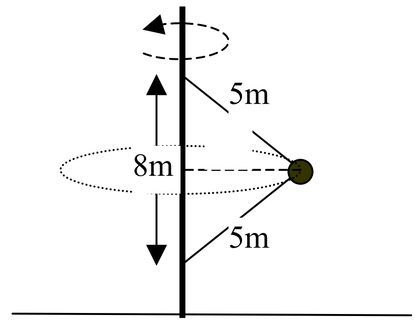
Ονοματεπώνυμο ______________________________

Τμήμα ______________________________

Θέμα 1

1ο Ερώτημα



Ένα σώμα μάζας 0.8 kg περιστρέφεται γύρω από μία κάθετη ράβδο με τη βοήθεια δύο νημάτων όπως φαίνεται στο σχήμα. Τα νήματα συνδέονται με τη ράβδο μέσω συνδέσμων χωρίς τριβές. Το μήκος κάθε νήματος είναι 5 m, ενώ η απόσταση των δύο συνδέσμων είναι 8 m. Αν η τάση του επάνω νήματος είναι 15 N βρείτε:

α) τη γωνιακή ταχύτητα της σφαίρας.

β) την τάση στο κάτω νήμα.

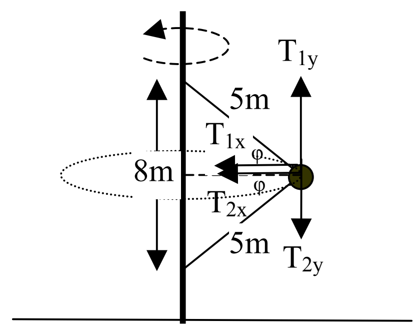
Απάντηση

Ισχύει ότι $\cos\phi = \frac{3}{5}$ *και* $\sin\phi = \frac{4}{5}$

Η συνθήκη ισορροπίας στον y άξονα δίνει

$$T_{1y} = T_{2y} + mg \Leftrightarrow T_1 \sin\phi = T_2 \sin\phi + mg \Leftrightarrow$$

$$T_2 = T_1 - \frac{mg}{\sin\phi} = 15N - 0.8 \cdot 10 \cdot \frac{5}{4} N = 5N$$



Στον x άξονα ισχύει $T_{1x} + T_{2x} = F_k$ *όπου* F_k *η κεντρομόλος δύναμη.*

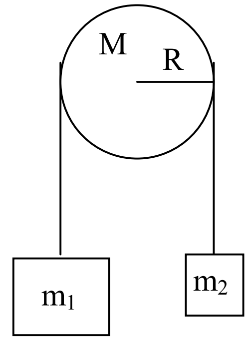
Επομένως έχουμε

$$\mathrm{T}_1 \cos\phi + \mathrm{T}_2 \cos\phi = m\omega^2 R \Leftrightarrow \omega = \sqrt{\frac{(\mathrm{T}_1 + \mathrm{T}_2)\cos\phi}{mR}} \Leftrightarrow$$

$$\omega = \sqrt{\frac{20\frac{3}{5}N}{0.8kg \cdot 3m}} = \sqrt{\frac{12}{2.4s^2}} = 2.24\ rad/s$$

2ο Ερώτημα

Ένας τροχός ακτίνας R=0.4m και μάζας M=6 kg μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από έναν οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο του. Ένα ελαφρύ μη εκτατό νήμα είναι περασμένο γύρω από τον τροχό και στα άκρα του είναι αναρτημένα δύο σώματα μάζας m_1=4 kg και m_2=3 kg όπως φαίνεται στο σχήμα. Το νήμα δεν ολισθαίνει πάνω στην τροχαλία. Αρχικά το σύστημα είναι ακίνητο. Υπολογίστε την ολική κινητική ενέργεια του συστήματος μετά από 5s. Δίνεται ότι η ροπή αδρανείας του τροχού ως προς άξονα κάθετο στην επιφάνειά του που περνάει από το κέντρο του είναι $I=1/2MR^2$.

