

ΔΕΥΤΕΡΗ ΓΡΑΠΤΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ	
ΘΕΜΑ: ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ - ΜΕ ΤΡΙΒΗ	
ΣΧΟΛΕΙΟ: ΛΥΚΕΙΟ ΛΙΝΟΠΕΤΡΑΣ	
ΤΑΞΗ: Β' ΛΥΚΕΙΟΥ	ΣΧΟΛΙΚΗ ΧΡΟΝΙΑ: 2012-2013
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 12-11-2012	ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 40 ΛΕΠΤΑ

Σε όλα τα προβλήματα: (1) τα νήματα είναι αβαρή και μη ελαστικά, (2) οι τροχαλίες είναι αμελητέας μάζας και δεν περιστρέφονται, (3) η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα, εκτός και αν δίνεται διαφορετικά.

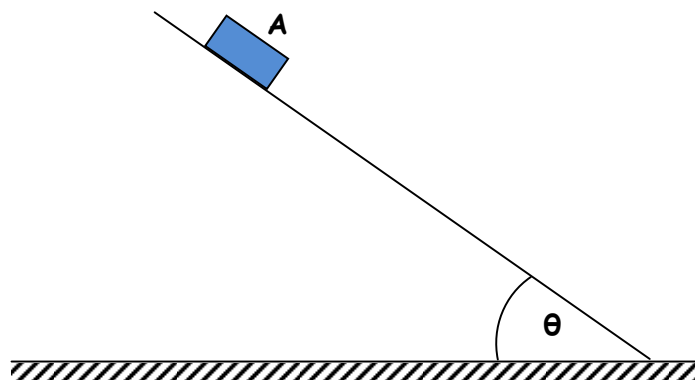
Να απαντήσετε όλα τα προβλήματα

Δίνεται: $g = 10 \text{ m/s}^2$.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

Πρόβλημα-1 (30 μονάδες)

Το σώμα Α στο σχήμα έχει μάζα 20 kg. Το σώμα αφήνεται από την ηρεμία από την κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου, κλίσης $\theta = 37^\circ$ με την οριζόντια διεύθυνση, και ολισθαίνει κατά μήκος του επιπέδου με σταθερή επιτάχυνση. Το σώμα αποκτά ταχύτητα μέτρου 4 m/s όταν διανύσει απόσταση 2 m, από το σημείο που άρχισε την κίνηση. (Δίνεται: $\sin 37^\circ = 0,60$ και $\cos 37^\circ = 0,80$).



- Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης του σώματος.
- Να υπολογίσετε το μέτρο της τριβής ολίσθησης μεταξύ του σώματος και της επιφάνειας του κεκλιμένου επιπέδου.
- Να υπολογίσετε το συντελεστή της τριβής ολίσθησης.
- Αφήνουμε το ίδιο σώμα σε δεύτερο κεκλιμένο επίπεδο της ίδιας κλίσης θ με το πρώτο επίπεδο, αλλά με διαφορετικό συντελεστή τριβής. Να υπολογίσετε την ελάχιστη τιμή του συντελεστή στατικής τριβής ώστε το σώμα όταν αφεθεί ελεύθερο πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο να παραμείνει ακίνητο.

Λύση

(α) Είναι: $u^2 = u_0^2 + 2ax \Rightarrow 4^2 = 0 + 4a \Rightarrow a = 4 \text{ m/s}^2$. (5 μονάδες)

(β) Εφαρμόζουμε το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα:

$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow B_x - T_{ολ} = ma \Rightarrow mg\eta\mu\theta - T_{ολ} = ma \Rightarrow T_{ολ} = m(g\eta\mu\theta - a)$. Αντικαθιστούμε:
 $\Rightarrow T_{ολ} = 20(10 \cdot 0,60 - 4) \Rightarrow T_{ολ} = 40 \text{ N}$. (10 μονάδες)

(γ) Είναι: $T_{ολ} = \mu_{ολ} N = \mu_{ολ} B_y = \mu_{ολ} B\sigma\upsilon\nu\theta$. Αντικαθιστούμε:

$40 = \mu_{ολ} 200 \cdot 0,80 \Rightarrow \mu_{ολ} = 0,25$. (5 μονάδες)

(δ) Για να είναι ακίνητο το σώμα πρέπει: $\Sigma F = 0$. Άρα, $B_x = T_{στ} \Rightarrow B\eta\mu\theta = T_{στ}$. Είναι:

