν-στη φορά θα πρέπει η δύναμη του ελατηρίου λόγω της παραμόρφωσής του x_ν, να είναι μικρότερη ή ίση της οριακής στατικής τριβής.

$F_{\varepsilon\lambda.(x\nu)} \le T_{\sigma\tau.o\rho.}$ => $k\, x_\nu \le \mu(m+M)\, g$ => $80\,[1 - (\nu-1)\cdot \frac{1}{4}] \le 10$ => $1 - (\nu-1)\cdot \frac{1}{4} \le \frac{1}{8}$

=> $1 - (\nu-1)\cdot \frac{1}{4} \le \frac{1}{8}$ => $8 - 2(\nu-1) \le 1$ => $8 - 2\nu + 2 \le 1$ => $2\nu \ge 9$ => $\nu \ge 4{,}5$

Και επειδή ν ακέραιος ν=5. Άρα $x_\nu = 1 - (5-1)\cdot \frac{1}{4}$ => $x_\nu = 1 - 4\cdot \frac{1}{4}$ => $x_\nu = 0$.

Δηλαδή θα ακινητοποιηθεί το σώμα στη θέση του φυσικού μήκους του ελατηρίου , την πέμπτη φορά μηδενισμού της ταχύτητάς του. Επομένως πριν ακινητοποιηθεί η ταχύτητά του μηδενίζεται τέσσερις φορές.

γ)

$S_{o\lambda.} = x_1 + 2(x_2 + x_3 + x_4)$ => $S_{o\lambda.} = 1 + 2\left(\frac{3}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}\right)$ => $S_{o\lambda.} = 1 + 3$ => $S_{o\lambda.} = 4$m

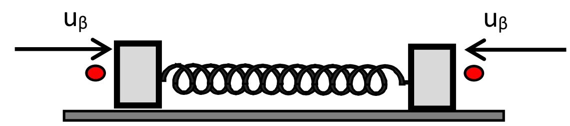
δ)

$Q_{(\kappa\rho o\acute{\upsilon}\sigma\eta\varsigma)} = \frac{1}{2} m\, u_\beta^2 - \frac{1}{2}(m + M)\, V_\kappa^2$ => $Q_{(\kappa\rho o\acute{\upsilon}\sigma\eta\varsigma)} = \frac{1}{2} 0{,}1\cdot 100^2 - \frac{1}{2}\, 10^2$ => $Q_{(\kappa\rho o\acute{\upsilon}\sigma\eta\varsigma)} = 450$J

$Q_{(\tau\rho\iota\beta\acute{\eta}\varsigma)} = \frac{1}{2}(m + M)\, V_\kappa^2$ => $Q_{(\tau\rho\iota\beta\acute{\eta}\varsigma)} = 50$J

Εφαρμογή 3

Τα ίδια σώματα μάζας M=0,9 Kg είναι ακίνητα πάνω σε μη λείο οριζόντιο επίπεδο και συνδέονται με το άκρα του οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς k=40N/m.Το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος. Δύο ίδια βλήματα μάζας m=0,1Kg και οριζόντιας ταχύτητας ίδιου μέτρου $u_β$ = 50m/s σφηνώνονται ταυτόχρονα και ακαριαία στα σώματα. Ο συντελεστής τριβής μεταξύ σωμάτων - επιπέδου είναι μ=1.



Να βρείτε

α) Την συσπείρωση του ελατηρίου όταν η ταχύτητες των συσσωματωμάτων μηδενιστούν για πρώτη φορά. (Απ. x_1 = 1m)

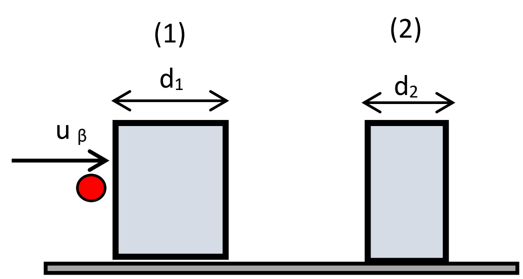
β) Τον αριθμό των μηδενισμών των ταχυτήτων των συσσωματωμάτων πριν ακινητοποιηθούν. (Απ. Τέσσερις)