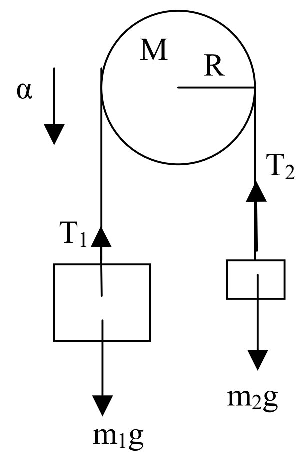


Απάντηση

Σημειώνοντας ως T_1 και T_2 τις τάσεις του νήματος που ασκούνται στα σώματα m_1 και m_2 Αντίστοιχα έχουμε:

$m_1 g - T_1 = m_1 a$ *(1)* και $T_2 - m_2 g = m_2 a$ *(2)*

Ο τροχός περιστρέφεται με γωνιακή επιτάχυνση a_γ λόγω της ροπής των T_1 και T_2 ως προς τον άξονα περιστροφής : $\left(T_1 - T_2\right) R = I a_\gamma$ *(3)*



Προφανώς $a_\gamma = \dfrac{\alpha}{R}$ *(4) ενώ η ροπή αδρανείας του δίσκου είναι* $I = \dfrac{1}{2} MR^2$ *(5)*

Η (3) χρησιμοποιώντας τις (1),(2),(4) και (5) δίνει:

$$\left(m_1(g-a) - m_2(g+a)\right)R^2 = \frac{1}{2}MR^2 a \Leftrightarrow m_1 g - m_2 g - (m_1+m_2)a = \frac{1}{2}Ma \Leftrightarrow$$

$$(m_1 - m_2)g = a\left[\frac{1}{2}M + m_1 + m_2\right] \Leftrightarrow a = \frac{m_1 - m_2}{\frac{1}{2}M + m_1 + m_2} g$$

Αντικαθιστώντας έχουμε ότι $\alpha=1m/s^2$

Μετά από 5s η ταχύτητα των σωμάτων είναι $\upsilon = \alpha t = 5m/s$ *ενώ η γωνιακή ταχύτητα του τροχού θα είναι*

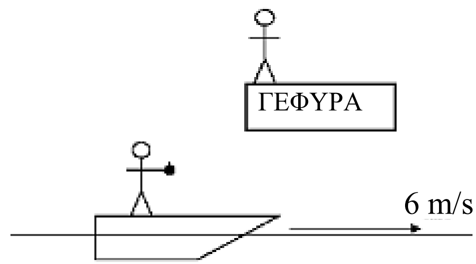
$$\omega = \frac{\upsilon}{R} = 12.5 s^{-1}$$

Επομένως η κινητική ενέργεια του συστήματος $E = \dfrac{1}{2}m_1\upsilon^2 + \dfrac{1}{2}m_2\upsilon^2 + \dfrac{1}{2}\mathrm{I}\omega^2 = 87.5 + 37.5 = 125J$