$T_{στ} \leq \mu_{στ} N = \mu_{στ} B_y = \mu_{στ} B\sigma\upsilon\nu\theta$. Άρα, $B\eta\mu\theta \leq \mu_{στ} B\sigma\upsilon\nu\theta$. Άρα, $\eta\mu\theta \leq \mu_{στ} \sigma\upsilon\nu\theta$ ή

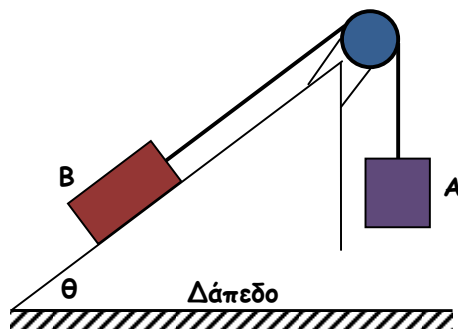
$\mu_{στ} \geq \frac{\eta\mu\theta}{\sigma\upsilon\nu\theta} \Rightarrow \mu_{στ(\min)} = \frac{\eta\mu\theta}{\sigma\upsilon\nu\theta} \Rightarrow \mu_{στ(\min)} = 0,75$. (10 μονάδες)

Πρόβλημα-2 (30 μονάδες)

Στο σχήμα τα σώματα Α και Β έχουν μάζες 15 kg και 35 kg αντίστοιχα.

Δίνεται: $\eta\mu\theta = 0,60$ και $\sigma\upsilon\nu\theta = 0,80$.

Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης και ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ του σώματος Β και του κεκλιμένου επιπέδου είναι 0,15 και 0,20 αντίστοιχα.



(α) Να εξηγήσετε γιατί τα σώματα όταν αφεθούν ελεύθερα από την ηρεμία κινούνται.

(β) Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης των σωμάτων.

(γ) Να υπολογίσετε την τάση του νήματος στα σώματα.

Λύση

(α) Υπολογίζουμε τη μέγιστη στατική τριβή. $T_{\sigma\tau(\max)} = \mu_{\sigma\tau} N = \mu_{\sigma\tau} B \sigma\upsilon\nu\theta$.

Αντικαθιστούμε. $T_{\sigma\tau(\max)} = 0,20 \cdot 350 \cdot 0,80 = 56 \text{ N}$.

Υπολογίζουμε τη συνισταμένη δύναμη που οφείλεται στα δύο βάρη, κατά μήκος της διεύθυνσης κίνησης. $\Sigma F = B_{x(B)} - B_A = B_{(B)} \eta\mu\theta - B_A = 350 \cdot 0,60 - 150 = 60 \text{ N}$. Επειδή

$\Sigma F > T_{\sigma\tau(\mu\max)}$, τα σώματα κινούνται. (10 μονάδες)

(β) Υπολογίζουμε την τριβή ολίσθησης. $T_{ολ} = \mu_{ολ} N = \mu_{ολ} B_{y(B)} = \mu_{ολ} B_{(B)} \sigma\upsilon\nu\theta$.

Αντικαθιστούμε. $T_{ολ} = 0,15 \cdot 350 \cdot 0,80 = 42 \text{ N}$. Εφαρμόζουμε το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα για το σύστημα. $\Sigma F = ma \Rightarrow B_{x(B)} - B_A - T_{ολ} = (m_A + m_B)a$. Αντικαθιστούμε.

$210 - 150 - 42 = (15 + 35)a \Rightarrow a = 0,36 \text{ m/s}^2$. (10 μονάδες)

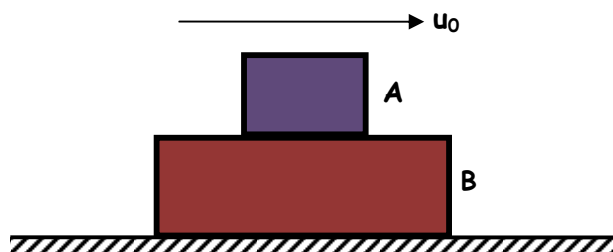
(γ) Εφαρμόζουμε το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα για το σώμα Α.

$\Sigma F_A = m_A a \Rightarrow S - B_A = m_A a \Rightarrow S = B_A + m_A a$. Αντικαθιστούμε.