γ) Το διάστημα που διανύει κάθε συσσωμάτωμα από την αρχή της κίνησής του μέχρι να ακινητοποιηθεί (Απ. $S_{ολ.}$ = 2m)

δ) Τη θερμότητα που εκλύεται κατά τις κρούσεις των βλημάτων με το σώματα και τη θερμότητα που εκλύεται λόγω των τριβών ολίσθησης. (Απ. $Q_{(κρούσης)}$ = 225J , $Q_{(τριβής)}$ = 25J)

ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Δύο ομογενή σώματα (1),(2) σχήματος ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου είναι ακίνητα πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Τα μήκη d_1 , d_2 είναι d_1=0,145m και d_2 = 0,1m. Οι μάζες των σωμάτων τους M_1,M_2 είναι M_1 =2Kg και M_2 = 1,8Kg. Βλήμα μάζας m=0,2Kg και οριζόντιας ταχύτητας μέτρου $u_β$ =100m/s διαπερνάει το σώμα (1) και σφηνώνεται στο σώμα (2). Το βλήμα ακινητοποιείται ως προς το σώμα (2) ,στο κέντρο του. Το μέτρο της ταχύτητας του σώματος (1) όταν το βλήμα εξέρχεται από αυτό, ισούται με το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος βλήμα-σώμα (2). Θεωρούμε το βλήμα χωρίς διαστάσεις και τις δυνάμεις μεταξύ βλήματος –σωμάτων σταθερού μέτρου, ίσου με τη μέση τιμή των μέτρων των



δυνάμεων μεταξύ τους.

Να βρείτε

α) Το μέτρο της ταχύτητας V_2 του συσσωματώματος (Απ. V_2 = 5m/s)

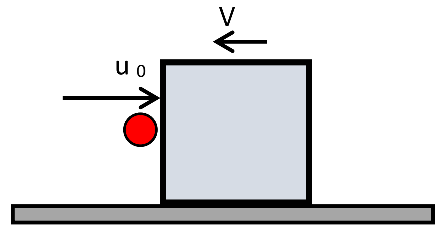
β) Το χρονικό διάστημα διέλευσης του βλήματος από το σώμα (1) και το χρονικό διάστημα κίνησης του βλήματος μέσα στο σώμα (2) . (Απ t_1=t_2 = $2 \cdot 10^{-3}$ s)

γ) Το μέτρο της μέσης δύναμης που ασκείται μεταξύ βλήματος – σώματος (1) και αυτής που ασκείται μεταξύ βλήματος – σώματος (2) . (Απ. $\bar{F}1 = 5000$ N , $\bar{F}2 = 4500$ N)

δ) Τη θερμότητα που εκλύεται κατά τη διέλευση του βλήματος από το σώμα (1) και τη θερμότητα που εκλύεται όταν σφηνώνεται το βλήμα στο σώμα (2) (Απ. Q_1= 725J , Q_2= 225J)

pananasgiannis@yahoo.gr

Εφαρμογή 1



Ομογενές σώμα μάζας M=0,9Kg κινείται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο με σταθερή ταχύτητα μέτρου V προς τα αριστερά. Το σώμα έχει σχήμα κύβου πλευράς α=0,15m. Βλήμα μάζας m=0,1Kg και οριζόντιας ταχύτητας μέτρου u_0 προς τα δεξιά , σφηνώνεται στο σώμα σε χρονικό διάστημα $t_1 = 3 \cdot 10^{-3}$ s και το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται. Το βλήμα διανύει την απόσταση α=0,15m μέσα στο σώμα, μέχρι να ακινητοποιηθεί. Θεωρούμε το βλήμα χωρίς διαστάσεις και τη δύναμη μεταξύ βλήματος – σώματος σταθερού μέτρου, ίσου με τη μέση τιμή του μέτρου της δύναμης μεταξύ τους.