Θέμα 2

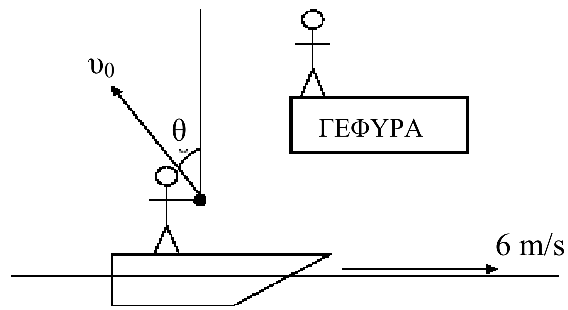
1ο Ερώτημα

Έστω ότι στέκεστε σε μια γέφυρα και κοιτάτε τα πλοία που περνούν από κάτω όπως φαίνεται στο σχήμα. Βλέπετε μία βενζινάκατο να περνά ακριβώς από κάτω, κινούμενη κάθετα ως προς τη γέφυρα με ταχύτητα 6m/sec. Ένας άνθρωπος πάνω στη βενζινάκατο πετάει μία μπάλα με αρχική ταχύτητα $υ_o$=10m/s και γωνία θ ως προς την κατακόρυφο (η $υ_o$ και η γωνία δίνονται σε σχέση με τη βάρκα). Ποιά θα πρέπει να είναι η γωνία θ ώστε η μπάλα να έρθει κατευθείαν προς τα εσάς (κατακόρυφα προς τα επάνω). Στο σχεδιάγραμμά σας, σχεδιάστε τη διεύθυνση βολής της μπάλας σε σχέση με τη βάρκα.



Απάντηση

Προκειμένου η μπάλα να κινηθεί κατακόρυφα στο σύστημα αναφοράς της γέφυρας, θα πρέπει να ριχτεί όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα στο σύστημα αναφοράς της βάρκας. Αν $\vec{V}_{\mu\pi,\beta}$ *είναι η ταχύτητα της μπάλας στο σύστημα της βάρκας ,* $\vec{V}_{\mu\pi,\gamma}$ *είναι η ταχύτητα της μπάλας στο σύστημα της γέφυρας και* $\vec{V}_{\beta,\gamma}$ *είναι η ταχύτητα της βάρκας στο σύστημα της γέφυρας, τότε*



$$\vec{V}_{\mu\pi,\beta} + \vec{V}_{\beta,\gamma} = \vec{V}_{\mu\pi,\gamma}$$

Παίρνοντας τις x συνιστώσες της παραπάνω εξίσωσης έχουμε:

$$V_{x(\mu\pi,\beta)} + V_{x(\beta,\gamma)} = 0 \Rightarrow V_{x(\mu\pi,\beta)} + 6m/s = 0 \Rightarrow V_{x(\mu\pi,\beta)} = -6m/s$$

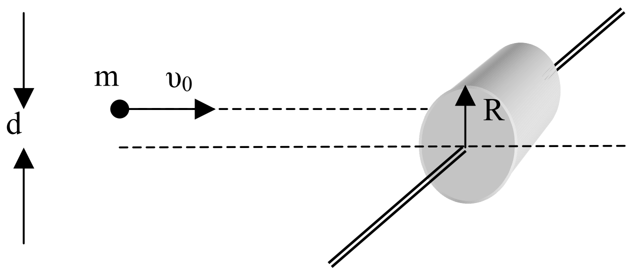
Επομένως

$$V_0 \sin\theta = 6m/s \Rightarrow \sin\theta = 0.6 \Rightarrow \theta = 36.87^0$$

Δηλαδή η μπάλα θα πρέπει να έχει μία x συνιστώσα ταχύτητας (ως προς το σύστημα της βάρκας) ώστε να αναιρεί την ταχύτητα των 6 m/sec της κίνησης της βάρκας, ώστε συνολικά η x συνιστώσα της ταχύτητάς της ως προς τη γέφυρα να είναι μηδέν

2ο Ερώτημα

Ένα βλήμα μάζας m και αρχικής ταχύτητας υ_0 εκτοξεύεται εναντίον κυλίνδρου μάζας M και ακτίνας R όπως φαίνεται στο σχήμα. Ο κύλινδρος βρίσκεται αρχικά σε κατάσταση ηρεμίας και είναι εξαρτημένος σε ένα σταθερό οριζόντιο άξονα που συμπίπτει με τον άξονα συμμετρίας του. Η τροχιά του βλήματος είναι κάθετη στον άξονα και σε απόσταση d<R πάνω από τον άξονα. Το βλήμα χτυπάει τον κύλινδρο και ενσωματώνεται σε αυτόν. Βρείτε τη γωνιακή ταχύτητα που θα αποκτήσει το σύστημα κύλινδρος-βλήμα. Αγνοείστε το βάρος του βλήματος. Δίνεται ότι η ροπή αδράνειας του κυλίνδρου ως προς τον άξονα συμμετρίας του είναι $I=1/2MR^2$.