$S = 150 + 15 \cdot 0,36 \Rightarrow S = 155,4 \text{ N}$. (10 μονάδες)

Πρόβλημα-3 (40 μονάδες)

Στο σχήμα το σώμα Α έχει μάζα 10 kg και το σώμα Β έχει μάζα 30 kg. Τα σώματα κινούνται προς τα δεξιά με σταθερή ταχύτητα μέτρου $u_0 = 5 \text{ m/s}$. Το σώμα Β ολισθαίνει πάνω στην οριζόντια επιφάνεια χωρίς τριβές.



- (α) Να εξηγήσετε πόση είναι η συνισταμένη δύναμη στο σύστημα των δύο σωμάτων, όταν κινούνται με σταθερή ταχύτητα..
- (β) Να εξηγήσετε αν υπάρχει τριβή μεταξύ των επιφανειών των δύο σωμάτων, όταν κινούνται με σταθερή ταχύτητα.
- (γ) Κάποια στιγμή της κίνησής τους, ασκείται στο σώμα Β σταθερή δύναμη μέτρου 50 N, παράλληλα με τη διεύθυνση της ταχύτητας αλλά αντίθετης φοράς, οπότε τα σώματα επιβραδύνονται και σταματούν μαζί, χωρίς να ολισθαίνει το ένα ως προς το άλλο.
- (i) Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης των σωμάτων.
- (ii) Να αντιγράψετε το σχήμα στο τετράδιο απαντήσεων και να σημειώσετε, σε ελεύθερα διαγράμματα, τις δυνάμεις στα δύο σώματα, κατά τη διάρκεια που επιβραδύνονται.
- (iii) Να υπολογίσετε το μέτρο της στατικής τριβής μεταξύ των δύο σωμάτων.

Λύση

- (α) Η συνισταμένη δύναμη στο σύστημα των δύο σωμάτων είναι μηδέν, εφόσον η ταχύτητα είναι σταθερή. Από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα $\Sigma F = ma$, όταν η επιτάχυνση είναι μηδέν, η συνισταμένη δύναμη είναι επίσης μηδέν. **(8 μονάδες)**
- (β) Εφόσον και τα δύο σώματα κινούνται με σταθερή ταχύτητα (δεν υπάρχει ολίσθηση μεταξύ των δύο σωμάτων), δεν υπάρχει δύναμη τριβής μεταξύ των σωμάτων. Στην αντίθετη περίπτωση η τριβή θα προκαλούσε επιτάχυνση στο σώμα Α, ως προς το σώμα Β, δηλαδή θα ολισθαίνει λόγω της τριβής πάνω στο σώμα Β, και το σώμα Β δεν θα διατηρούσε σταθερή την ταχύτητά του. **(10 μονάδες)**
- (γ) (i) Εφαρμόζουμε το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα για το σύστημα.
 $\Sigma F = (m_A + m_B)a \Rightarrow 50 = (30 + 10)a \Rightarrow a = 1,25 \text{ m/s}^2$. **(5 μονάδες)**
- (ii) Στη διεύθυνση της κίνησης: Το σώμα Α δέχεται από το σώμα Β την στατική τριβή Τ, με φορά αντίθετη της ταχύτητας, προς τα αριστερά. **(1 μονάδα)**
Στην κατακόρυφη διεύθυνση: Το σώμα Α δέχεται από το σώμα Β την κάθετη δύναμη Ν με φορά προς τα πάνω, και το βάρος του από τη βαρύτητα της Γης, προς τα κάτω. **(2 μονάδες)**

Αξιολόγηση στις Δυνάμεις και Κίνηση - Τριβή

Στη διεύθυνση της κίνησης: Το σώμα Β δέχεται από το σώμα Α την στατική τριβή T' , με φορά την ίδια με την ταχύτητα, προς τα δεξιά. Το σώμα Β δέχεται επίσης τη δύναμη F , προς τα αριστερά. (2 μονάδες)

Στην κατακόρυφη διεύθυνση: Το σώμα Β δέχεται από το σώμα Α την κάθετη δύναμη N' , προς τα κάτω και το βάρος του από τη βαρύτητα της Γης, προς τα κάτω. (2 μονάδες)

(iii) Εφαρμόζουμε το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα για το σώμα Α.

$$\Sigma F_A = m_A a \Rightarrow T_{\sigma\tau} = m_A a \Rightarrow T_{\sigma\tau} = 10 \cdot 1,25 \Rightarrow T_{\sigma\tau} = 12,5 \text{ N} .$$
(10 μονάδες)