Να βρείτε

α) Το μέτρο της ταχύτητας V του συσσωματώματος (Απ. V=10m/s)

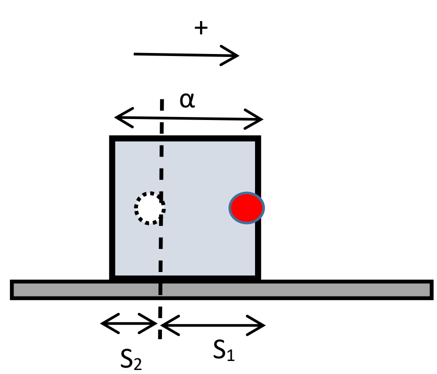
β) Το μέτρο της ταχύτητας u_0 (Απ. u_0 =90m/s)

γ) Το μέτρο της μέσης δύναμης που ασκείται μεταξύ των σωμάτων. (Απ.$\bar{F} = 3000$ N)

δ) Τη θερμότητα που εκλύεται κατά τη διάρκεια του φαινομένου. (Απ. Q= 450J)

Απάντηση.

Εφαρμόζουμε την ΑΔΟ μεταξύ των στιγμών εισόδου-ακινητοποίησης του συσσωματώματος. Θεωρούμε θετική φορά προς τα δεξιά.



$p_{(\pi\rho\iota\nu)} = p_{(\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha})}$ => $mu_0 - MV = 0$ => $u_0 = 9$ V (1)

α)

Το διάστημα που διανύει το βλήμα σε χρόνο t_1 είναι.

$S_1 = u_0 t_1 - \frac{1}{2} \alpha_1 t_1^2$ (2)

Το διάστημα που διανύει το σώμα σε χρόνο t_1 είναι.

$S_2 = \frac{1}{2} \alpha_2 t_1^2$ (3)

Από (2),(3) => $S_1 + S_2 = u_0 t_1 - \frac{1}{2} \alpha_1 t_1^2 + \frac{1}{2} \alpha_2 t_1^2$ => $0{,}15 = u_0 t_1 - \frac{1}{2} \alpha_1 t_1^2 + \frac{1}{2} \alpha_2 t_1^2$ (4)

Έστω ότι η μέση τιμή του μέτρου της δύναμης που ασκείται μεταξύ των σωμάτων στο χρονικό διάστημα t_1 είναι $\bar{F}$. Το μέτρο της επιτάχυνσης α_1 είναι $\alpha_1 = \frac{\bar{F}}{m} = \frac{\bar{F}}{0{,}1}$ και το μέτρο της επιτάχυνσης α_2 είναι $\alpha_2 = \frac{\bar{F}}{M} = \frac{\bar{F}}{0{,}9}$. Άρα $\alpha_1 = 9\alpha_2$ (5)

Από (4),(5) => $0,15 = u_0 t_1 - \frac{1}{2} α_2 t_1^2 + \frac{1}{2} 9 α_2 t_1^2$ => $0,15 = u_0 t_1 - 4 α_2 t_1^2$ =>

$0,15 = (u_0 - 4 α_2 t_1)t_1$ => (6)

Η μέση τιμή του μέτρου της δύναμης που ασκείται από το βλήμα στο σώμα είναι $\bar{F}_{.} = \frac{Δp}{Δt}$ =>

$\bar{F}_{.} = \frac{MV}{t_1}$ => $\frac{\bar{F}}{M} = \frac{V}{t_1}$ => $α_2 = \frac{V}{t_1}$ $V = α_2 t_1$ (7)

Από (1),(6),(7) => $0,15 = (9V - 4V)t_1$ => $0,15 = 5\,V\ 3 \cdot 10^{-3}$ =>

$15V = 150$ => $V = 10 m/s$

β)

Από τη σχέση (1) => $u_0 = 9V = 90 m/s$

γ)

$\bar{F}_{.} = \frac{Δp}{Δt}$ => $\bar{F} = \frac{MV}{t_1}$ => $\bar{F} = \frac{0.9 \cdot 10}{3 \cdot 10^{-3}}$ => $\bar{F} = \frac{9}{3 \cdot 10^{-3}}$ => $\bar{F} = 3000$ N

δ)

$Q = \frac{1}{2} m u_0^2 + \frac{1}{2} M V^2$ => $Q = \frac{1}{2} 0,1 \cdot 90^2 + \frac{1}{2} 0,9\ 10^2$ => $Q = 450J$