Απάντηση

Αν αγνοήσουμε το βάρος του βλήματος η συνισταμένη εξωτερική ροπή ως προς οποιοδήποτε σημείο του άξονα του κυλίνδρου είναι μηδενική. Επομένως η στροφορμή του συστήματος είναι ίδια πριν και μετά την κρούση. Πριν από την κρούση μόνο το βλήμα έχει στροφορμή με μέτρο $L_1 = m\upsilon_0 d$.

Μετά την κρούση η ολική στροφορμή του συστήματος είναι:

$$L_2 = I\omega = \left(\frac{1}{2}MR^2 + mR^2\right)\omega$$

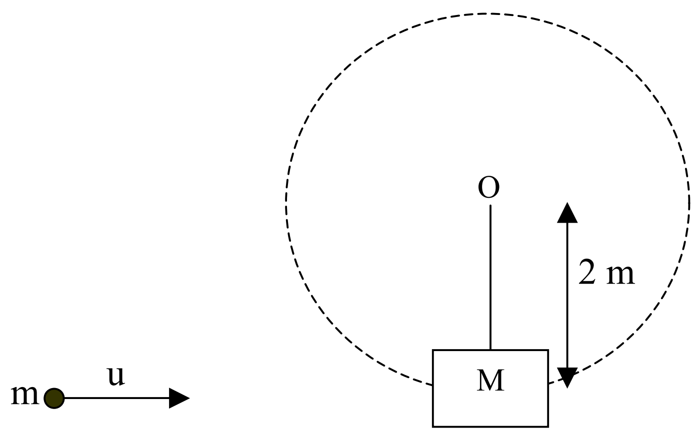
Επομένως η γωνιακή ταχύτητα υπολογίζεται ως:

$$L_1 = L_2 \Rightarrow m\upsilon_0 d = \left(\frac{1}{2}MR^2 + mR^2\right)\omega \Rightarrow \omega = \frac{m\upsilon_0 d}{\frac{1}{2}MR^2 + mR^2}$$

Θέμα 3

1ο Ερώτημα

Μια σφαίρα μάζας m=10g εκτοξεύεται οριζόντια με ταχύτητα u προς ένα βαλλιστικό εκκρεμές που η μάζα του ξύλου του είναι M=1kg. Το κομμάτι του ξύλου είναι δεμένο μέσω ενός πολύ ελαφρού νήματος μήκους 2m σε ένα σταθερό σημείο O. Το ξύλο είναι ελεύθερο να κινείται σε κατακόρυφο κύκλο. Η σφαίρα σφηνώνεται και σταματά στο ξύλο ακαριαία. Προσδιορίστε την ελάχιστη τιμή της u έτσι ώστε το εκκρεμές να διαγράψει έναν ολόκληρο κύκλο



Απάντηση
Η ταχύτητα του συσσωματώματος μετά την κρούση βρίσκεται από την αρχή διατήρηση της ορμής

$$(M+m)V = mu \Leftrightarrow V = \frac{m}{m+M}u$$

Στο ανώτερο σημείο της τροχιάς του θα έχουμε $\mathrm{T} + (M+m)g = (m+M)\dfrac{v^2}{R}$ *όπου v η ταχύτητα του συσσωματώματος.*

Το συσσωμάτωμα θα μπορέσει να διαγράψει τον κύκλο αν η ταχύτητά του είναι τουλάχιστον τέτοια ώστε η τάση του νήματος να γίνει μηδέν. Οπότε $(M+m)g = (M+m)\dfrac{v^2}{R} \Leftrightarrow v = \sqrt{gR}$

Θεωρώντας ως επίπεδο μηδενική δυναμικής ενέργειας την αρχική θέση του σώματος Μ το θεώρημα έργου ενέργειας μεταξύ των θέσεων: Ακριβώς μετά την κρούση-Ανώτατο σημείο τροχιάς δίνει(δεδομένου ότι το έργο της τάσης του νήματος είναι μηδέν αφού είναι πάντα κάθετη στην μετατόπιση):

$$\frac{1}{2}(M+m)V^2 = \frac{1}{2}(M+m)v^2 + 2(M+m)gR \Leftrightarrow \frac{1}{2}\frac{m^2}{(M+m)}u^2 = \frac{1}{2}(M+m)gR + 2(M+m)gR \Leftrightarrow$$

$$u^2 = \frac{(M+m)^2}{m^2}gR + 4\frac{(M+m)^2}{m^2}gR = 5\frac{(M+m)^2}{m^2}gR \Leftrightarrow u = \frac{M+m}{m}\sqrt{5gR} =$$

$$\frac{1.01kg}{0.01kg}\sqrt{100m^2s^{-2}} = 1010m/s$$

2^o Ερώτημα

Μια βόμβα τοποθετείται σε πεδίο μηδενικής βαρύτητας (g=0) όπου αρχικά ηρεμεί. Τη χρονική στιγμή t=0 η βόμβα εκρήγνυται ακαριαία και διασπάται σε δύο θραύσματα, από τα οποία το ένα έχει τριπλάσια μάζα από το άλλο. Αν το ελαφρότερο κινείται με ταχύτητα $(2\hat{i} + 6\hat{j})$ m/s ποια είναι η ταχύτητα του δεύτερου θραύσματος; Σε πόσο χρόνο από τη στιγμή της έκρηξης τα δύο κομμάτια θα απέχουν μεταξύ τους 1km;

Απάντηση
Αν m η μάζα του ελαφρύτερου θραύσματος τότε το βαρύτερο θραύσμα έχει μάζα 3m.
Η αρχική ορμή της βόμβας είναι μηδέν. Επομένως και ακριβώς μετά την έκρηξη η συνολική ορμή θα είναι μηδέν. Αν V_2 *η ταχύτητα του βαρύτερου θραύσματος και* V_1 *η ταχύτητα του ελαφρύτερου θραύσματος θα έχουμε*

$$m\vec{V}_1 + 3m\vec{V}_2 = 0 \Leftrightarrow m(2\hat{i} + 6\hat{j}) + 3m\vec{V}_2 = 0 \Leftrightarrow \vec{V}_2 = (-\frac{2}{3}\hat{i} - 2\hat{j})m/s$$

Η σχετική ταχύτητα του ελαφρότερου θραύσματος ως προς το βαρύτερο είναι

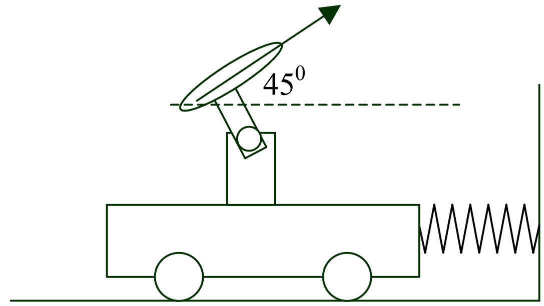
$$\vec{V} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2 = \left(2 + \frac{2}{3}\right)\hat{i} + \left(6+2\right)\hat{j} = \frac{8}{3}\hat{i} + 8\hat{j} \text{ m/s}$$

Το μέτρο της είναι $\left|\vec{V}\right| = \sqrt{\dfrac{64}{9} + 64}$ m/s=8.43m/s *Η απόστασή τους συναρτήσει του χρόνου είναι S=Vt οπότε,*

$$S = Vt \Rightarrow t = \frac{S}{V} = \frac{1000m}{8.43m/s} = 118.6s$$

Θέμα 4

1ο Ερώτημα



Ένα πυροβόλο είναι στερεωμένο πάνω σε ένα όχημα που μπορεί να κινείται κατά μήκος οριζοντίων σιδηροτροχιών, αλλά είναι συνδεδεμένο με ένα κατακόρυφο τοίχο, μέσω ενός ισχυρού ελατηρίου σταθεράς k=2 10^4 N/m, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το πυροβόλο εκτοξεύει ένα βλήμα μάζας 200 kg με ταχύτητα 125 m/s, που κατευθύνεται 45^0 πάνω από την οριζόντιο.

α) Αν η μάζα του πυροβόλου και του οχήματός του είναι 5000 kg, βρείτε την οριζόντια ταχύτητα ανάκρουσης του πυροβόλου.

β) προσδιορίστε τη μέγιστη επιμήκυνση του ελατηρίου.

γ) θεωρείστε το «σύστημα» που αποτελείται από το πυροβόλο, το όχημα και το βλήμα. Διατηρείται η ορμή αυτού του συστήματος κατά τη διάρκεια της πυροδότησης; Δικαιολογείστε την απάντησή σας.

Απάντηση

Αν αναλύσουμε την κίνηση του βλήματος σε δύο άξονες x-y με τον άξονα x παράλληλο στο δάπεδο, τότε η διατήρηση της ορμής στον x-άξονα (δεν υπάρχουν εξωτερικές δυνάμεις στον x άξονα) δίνει

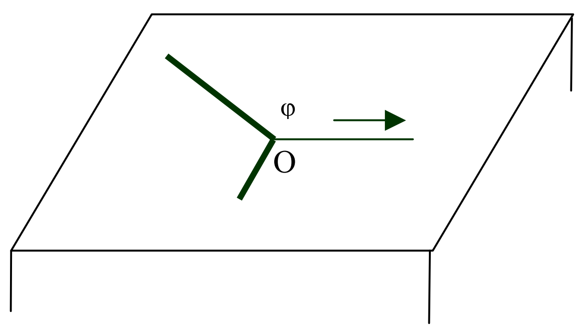
$$mv_x = MV_x \Leftrightarrow V_x = \frac{m}{M}v_x = \frac{200kg}{5000kg}125\cos 45^0 m/s = \frac{2}{50}125\frac{\sqrt{2}}{2}m/s = 3.54m/s$$

Η μέγιστη επιμήκυνση του ελατηρίου βρίσκεται από το θεώρημα έργου ενέργειας δεδομένου ότι κάθε άλλη δύναμη είναι κάθετη στη μετατόπιση. Έχουμε λοιπόν:

$$\frac{1}{2}MV_x^{\,2} = \frac{1}{2}kx^2 \Leftrightarrow x = \sqrt{\frac{M}{k}}V_x = \sqrt{\frac{5000kg}{2\cdot 10^4\,Nm^{-1}}}3.54m/s = 0.5s\cdot 3.54m/s = 1.77m$$

Στον άξονα y η ορμή πριν την εκτόξευση είναι μηδέν ενώ μετά είναι διάφορη του μηδενός λόγω της y-συνιστώσας της ορμής του βλήματος. Η μεταβολή της ορμής οφείλεται στις εξωτερικές δυνάμεις (βάρος και αντίδραση από το δάπεδο) που δρουν στο σύστημα.

2ο Ερώτημα



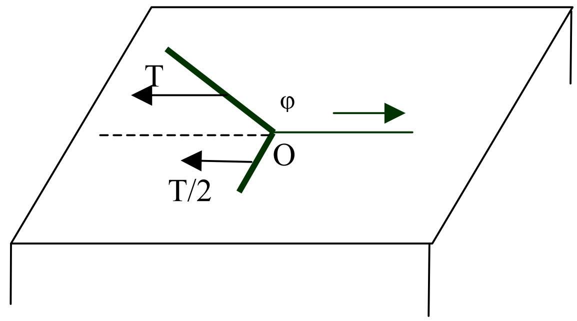
Μια ευθύγραμμη μεταλλική ράβδος μήκους 3L λυγίζεται ώστε να σχηματίζει ορθή γωνία και τοποθετείται πάνω σε ένα τραπέζι, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το μήκος τους ενός τμήματος είναι διπλάσιο του μήκους του άλλου, ενώ ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ ράβδου και τραπεζιού είναι μ. Ένα ελαφρύ νήμα συνδέεται με την κορυφή της γωνίας και στη συνέχεια τραβάμε το νήμα τη λυγισμένη ράβδο ώστε αυτή να κινείται με σταθερή ταχύτητα. Βρείτε τη γωνία φ που σχηματίζει το μεγαλύτερο τμήμα της ράβδου με το νήμα.

Απάντηση

Αφού το μήκος του μεγαλύτερου κομματιού είναι διπλάσιο από το μήκος του άλλου, η μάζα του και επομένως το βάρος του είναι διπλάσιο. Συνεπώς και η δύναμη της τριβής είναι διπλάσια. Αν Τ η τριβή που ασκείται στο μεγαλύτερο τμήμα, Τ/2 η τριβή που ασκείται στο μικρότερο.

Η γωνία φ μπορεί να βρεθεί από το γεγονός ότι η ροπές των δυνάμεων τριβής που ασκούνται σε κάθε κομμάτι ως προς το σημείο που συνδέεται το νήμα, είναι αντίθετες

Αν θεωρήσουμε ότι η δύναμη της τριβής ασκείται στο κέντρο μάζας κάθε τμήματος τότε η ροπή της τριβής ως προς το σημείο Ο για τη μεγάλη ράβδο είναι



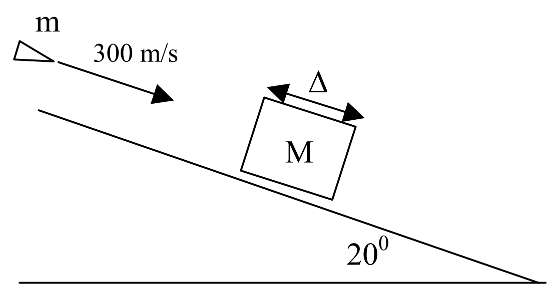
$\vec{\tau}_1 = T\dfrac{L}{2}\sin(\pi-\phi)\,\hat{k} = T\dfrac{L}{2}\sin\phi\,\hat{k}$ *ενώ για τη μικρή ράβδο* $\vec{\tau}_2 = -\dfrac{T}{2}\dfrac{L}{4}\sin(\phi-\dfrac{\pi}{2})\,\hat{\mathrm{k}} = \dfrac{1}{8}TL\cos\phi\,\hat{\mathrm{k}}$

όπου $\hat{\mathrm{k}}$ *το μοναδιαίο κάθε το στο τραπέζι και με φορά προς τα πάνω.*

Επομένως αφού η ράβδος δεν περιστρέφεται η συνολική ροπή θα είναι μηδέν. Δηλαδή:

$$\vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}TL\sin\phi + \frac{1}{8}\mathrm{T}L\cos\phi = 0 \Rightarrow \tan\phi = -\frac{1}{4} \Rightarrow \phi = 166^0$$

Θέμα 5



Ένας φοιτητής έχει βάλει ένα σώμα μάζας M=1kg και πάχους Δ=0.1m σε ένα κεκλιμένο επίπεδο γωνίας θ=20^0 ως προς την οριζόντιο όπως φαίνεται στο σχήμα Το σώμα παραμένει ακίνητο και για να το θέσει σε κίνηση θέλει να το κτυπήσει με μια σφαίρα. Η σφαίρα μάζας m=5g κινείται παράλληλα με το κεκλιμένο επίπεδο με ταχύτητα 300 m/s. Η σφαίρα διαπερνά το σώμα και βγαίνει από την άλλη πλευρά έχοντας χάσει 75% της αρχικής της κινητικής της ενέργειας.

α) Ποια είναι η ταχύτητα το σώματος μάζας Μ τη στιγμή που εξέρχεται η σφαίρα;

β) Ποια είναι η μέση δύναμη που ασκείται στη σφαίρα καθώς διέρχεται μέσω του σώματος

γ) Αν το σώμα μάζας Μ διανύσει απόσταση s=50 m μέχρι να σταματήσει ποιος ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ σώματος και επιπέδου;

Αγνοείστε την επίδραση του βάρους της σφαίρας στους υπολογισμούς σας και θεωρείστε ότι κατά τη διέλευση της σφαίρας μέσα από το σώμα, δεν «χάνεται» μάζα από το σώμα. Θεωρείστε επίσης ότι ο χρόνος διέλευσης της σφαίρας μέσα από το σώμα μάζας Μ είναι αμελητέος.

Απάντηση

Αφού η σφαίρα διατηρεί το 25% της κινητικής της ενέργειας αφού διαπεράσει το σώμα θα ισχύει

$\dfrac{1}{2}mv_2^2 = 0.25\dfrac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow v_2 = \dfrac{1}{2}v_1 = 150m/s$ *όπου* v_1 *και* v_2 *η ταχύτητα της σφαίρας πριν και μετά την κρούση.*

Αν V η ταχύτητα που αποκτά το σώμα μάζας Μ μετά την κρούση, η διατήρηση της ορμής πριν και μετά την κρούση δίνει

$$mv_1 = mv_2 + MV \Rightarrow V = \frac{m}{M}(v_1 - v_2) = \frac{5\cdot 10^{-3}kg}{1kg}150m/s = 0.75m/s$$

Το θεώρημα έργου ενέργειας για τη σφαίρα πριν και μετά την κρούση δίνει:

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh + W_F = \frac{1}{2}mv_2^2 \Rightarrow W_F = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 - mg\Delta\sin 20^0 =$$

$$\frac{0.75}{2}5\cdot 10^{-3}\mathrm{kg}\ 300^2 m^2/s^2 - 5\cdot 10^{-3}\mathrm{kg}\cdot 10\mathrm{m/s^2}\cdot 0.1m\cdot 0.34 = 168.75Nm$$

όπου W_F το έργο της δύναμης που ασκείται στη σφαίρα. Αν ονομάσουμε F τη μέση δύναμη που ασκείται στη σφαίρα θα είναι

$$W_F = F\Delta \Rightarrow F = \frac{W_F}{\Delta} = \frac{168.75Nm}{0.1m} = 1687.5N$$

Εφαρμόζοντας το θεώρημα έργου-ενέργειας για το σώμα μάζας Μ για τις θέσεις Α και Β όπου Α η θέση του σώματος ακριβώς μετά τη διέλευση της σφαίρας και Β το σημείο που σταματά το σώμα έχουμε:

$$\frac{1}{2}MV^2 + Mgh + W_T = 0 \Rightarrow TS = \frac{1}{2}MV^2 + MgS\sin 20^0 \Rightarrow$$

$$T = \frac{0.5\cdot 1\cdot 0.75^2 J}{50m} + \frac{500\cdot 0.34J}{50m} = 0.0056N + 3.4N = 3.41N$$

Όμως $T = \mu \mathrm{N} = \mu \mathrm{Mg}\cos 20^0 \Rightarrow \mu = \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{Mg}\cos 20^0} = \frac{3.41N}{9.34N} = 0.365$

<u>Σημείωση</u>

Όπου σας χρειαστεί θεωρείστε ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι g=10m/s^2

Να απαντηθούν και τα 5 πλήρη θέματα. Τα θέματα είναι βαθμολογικά ισοδύναμα. Η συνεισφορά των υποθεμάτων στην βαθμολογία του κάθε θέματος αναγράφεται κάτω από την εκφώνηση. Υπενθυμίζεται ότι θα πρέπει να συμπληρώσετε το βαθμό 5 σε κάθε εξέταση και ότι ο συνολικός σας βαθμός των γραπτών εξετάσεων θα είναι 0.5 (βαθμός Μηχανικής) +0.3 (βαθμός στα Μαθηματικά) +0.2 (βαθμός στον Ηλεκτρομαγνητισμό)

Καλή Επιτυχία